

Wielocechowa analiza zmienności wybranych cech użytkowych form lokalnych żyta ozimego

¹Helena Kubicka-Matusiewicz, ²Dariusz Gozdowski, ¹Jerzy Puchalski, ¹Marcin Wiśniewski

¹Polska Akademia Nauk Ogród Botaniczny – Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej w Powsinie
ul. Prawdziwka 2, 02-973 Warszawa, Polska

²Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Polska

Abstrakt. W pracy dokonano podziału genotypów żyta (*Secale cereale* L.) na grupy jednorodne wielocechowo oraz przeprowadzono ocenę podobieństwa tych grup. Materiał badawczy stanowiło 250 form lokalnych żyta ozimego pochodzących z Turcji, Afganistanu, Iranu, Pakistanu, Grecji, Indii i Chile. Oceniono je pod względem 16 cech użytkowych w porównaniu do odmiany wzorcowej Dańkowskie Złote.

Formy kolekcyjne żyta różniły się głównie pod względem porażenia sporyzmem i pleśnią śniegową, liczby ziaren z kłosa oraz masy 1000 ziaren. Pozostałe cechy w mniejszym zakresie różnicowały analizowane obiekty. Do oceny podobieństw obiektów o różnym pochodzeniu zastosowano hierarchiczną analizę skupień Warda, która pozwoliła na wielocechową ocenę podobieństwa form lokalnych żyta.

Bardzo podobne wielocechowo były obiekty z Iranu i Afganistanu, podobnymi do nich z kolei były obiekty z Turcji i Pakistanu. Dość podobne były również obiekty z Grecji i Chile. Na podstawie macierzy odległości wielocechowych stwierdzono, że najbardziej podobne do wzorca były obiekty pochodzące z Turcji, a najbardziej różniły się od wzorca formy z Indii.

Na podstawie analizy składowych głównych stwierdzono, że silnie dodatnio skorelowanymi cechami były wysokość roślin oraz długość kłosa. Wysokie wartości tych dwóch cech miały głównie genotypy pochodzące z Grecji i Pakistanu, natomiast najniższe – wzorzec, czyli polska odmiana Dańkowskie Złote. Ujemnie skorelowana z wysokością roślin była liczba ziaren w kłosie oraz odporność na mączniaka prawdziwego. Największe wartości tych dwóch cech odnotowano dla odm. Dańkowskie Złote, natomiast spośród pozostałych obiektów dość duże wartości charakteryzowały obiekty pochodzące z Turcji oraz Iranu i Afganistanu.

Dodatnio skorelowane ze sobą były również długość okresu wegetacji i długość okresu nalewania. Największe wartości dla tych dwóch cech odnotowano u obiektów pochodzących z Chile, natomiast najniższe – z Indii.

Ze względu na znaczne zróżnicowanie fenotypowe ocenianych form lokalnych żyta ozimego oraz pochodzenie, mogą one być donorami wielu cech użytkowych przydatnych w pracach genetyczno-hodowlanych.

słowa kluczowe: analiza składowych głównych, cechy użytkowe, odmiany miejscowe, zmienność, żyto

WSTĘP

Spośród gatunków uprawnych rośliny zbożowe zajmują największą powierzchnię gruntów ornych na świecie. W procesie hodowli roślin użytkowych ograniczono liczbę wykorzystywanych gatunków z kilku tysięcy do kilkudziesięciu. Niewielka liczba gatunków roślin uprawnych rekompensowana jest zmiennością ogromnej liczby wytworzonych odmian. Jednak zróżnicowanie genetyczne odmian nie zapewni zachowania bioróżnorodności zasobów genowych gatunków roślin użytkowych.

Rozwój cywilizacji w XX wieku spowodował istotne zmiany w środowisku. Wiele z nich ma nieodwracalny charakter, co doprowadziło do utraty wielu cennych przyrodniczo siedlisk oraz licznych gatunków roślin i zwierząt. Świadomość narastających zagrożeń skłania do gromadzenia i zabezpieczenia światowych zasobów genowych roślin, które stanowią podstawę produkcji rolnej i bezpieczeństwa żywnościowego na świecie (Frey i in., 1984). Zróżnicowanie genetyczne tych zasobów stwarza możliwości wykorzystania ich w hodowli nowych odmian dostosowanych do zmieniających się, na skutek działania czynników biotycznych i abiotycznych, warunków środowiska (Geiger, Miedaner, 2009).

Wyjątkowo tolerancyjny na czynniki środowiskowe (zakwaszenie gleb, zwiększoną zawartość glinu) oraz choroby i szkodniki jest gatunek *Secale cereale*. Ponadto ziarno żyta charakteryzuje się walorami prozdrowotnymi (wysoka zawartość błonnika oraz antyoksydantów). Według Mazura i Adlercreutza (2000) w Finlandii dzięki spo-

Autor do kontaktu:

Helena Kubicka-Matusiewicz
e-mail: helenakubicka@wp.pl
tel. +48 22 648 38 56 w. 217

Praca wpłynęła do redakcji 28 sierpnia 2013 r.

zywaniu żytniego chleba razowego, zawierającego lignany, obniżyła się zachorowalność na nowotwory przewodu pokarmowego. Jednak ograniczony zasięg uprawy żyta (Europa środkowa, północna i wschodnia) sprawia, że jest ono gatunkiem mało znanym na świecie. W Polsce, mimo tendencji do zmniejszania się arealu jego uprawy, jest nadal jedną z ważniejszych roślin zbożowych, uprawianą na powierzchni 1,1 mln ha (GUS, 2011).

Poznanie zakresu zmienności cech wewnątrz rodzaju *Secale* i jego gatunków pokrewnych może przyczynić się do hodowli nowych, odporniejszych i plenniejszych odmian. Znane są w literaturze przypadki wykorzystania w hodowli niektórych genotypów pochodzących z prymitywnych odmian będących źródłem męskiej sterility czy odporności na choroby (Geiger, Miedaner, 1996; Miedaner i in., 2000).

Celem pracy było określenie stopnia zmienności fenotypowej u 250 form lokalnych żyta pod względem 16 wybranych cech morfologicznych i użytkowych w porównaniu do odmiany Dańkowskie Złote (wzorca) oraz ocena zróżnicowania genetycznego tych form metodami statystycznymi w zależności od pochodzenia geograficznego.

MATERIAŁY I METODY

Obiektem badań przeprowadzonych w latach 2010–2011 było 250 form lokalnych żyta (*S. cereale* L.) z kolekcji zgromadzonej w Polskiej Akademii Nauk Ogrodzie Botanicznym – Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej w Powsinie, które porównano z polską odmianą wzorcową Dańkowskie Złote. Wybrane formy lokalne pochodziły z Turcji (197 obiektów), Afganistanu (50), Pakistanu (39), Iranu (31) oraz po jednym obiekcie z Chile, Grecji i Indii. Na poletkach o powierzchni 1,5 m² wysiewano ręcznie po ok. 350 nasion w rozstawie 2,5 x 15 cm. Wykonano łącznie obserwacje i pomiary 16 cech morfologicznych i użytkowych. Oceniono wschody roślin (skala 1–9-stopniowa), przezimowanie roślin (skala 1–9-stopniowa), długość okresu wegetacji (liczba dni od siewu do dojrzałości woskowej); długość okresu nalewania ziarniaków (liczba dni od kwitnienia do dojrzałości woskowej). Na 30 losowo wybranych roślinach z każdego poletka w fazie kwitnienia określono długość liścia podflagowego (cm) oraz w okresie dojrzałości woskowej: długość źdźbła (cm), długość kłosa (cm) i liczbę ziarniaków w kłosie. W trakcie wegetacji na takiej samej liczbie roślin oceniono w skali 1–9-punktowej porażenie przez wybrane patogeny: *Fusarium nivale* f.sp. *graminicola* (Fr) Snyd et Hans (pleśń śniegowa), *Rhynchosporium secalis* (rynchosporioza), *Puccinia graminis* f. *secalis* Pers. (rdza źdźbłowa), *Puccinia dispersa* Ericsson (rdza brunatna) i *Blumeria graminis* (DC.) (mączniak prawdziwy) oraz określono stopień porażenia kłosów sporyszem (*Claviceps purpurea* Tul.) (szt./m²). Po ręcznym zbiorze kłosów z poletek wymłócono je mechanicznie i określono masę tysiąca ziarnia-

ków (g) oraz zdolność kiełkowania (%). Obliczono średnie wartości tych cech z dwóch lat badań dla genotypów form lokalnych pochodzących z różnych krajów i porównano do wzorca – odmiany Dańkowskie Złote.

Wartości średnie badanych cech zostały porównane na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji (czynniki: obiekt i rok) i procedury Tukeya przy poziomie $\alpha = 0,05$. Ponadto wykonano ocenę wielocechowego zróżnicowania badanych form i oceniono współzależności między badanymi cechami i miejscem pochodzenia. W tym celu zastosowano hierarchiczną analizę skupień Warda oraz analizę składowych głównych. Obliczono również macierz wielocechowych odległości między obiektami o różnym pochodzeniu (Quinn, Keough, 2002; Rencher, 2002). Analizy statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica 7.1 (StatSoft, 2005).

WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono wartości współczynników zmienności, które wskazują, że cechami o największym zróżnicowaniu były: liczba ziaren z kłosa, masa 1000 ziaren oraz porażenie przez patogeny *C. purpurea* i *F. nivale*. Pozostałe cechy miały niewielką zmienność. Najmniejszą zmiennością charakteryzowały się zdolność kiełkowania i długość okresu wegetacji.

Na podstawie wyników analizy składowych głównych (PC1 i PC2) można określić relacje między cechami oraz zróżnicowanie obiektów pochodzących z różnych krajów pod względem wielu cech jednocześnie (rys. 1).

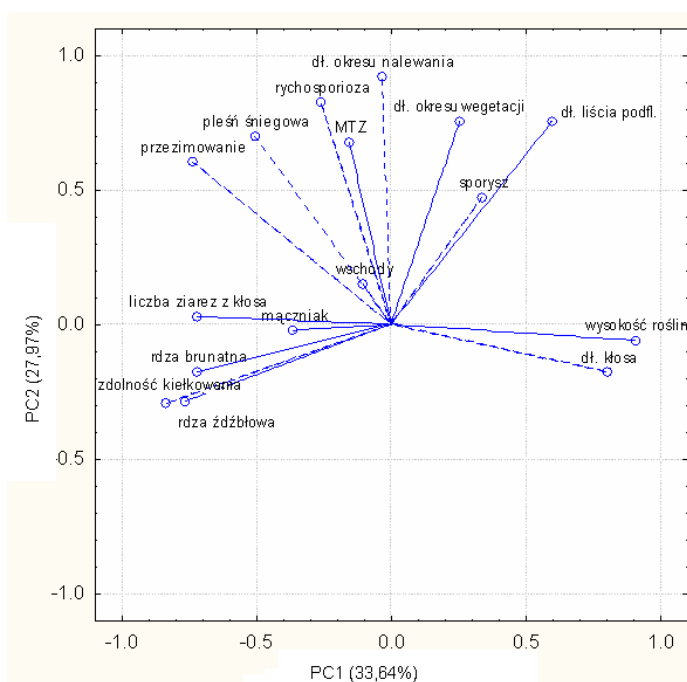
Cechami dodatnio skorelowanymi były wysokość roślin oraz długość kłosa. Wysokie wartości tych dwóch cech miały głównie genotypy pochodzące z Grecji i Pakistanu, natomiast najniższe wartości miał wzorzec, czyli polska odmiana Dańkowskie Złote (rys. 2, tab. 2). Ujemnie skorelowana z wysokością roślin była liczba ziaren w kłosie oraz odporność na mączniaka prawdziwego. Największe wartości tych dwóch cech obserwowano dla odm. Dańkowskie Złote, natomiast spośród pozostałych obiektów dość duże wartości obserwowano dla obiektów pochodzących z Turcji oraz Iranu i Afganistanu.

Dodatnio skorelowane były długość okresu wegetacji i długość okresu nalewania. Wysokie wartości dla tych dwóch cech obserwowano dla obiektów pochodzących z Chile, natomiast najniższe – z Indii. Mimo dość dużego zróżnicowania wartości cech dla obiektów o różnym pochodzeniu statystycznie istotne różnice stwierdzono jedynie dla porażenia mączniakiem prawdziwym – $P < 0,05$ (tab. 2). Wynikało to przede wszystkim z dość dużej zmienności badanych cech w obrębie genotypów o tym samym pochodzeniu. Dość niskie wartości P odnotowano również dla wschodów i przezimowania roślin oraz porażenia rynchosporiozą i pleśnią śniegową, co świadczy o dość małej zmienności tych cech w obrębie grup obiektów o tym samym pochodzeniu.

Tabela 1. Wartości średnie i parametry zmienności badanych cech żyta
Table 1. Means and parameters of variability of the examined traits of rye.

Cecha Trait	Średnia Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Coefficient of variability	Min.	Max.
Wschody; Emergence [#]	8,48	0,63	7,46	6,00	9,00
Przezimowanie; Winterhardiness [#]	7,67	0,88	11,47	2,65	9,00
Wysokość roślin; Height of plants [cm]	149,19	13,62	9,13	103,02	175,90
Długość okresu nalewania [liczba dni] Period of seed development [number of days]	43,45	1,61	3,70	40,00	48,00
Długość okresu wegetacji [liczba dni] Period of vegetation [number of days]	294,08	1,74	0,59	286,00	298,00
Długość kłosa; Length of spike [cm]	9,96	0,80	8,00	7,65	12,90
Liczba ziaren w kłosie Number of kernels per spike	29,33	6,63	22,59	14,00	48,92
MTZ; Weight of 1000 seeds [g]	25,74	3,73	14,50	17,45	39,55
Zdolność kiełkowania [%] Germination capacity [%]	95,20	0,85	0,89	93,00	98,00
Długość liścia podflagowego [cm] Length of subflag leaf [cm]	20,23	1,47	7,28	16,25	24,48
Odporność na pleśń śniegową [#] Resistance to snow mould	7,57	1,03	13,58	2,00	8,50
Odporność na rychosporiozę [#] Resistance to rhynchosporiosis	8,06	0,38	4,72	6,87	8,83
Odporność na rdzę żdźbłową [#] Resistance to stem rust	7,50	0,34	4,52	6,22	8,37
Odporność na rdzę brunatną [#] Resistance to brown rust	7,24	0,37	5,14	6,04	8,10
Odporność na mączniaka prawdziwego [#] Resistance to powdery mildew	8,56	0,33	3,89	6,83	9,00
Stopień porażenia sporyszem [roślin/m ²] Ergot contamination level [no. of plants/m ²]	1,51	2,75	181,48	0,00	15,35

[#] wartość cech podawanych w skali od 1–9°, 9° – najlepszy; value of traits given in 1–9° scale, 9° – the best



Rys. 1. Wyniki analizy składowych głównych – cechy uwzględniane w analizie w układzie dwóch pierwszych składowych głównych (PC1, PC2)

Fig 1. Results of principal component analysis – the first and the second principal components (PC1, PC2) for traits included in analysis.

Tabela 2. Wartości średnie badanych cech w zależności od kraju pochodzenia oraz wartości P dla porównania średnich na podstawie analizy wariancji

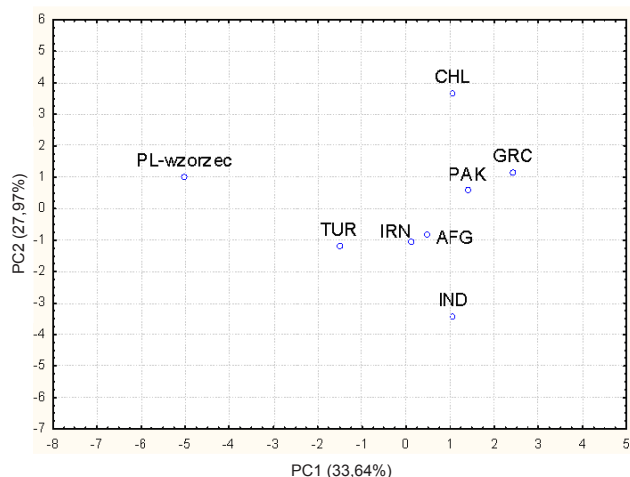
Table 2. Means of examined traits for countries of origin and P-values for comparison of means on basis of analysis of variance.

Cecha Trait	Pochodzenie; Generation									P
	Afgani- stan Afgha- nistan	Chile Chile	Grecja Greece	Indie India	Iran Iran	Pakistan pakistan	Turcja Turkey	PL- wzorzec control	Ogółem Total	
Wschody Emergence	8,57	9,00	9,00	9,00	8,79	8,15	8,44	9,00	8,48	0,218
Przezimowanie Winterhardiness	7,44	8,00	7,00	6,50	7,35	7,18	7,74	8,42	7,67	0,188
Wysokość roślin Height of plants	160,04	155,64	169,57	160,62	152,73	155,19	147,12	139,79	149,19	0,999
Długość okresu nalewania Period of seed development	44,38	46,50	45,00	42,00	44,03	46,10	43,18	45,64	43,45	0,834
Długość okresu wegetacji Period of vegetation	293,98	295,00	296,00	292,00	294,39	295,40	294,03	294,16	294,08	0,608
Długość kłosa Length of spike	10,26	10,01	10,50	10,42	10,42	11,04	9,84	9,47	9,96	0,879
Liczba ziaren w kłosie Number of kernels per spike	34,48	26,50	32,50	31,00	34,11	33,90	27,96	48,92	29,33	0,976
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 seeds	28,77	34,85	36,65	29,10	26,64	30,44	24,95	37,95	25,74	0,988
Zdolność kiełkowania Germination capacity	94,60	94,00	94,50	94,50	95,26	94,40	95,30	95,72	95,20	0,998
Długość liścia podflagowego Length of subflag leaf	21,11	23,22	23,40	18,77	20,88	22,11	19,98	19,52	20,23	0,811
Odporność na pleśń śniegową Resistance to snow mould	7,29	8,50	6,50	6,00	7,00	7,00	7,69	8,02	7,57	0,265
Odporność na rynchosporiozę Resistance to rinchosporiosis	7,80	8,42	8,18	7,90	7,90	8,08	8,10	8,31	8,06	0,275
Odporność na rdzę żdźbłową Resistance to stem rust	7,46	6,90	6,30	7,25	7,38	7,52	7,52	7,98	7,50	0,782
Odporność na rdzę brunatną Resistance to brown rust	7,25	6,43	7,13	6,73	7,22	6,95	7,25	7,74	7,24	0,996
Odporność na mączniaka prawdziwego Resistance to powdery mildew	8,24	8,67	8,23	8,83	8,05	8,51	8,66	8,74	8,56	0,019
Stopień porażenia sporyszem [liczba roślin/m ²] Ergot contamination level [number of plants/m ²]	4,00	6,65	0,00	0,65	3,61	4,14	0,91	0,27	1,51	0,778

Tabela 3. Macierz wielocechowych odległości między obiektami o różnym pochodzeniu

Table 3. Matrix of multivariate distances between genotypes of various origin.

	Afganistan Afghanistan	Chile Chile	Grecja Greece	Indie India	Iran Iran	Pakistan Pakistan	Turcja Turkey	Polska Poland
Afganistan; Afghanistan	0,0	31,0	23,7	22,7	3,9	11,4	13,3	40,4
Chile; Chile	31,0	0,0	31,5	55,0	36,8	27,2	37,5	54,1
Grecja; Greece	23,7	31,5	0,0	38,2	24,4	24,6	39,9	60,1
Indie; India	22,7	55,0	38,2	0,0	25,0	35,9	25,5	62,4
Iran; Iran	3,9	36,8	24,4	25,0	0,0	15,6	12,6	38,8
Pakistan; Pakistan	11,4	27,2	24,6	35,9	15,6	0,0	23,3	52,0
Turcja; Turkey	13,3	37,5	39,9	25,5	12,6	23,3	0,0	29,2
Polska; Poland	40,4	54,1	60,1	62,4	38,8	52,0	29,2	0,0



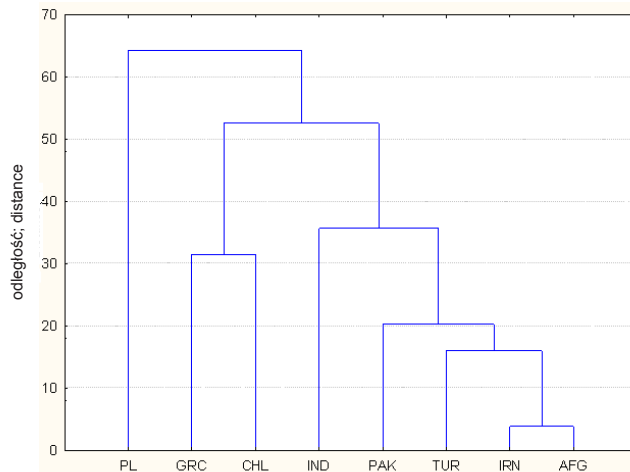
Rys. 2. Wyniki analizy składowych głównych – kraje pochodzenia w układzie pierwszych dwóch składowych głównych (PC1, PC2)

Fig 2. Results of principal component analysis – the first and the second principal components (PC1, PC2) for countries of origin.

Na podstawie analizy skupień przeprowadzonej na danych standaryzowanych (dla niezależnienia się od jednostek, w których były wyrażane poszczególne cechy) z wykorzystaniem metody Warda stwierdzono znaczne wielocechowe zróżnicowanie obiektów o różnym pochodzeniu. Wszystkie obiekty znacząco różniły się od wzorca, którym była polska odmiana Dańkowskie Złote. Podobne wielocechowo były obiekty z Iranu i Afganistanu, oraz Turcji i Pakistanu. Szczegółowa macierz odległości wielocechowych znajduje się w tabeli 3. Najbardziej podobne do wzorca były obiekty pochodzące z Turcji, a najbardziej różniły się od niego obiekty z Indii.

DYSKUSJA

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania gatunkami roślin uprawianymi dawniej, a obecnie wycofanymi z produkcji lub o zmniejszającej się powierzchni uprawy. Zbierane są, czy to w wyniku ekspedycji, czy wymiany pomiędzy instytucjami naukowymi, a następnie gromadzone zasoby genowe tych gatunków. Ze względu na fakt, że Polska stanowi ważne centrum uprawy żyta, a wiele ośrodków badawczych prowadzi szeroko zakrojone prace nad tym gatunkiem (Bujak i in., 1995; Kolasinska, 2011; Śmiałowski, 2007; Ukalski, Śmiałowski, 2011), wskazana była ocena zróżnicowania form lokalnych żyta pochodzących z różnych regionów świata. W zależności od kraju pochodzenia formy lokalne charakteryzowały się różnym zakresem zmienności danej cechy. Niektóre z nich znacznie przekraczały wartości średnie odmiany wzorcowej i takie obiekty znajdujące się w kolekcji mogą być przydatne w hodowli odmian żyta. Największe



Rys. 3. Dendrogram podobieństw obiektów o różnym pochodzeniu

Fig. 3. Dendrogram presenting similarity of various origin genotypes.

zróżnicowanie fenotypowe dotyczyło długości źdźbła i kłosa, liczby ziarniaków w kłosie oraz masy 1000 ziaren. Podobne wyniki uzyskano we wcześniejszych własnych badaniach nad formami lokalnymi pozyskanymi z innych regionów świata (Kubicka i in., 2012). Według wielu badaczy (Persson i in., 2006; Ram i in., 2007; Guzman i in., 2009) im większa zmienność genetyczna form lokalnych i odmian hodowlanych roślin zbożowych, tym większa ich przydatność w hodowli.

WNIOSKI

1. Oceniane genotypy charakteryzowały się szczególnie dużym zróżnicowaniem pod względem liczby ziaren z kłosa, masy 1000 ziaren oraz porażenia pleśnią śniegową i sporyszem, pozostałe badane cechy były znacznie mniej zróżnicowane.

2. Duże podobieństwo wielocechowe zaobserwowano dla obiektów pochodzących z Iranu i Afganistanu, podobne do nich były obiekty z Turcji i Pakistanu. Najbardziej podobne do odmiany wzorcowej Dańkowskie Złote były obiekty pochodzące z Turcji, a najbardziej różniły się od wzorca obiekty z Indii.

3. Badane formy lokalne żyta mogą stanowić źródło wielu cech użytkowych w hodowli nowych odmian.

PIŚMIENNICTWO

Bujak H., Kaczmarek J., Kadłubiec W., 1995. Dialleliczna analiza zdolności kombinacyjnej oraz efekty działania genów cech ilościowych żyta. *Hod. Rośl. Aklim. Nasien.*, 39(6): 95-102.

- Frey K.J., Cox T.S., Rogers D.M., Barmel-Cox P., 1984.** Increasing cereal yields with genes from wild and weedy species. W: Genetics: new frontiers; eds: Chopra V.L., Joshi B.C., Sharma R.P., Bansal H.C.,... Proc. 15th Int. Genet. Congr. Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, India, ss. 37-43.
- Geiger H.H., Miedaner T., 1996.** Genetic basis and phenotypic stability of male-fertility restoration in rye. *Vortr. Pflanzenzucht.*, 36: 27-38.
- Geiger H.H., Miedaner T., 2009.** Rye Breeding. W: Cereals. Handbook of plant breeding; ed.: M.J. Carena, Springer, USA.
- GUS, 2011.** Główny Urząd Statystyczny - Badanie produkcji roślinnej, wynikowy szacunek głównych ziemioplodów rolniczych i ogrodniczych w 2011 roku. Warszawa, 19.
- Guzmán C., Caballero I., Alvarez J.B., 2009.** Variation in Spanish cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) as determined by morphological traits and waxy protein. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 56: 601-604.
- Kolasińska I., 2011.** Identyfikacja genotypów przywracających płodność mieszańców z cytoplazmą Pampa wśród linii wsobnych żyta o różnym pochodzeniu. *Biul. IHAR*, Nr 260/261: 241-249.
- Kubicka H., Gozdowski D., Puchalski J., Łuczak W., Martyniszyn A., 2012.** Wielocechowa ocena zróżnicowania form lokalnych żyta o różnym pochodzeniu geograficznym pod względem cech morfologicznych i użytkowych. *Biul. IHAR*, 264: 105-115.
- Miedaner T., Glass C., Dreyer F., Wilde P., Wortmann H., Geiger H.H., 2000.** Mapping of genes for male-fertility restoration in 'Pampa' CMS winter rye (*Secale cereale* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 101: 1226-1233.
- Persson K., Von Bothmer R., Gullord M., Gunnarsson E., 2006.** Phenotypic variation and relationships in landraces and improved varieties of rye (*Secale cereale* L.) from northern Europe. *Gen. Res. Crop Evol.*, 53: 857-866.
- Quinn G.P., Keough M.J., 2002.** Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge, Cambridge University Press, ss. 1-26.
- Ram S.G., Thiruvengadam V., Vinod K.K., 2007.** Genetic diversity among cultivars, landraces and wild relatives of rice as revealed by microsatellite markers. *J. Appl. Genet.*, 48(4): 337-345.
- Rencher A., 2002.** Methods of multivariate analysis. Second edition. New York, John Wiley, ss. 1-197.
- StatSoft, Inc. 2005. STATISTICA data analysis software system, version 7.1. www.statsoft.com.
- Śmiałowski T., 2007.** Zmienność plonu i wybranych cech form mieszańcowych i populacyjnych żyta ozimego badanych w doświadczeniach wstępnych w latach 2003-2005. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 517(2): 741-748.
- Ukalski K., Śmiałowski T., 2011.** Wielocechowa analiza wyników doświadczeń wstępnych z żytem ozimym. *Biul. IHAR*, 260/261: 251-262.

H. Kubicka-Matusiewicz, D. Gozdowski, J. Puchalski,
M. Wiśniewski

MULTIVARIATE ANALYSIS OF PHENOTYPICAL
VARIABILITY OF SELECTED MORPHOLOGICAL
AND AGRONOMICAL TRAITS IN LOCAL FORMS
OF WINTER RYE

Summary

The aim of study was multivariate grouping of genotypes of rye (*Secale cereale* L.) into homogeneous groups and the analysis of similarities between those groups. The experiment material consisted of 250 local forms of winter rye from Turkey, Afghanistan, Iran, Pakistan, Greece, India and Chile. Sixteen morphological and agronomical traits were observed and compared to the standard variety Dańkowskie Złote.

The highest genotype-to-genotype variation was found for ergot infection, number of grains per spike, weight of thousand grains and for snow mould infection. Variation from one genotype to another for other traits was much smaller. To assess the similarity of genotypes of different origin hierarchical cluster analysis was used.

Accessions from Iran and Afghanistan showed a high degree of similarity among themselves, and they were also similar to those from Turkey and Pakistan. Entries from Greece and Chile also showed a high degree of similarity. Based on multivariate distance matrix, it was found that the genotypes from Turkey were the most similar to the standard cultivar whereas those from India were the most dissimilar.

Based on principal component analysis, it was found that plant height and spike length were strongly positively correlated, high values of these two traits were observed for genotypes mainly from Greece and Pakistan, while the lowest values of these two traits have a standard variety Dańkowskie Złote from Poland. Negatively correlated with plant height were the number of grains per spike and resistance to powdery mildew. The highest values of these two traits were observed for Dańkowskie Złote, and relatively low values were observed for genotypes from Turkey, Iran and Afghanistan.

Positively correlated with each other were the length of the growing season and days to maturity. The highest values for these two traits were observed for genotypes from Chile, and the lowest for those from India.

Because of the extensive phenotypic diversity of the assessed local forms of winter rye and of their origin, the genotypes have a potential as donors of many useful traits in genetic and breeding work.

key words: landraces form, phenotypes, principal component analysis, rye, variability,