

ANDRZEJ BICHONSKI

Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Kraków

Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie wybranych cech wartości technologicznej pszenicy ozimej

Variation and genetic determination of some quality characters in winter wheat

Oznaczono wskaźniki wartości technologicznej odmian wzorcowych i rodów pszenicy ozimej z doświadczeń hodowlanych ze zbioru w latach 1997–1999. W trzyletnim okresie badań oszacowano współczynniki zmienności (CV%) oraz współczynniki zmienności fenotypowej (CVp) i genotypowej (CVg) i współczynnik odziedziczalności dla: liczby sedymentacji, liczby opadania, zawartości białka, wodochłonności mąki, rozwoju ciasta, stałości ciasta, liczby jakości, rozmiękczenia ciasta, ilości glutenu, indeksu glutenu, objętości chleba, liczby wartości chleba i wymiadowości mąki. Wpływ czynników środowiskowych był najwyższy dla rozwoju ciasta i ilości glutenu. Odziedziczalność cech była wysoka dla indeksu glutenu i liczby sedymentacji.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, odziedziczalność, wartość technologiczna

Quality parameters were evaluated for strains and check cultivars of winter wheat from breeding trials of the years 1997–1999. The following coefficients were estimated: for variability (CV%), phenotypic variability (CVp), genotypic variability (CVg) and heritability (H) for the following characters: falling number, protein content, water absorption, dough development time, stability of dough, quality number, degree of softening, gluten content, gluten index, volume of bread, estimated crumb of bread and flour yield. The interaction effect of objects with localities was the highest for dough development time and gluten content. The expressed heritability was high for gluten index and sedimentation value.

Key words: heritability, technological quality, winter wheat

WSTĘP

W związku z zainteresowaniem hodowców pszenicy wartością technologiczną nowych rodów, prowadzone są systematyczne badania zmierzające do poznania uwarunkowań genetycznych wpływających na wartość wypiekową mąki pszennej. Biorąc pod uwagę konsumpcyjne znaczenie pszenicy, prowadzi się obecnie szczególnie silną selekcję pod względem właściwości cech technologicznych. Głębsze poznanie tych zależności powinno przyczynić się do wzrostu efektywności prac hodowlanych, a w konsekwencji do

uzyskania wartościowych odmian. Mimo iż w ostatnich latach zaobserwowano znaczący postęp w hodowli rekombinacyjnej, to jednak w dalszym ciągu brak jest nowych odmian w najwyższej klasie jakości „E”. Jak podaje Pilch i wsp. (1999) aktualnie uprawiane odmiany i materiały hodowlane zaliczane są do klasy „A”, a nieliczne dorównują odmianie wzorcowej Begra. Według Pochaby i Węgrzyna (2000) poznanie zmienności cech i ich współzależności prowadzi do wyboru właściwych metod selekcji i wielkości selekcionowanej populacji. Bergman i wsp. (2000) uważają, że chleb powinno się piec tylko z mąki o najwyższej jakości wypiekowej i tylko taki surowiec powinni dostarczać rolnicy przemysłowi. Ponadto jakość uzyskanej mąki ma ogromny wpływ na wartość rynkową pszenicy. Hodowla jakościowa była zawsze trudna i złożona, gdyż jej cechy są powiązane z genetycznymi i środowiskowymi czynnikami. Atlin i wsp. (2001) zauważyli, że w niektórych krajach brak jest rolniczego centrum zwracającego większą uwagę na miejscowe genotypy, lepiej zaadaptowane do danego środowiska. Wymienieni autorzy uważają, że jedynie korzystna interakcja pomiędzy genotypem i środowiskiem jest ważną wykładnią mogącą przyczynić się do postępu genetycznego, a tym samym poprawy wartości cech. O roli genetycznej kontroli cech jakościowych informuje również Chalmers i wsp. (2001). O złożoności procesu dziedziczenia się cech jakościowych i poligenicznej specyfiki zachodzących procesów donosi Barnard i wsp. (2002).

Zatem celem tej pracy jest poznanie uwarunkowań genetycznych ważniejszych cech wpływających na wartość wypiekową mąki pszennej.

MATERIAŁ I METODA

Materiał badawczy stanowiły rody i odmiany wzorcowe pszenicy ozimej, które były badane w ramach dwóch doświadczeń tj. wstępnych i przedwstępnych pochodzących z 5 do 8 miejscowości przez 3 lata. Ogółem oceniono około 420 rodów pod względem 13 cech, tj.: liczby sedymencji, liczby opadania, procentowej zawartości białka ogółem, wodochłonności mąki, czasu rozwoju ciasta (lata 1997 i 1998) i jego stałości, liczby jakości, rozmiękczenia ciasta, zawartości glutenu mokrego i oznaczenia indeksu glutenu, objętości uzyskanego po wypieku chleba, liczby wartości chleba i wymiałowoci mąki według metod podanych przez Cygankiewicza (1997).

Uzyskane wyniki z lat i miejscowości opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji według dwukierunkowej klasyfikacji. Rozdzielono zmienność całkowitą na składniki związane ze środowiskami, składnik wynikający z różnic genetycznych między genotypami i pozostały składnik, będący interakcją genotypu ze środowiskiem. Ostatnio wymieniony składnik wykorzystano jako mianownik dla testu F przy weryfikacji hipotez o składnikach głównych. Ze średnich kwadratów dla genotypów i interakcji genotypowo-środowiskowej oszacowano współczynniki genetycznego uwarunkowania cech (H), jako odpowiedniki współczynników odziedziczalności (h^2), według wzoru podanego przez Węgrzyna i wsp. (2002), gdzie H jest współczynnikiem genetycznego uwarunkowania cechy. Te same składniki analizy wariancji pozwoliły na obliczenie współczynników zmienności genotypowej (CV_g) i fenotypowej (CV_p) według wzorów podanych przez Węgrzyna i Bichońskiego (2001). Współczynniki zmienności genotypowej i fenotypowej

charakteryzują odpowiednią zmienność pomiędzy badanymi obiektami. Następnie dla każdej cechy obliczono ważone współczynniki genetycznego uwarunkowania, zmienności genotypowej i fenotypowej z trzyletniego okresu badań. Aby ocenić jak duża jest interakcja genotypowo-środowiskowa, wyrażono ją w procentach średniej ważonej. Wartości CV do 5% wskazują, że średni kwadrat dla interakcji genotypowo-środowiskowej jest uwarunkowany wyłącznie przyczynami losowymi, natomiast wyższe wartości CV są powodowane obecnością tej interakcji (Węgrzyn i in., 2002).

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza wariancji przeprowadzona dla 13 cech jakościowych określająca wartość wypiekową pszenicy (tab. 1) wykazała wysoce istotne zróżnicowanie środowisk pod względem badanych cech i w większości wypadków także istotne zróżnicowanie genotypów. Jedynie dla rozwoju ciasta i liczby wartości chleba stwierdzono brak różnic między badanymi obiektami, przy stosunkowo dużym błędzie dla liczby wartości chleba. Obejmował on zarówno interakcję pomiędzy obiektami a środowiskiem, jak i błąd losowy doświadczenia.

Wysokie wartości współczynników zmienności dla liczby sedymentacji, liczby opadania, stałości ciasta, liczby jakości, liczby opadania, stałości ciasta, indeksu glutenu i rozwoju ciasta, przy nieistotnej zmienności badanych genotypów dla rozwoju ciasta może być spowodowane wysokim wpływem interakcji genotypowo-środowiskowej. Niskie wartości omawianego współczynnika dla zawartości białka, wodochłonności mąki, ilości glutenu, objętości chleba, liczby wartości chleba i wymiałowoci mąki wskazuje, że uzyskana interakcja genotypowo-środowiskowa wynika wyłącznie z przyczyn losowych (Węgrzyn i Bichoński, 2001). Na duże zróżnicowanie i występującą zmienność cech wartości wypiekowej zwracają uwagę Lonc i wsp. (1983, 1989, 1993), Maloo (1987), Lonc i Zalewski (1995), Bergman i wsp. (2000), Wiersma i wsp. (2001).

Współczynniki genetycznego uwarunkowania (H) charakteryzowały się przeważnie wysokimi wartościami (tab. 2). Jego najwyższe wartości zaobserwowano dla indeksu glutenu, objętości chleba, stałości ciasta, wodochłonności mąki i liczby sedymentacji. Niskie wartości współczynnika genetycznego uwarunkowania oznaczono dla liczby opadania i ilości glutenu. Podobne wyniki dla cech jakościowych pszenicy otrzymał Bichoński (1998). O wpływie genotypu na wartość wypiekową mąki pszennej informuje również Igrejas i wsp. (2001). Eagles i wsp. (2002) dla cech oznaczanych farinograficznie otrzymali współczynniki odziedziczalności na poziomie 0,66, 0,77, 0,55, a dla białka z mąki 0,36.

W tabeli 1 zamieszczono również współczynniki zmienności fenotypowej (CV_p) i genotypowej (CV_g) obliczone dla trzech lat badań. Dostarczają nam one informacji nie tylko o walorach użytkowych badanych form, lecz jednocześnie wskazują na zjawiska genetyczne zachodzące w badanych cechach wartości wypiekowej.

Tabela 1

Analiza wariancji, średnie i współczynniki: zmienności (CV%) dla badanych cech w latach 1997–1999
Analysis of variance and means, coefficients of variability (CV%) for the investigated traits in the years 1997–1999

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat dla:— Mean squares for:												
		liczby sedymen- tacji z SDS sedimenta- tion value (cm ³)	liczby opadania falling number (s)	zawarości białka protein content (%)	wodo- chłon- ności mąki water absorption (cm ³)	rozwóju ciasta dough develop- ment time (min.)	stałości ciasta stability of dough (min)	liczby jakości quality number (mm)	rozmiękcze- nia ciasta degree of softening (jB.)	ilości glutenu gluten content (%)	indeksu glutenu gluten index	objętości chleba volume of bread (cm ³)	liczby wartości chleba estimated crumb of bread	wydaj- ności mąki flour yield (%)
Miejscowości Localities (P)	6	1119,37**	8369,75**	8,00**	30,90**	5,7344**	15,70**	1202,77**	1442,24**	77,18**	1043,81**	2018,28**	1036,87**	24,10**
Obiekty Treatments (G)	46	233,04**	4487,37**	0,92**	7,90**	1,0209	9,69**	318,44*	1 924,12**	5,82*	968,93**	338,93*	155,09	10,16**
Interakcje (G × P)	108	57,34	2111,84	0,45	3,34	0,7713	2,97	192,21	846,01	4,09	138,89	197,09	136,25	4,39
Średnia Mean		54,64	288,09	12,47	59,46	2,68	4,39	37,75	97,06	28,88	77,27	569,90	134,45	75,15
CV (%)		11,88	14,97	2,60	2,32	24,24	32,14	27,01	22,26	4,56	10,36	1,26	4,34	2,80

*, ** Istotne różne od zera odpowiednio dla P = 0,05 i 0,01; Significant at levels P = 0.05 and P = 0.01, respectively

Tabela 2

Współczynniki zmienności fenotypowej (CVp%), genotypowej (CVg%) i genetycznego uwarunkowania (H) dla badanych cech w latach 1997–1999
Coefficients of phenotypic variability (CVp%), genotypic variability (CVg%) and heritability (H) for the investigated traits in the years 1997–1999

Cecha Trait	Liczba sedymencji z SDS Sedimentation value (cm ³)	Liczba opadania Falling number (s)	Zawartość białka Protein content (%)	Wodochłon- ność mąki Water absorption (cm ³)	Rozwój ciasta Dough development time (min.)	Stalność ciasta Stability of dough (min)	Liczba jakości Quality number (mm)	Rozmięk- czenie ciasta (jB.) Degree of softening	Ilość glutenu Gluten content (%)	Indeks glutenu Gluten Index	Objętość chleba Volume of Bread (cm ³)	Liczba wartości chleba Estimated crumb of bread	Wydajność mąki Flour yield (%)
H	0,7942	0,5580	0,6393	0,7289	0,5551	0,7059	0,6537	0,6380	0,5415	0,8070	0,7187	0,6726	0,6396
CVg%	14,20	10,61	2,02	2,24	16,05	30,51	22,81	20,79	2,93	21,79	1,22	3,00	2,20
CVp%	12,11	11,87	1,93	2,05	17,37	29,47	22,66	24,47	3,01	17,94	0,84	2,63	2,53

Problem ten dostrzegają w swoich badaniach inni autorzy: Alin i wsp. (2001), Branlard Brankard wsp. (2001), Ortiz i wsp. (2001). We wszystkich rozpatrywanych przypadkach współczynniki zmienności fenotypowej i genotypowej były podobne pod względem wielkości dla trzech lat badań i dla różniącego się co roku analizowanego materiału. Najwyższe wartości uzyskano dla stałości ciasta, liczby jakości i rozmiękczenia ciasta a zawartość białka, wodochłonność mąki, ilość glutenu i objętość chleba wykazały się najniższą odziedziczalnością spośród wszystkich badanych wskaźników jakościowych.

WNIOSKI

1. Najwyższe wartości współczynnika genetycznego uwarunkowania cech zaobserwowano dla indeksu glutenu, objętości chleba, stałości ciasta, wodochłonności mąki i liczby sedymentacji, najniższe zaś dla liczby opadania i ilości glutenu.
2. Największą zmiennością charakteryzowały się cechy reologiczne ciasta takie jak jego rozwój, stałość, rozmiękczenie, oraz liczba jakości, a najniższą objętość chleba, wodochłonność mąki, zawartość białka i wymiałowosć.
3. Oszacowane współczynniki zmienności genotypowej i genotypowej wskazują, że zawartość białka, wodochłonność mąki, ilość glutenu i objętość chleba wykazały się najniższą odziedziczalnością spośród wszystkich badanych wskaźników jakościowych.

LITERATURA

- Atlin G. N., Cooper M., Bjornstad A. 2001. A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory. *Euphytica* 122 (3): 463 — 475.
- Barnard A. D., Labuschagne M. T., van Niekerk H. A. 2002. Heritability estimates of bread wheat quality traits in the Western Cape province of South Africa. *Euphytica* 127 (1): 115 — 122.
- Bergman C. J., Gualberto D. G., Campbell K. G., Sorrells M. E., Finney P. L. 2000. Inheritance of wheat traits related to bread-making quality [Portuguese]. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 35 (5): 975 — 983.
- Bichoński A. 1998. Odziedziczalność wybranych cech technologicznych pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 207: 105 — 109.
- Branlard G., Dardevet M., Saccomano R., Lagoutte F., Gourdon J. 2001. Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. *Euphytica* 119 (1/2): 59 — 67.
- Chalmers K. J., Campbell A. W., Kretschmer J., Karakousis A., Henschke P. H., Pierens S., Harker N., Pallotta M., Cornish G. B., Shariflou M. R., Rampling, L. R., McLauchlan A., Daggard G., Sharp P. J., Holton T. A., Sutherland M. W., Appels R., Langridge P. 2001. Construction of three linkage maps in bread wheat, *Triticum aestivum*. *Aust. J. Agric. Res.* 52 (11/12): 1089 — 1119.
- Cygankiewicz A. 1997. Wartość technologiczna ziarna materiałów hodowlanych pszenicy ozimej I jarej na tle badań własnych i światowych. *Biul. IHAR* 204: 219 — 235.
- Eagles H. A., Hollamby G. J., Eastwood R. F. 2002. Genetic and environmental variation for grain quality traits routinely evaluated in southern Australian wheat breeding programs. *Aust. J. Agric. Res.* 53 (9): 1047 — 1057.
- Igrejas G., Gaborit T., Oury F. X., Chiron H., Marion D., Branlard G. 2001. Genetic and environmental effects on puroindoline-a and puroindoline-b content and their relationship to technological properties in French bread wheats. *J. Cereal Sci.* 34 (1): 37 — 47.
- Lonc W., Malawko-Murawska Z., Strugała J. 1983. Zmienność i odziedziczalność masy 1000 ziaren i liczby sedymentacji mieszańców pszenicy ozimej. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 290: 217 — 227.

- Lonc W., Weber R., Kadłubie W., Strugała J. 1989. Sposoby działania genów określających liczbę sedimentacji i ogólną zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 382: 151 — 159.
- Lonc W., Zalewski D. 1995. Zdolność kombinacyjna cech jakościowych kilku linii pszenicy ozimej. Biul. IHAR 194: 5 — 11.
- Lonc W., Kadłubie W., Zalewski D. 1993. Zdolność kombinacyjna cech jakościowych ziarna linii pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR, Wrocław 223: 255 — 264.
- Maloo S. R. 1987. Combining ability for quality characters in durum wheat. Genetica Agraria 41: 187 — 192.
- Ortiz R. Wagoire W. W., Hill J., Chandra S., Madsen S., Stolen O. 2001. Heritability of and correlations among genotype-by-environment stability statistics for grain yield in bread wheat. Theor. Appl. Genet. 103 (2/3): 469 — 474.
- Pilch J., Cygankiewicz A., Głowach E. 1999. Wartość wypiekowa ziarna mieszańców pszenicy pochodzących z krzyżowań międzygatunkowych i międzyrodzajowych. Biul. IHAR 210: 71 — 83.
- Pochaba L., Węgrzyn S. 2000. Zmienność i współzależność kilku cech pszenicy ozimej. Biul. IHAR 216: 261 — 266.
- Węgrzyn S., Bichoński A. 2001. Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego. Biul. IHAR 220: 153 — 160.
- Węgrzyn S., Wojas T., Śmiałowski T. 2002. Uwarunkowania genetyczne oraz współzależności plonu i wybranych cech użytkowych pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.). Biul. IHAR 223/224: 77 — 86.
- Wiersma J. J., Busch R. H., Fulcher G. G., Hareland G. A. 2001. Recurrent selection for kernel weight in spring wheat. Crop Sci. 41 (4): 999 — 1005.