

TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI**MARIA STACHOWICZ**

Zakład Roślin Zbożowych w Krakowie

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin

Wielowymiarowa ocena zmienności cech jakości technologicznej ziarna rodów i odmian pszenicy ozimej badanych w doświadczeniach przedrejestrowych

Multivariate analysis of the variability of traits determining technological quality of grains in strains and varieties of winter wheat assessed in pre-registration trials

Celem badań było wybranie jednej cechy lub grupy cech o dużej mocy dyskryminacyjnej wśród 13 wskaźników jakości technologicznej ziarna z 102 obiektów hodowlanych pszenicy ozimej oraz grupowanie podobnych obiektów pod względem jakości technologicznej. Zastosowano dwie metody wielowymiarowe, tj. analizę czynnikową i analizę skupień. Na podstawie analizy czynnikowej stwierdzono, że 3 cechy; liczba sedymentacji, liczba opadania i zawartość białka wyjaśniają łącznie 71% badanej zmienności obiektów pod względem wskaźników jakości technologicznej. Analiza skupień pozwoliła wyodrębnić 4 skupienia obiektów pszenicy ozimej. W grupie 1 zgromadziło się 47 form pszenicy ozimej zbliżonych wielocechowo pod względem 6 cech jakościowych wskazując na silną presję selekcyjną w kierunku hodowli jakościowej.

Słowa kluczowe: analiza czynnikowa, analiza skupień, cechy technologiczne, pszenica ozima

The aim of the work was to distinguish from among 13 traits of grain technological quality one trait or a group of traits exhibiting high discriminatory power to evaluate 102 winter wheat experimental objects, followed by grouping the objects characterized by similar technological quality. Two multivariate methods: factor analysis and cluster analysis were applied. The factor analysis showed that three traits: sedimentation value, falling number and protein content explained altogether 71% of the variability of technological quality coefficients. The cluster analysis allowed to separate four clusters of experimental objects. Group 1 included 47 winter wheat forms showing a great similarity in six qualitative traits, indicating a strong selective pressure towards the qualitative breeding.

Key words: cluster analysis, multivariate analysis, technological traits, winter wheat

WSTĘP

Prace hodowlane nad pszenicą ozimą koncentrują się na wyodrębnieniu form łączących wysoki plon z dobrymi cechami rolniczymi oraz wysoką jakością technologiczną ziarna i

mąki (Banaszak i in., 2006; Śmiałowski, 2004; Śmiałowski i in., 2007). Barięą ograniczającą możliwości badania wcześniejszych pokoleń selekcyjnych jest czasochłonność i wysoki koszt analiz technologicznych pszenicy ozimej. Poszukuje się zatem najważniejszych wskaźników jakości technologicznej, stanowiących kryterium rozróżniające materiał hodowlany pod względem jakości technologicznej wielo cechowej bez konieczności wykonywania pozostałych analiz (Bichoński, 1995; Cygankiewicz, 1997). Takie cechy można nazwać cechami wskaźnikowymi lub symptomatycznymi dla badanego zespołu cech opisujących jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. Muszą mieć one relatywnie największą moc dyskryminacyjną dla obiektów hodowlanych, którą poznaje się na podstawie relatywnie dużego udziału w wielo cechowej zmienności badanych obiektów.

W ostatnich latach pomocą w tym zakresie okazała się dostępność statystycznych programów obliczeniowych umożliwiających rozwiązanie tego problemu. Metody te obejmują głównie analizę czynnikową, analizę skupień oraz analizę składowych głównych (Akkava i in., 2004; Almanza-Pinzon i in., 2009; Badea i in., 2008; Blashfield i in., 1978; Caliński i in., 1974; Crossa i in., 2004; Harman i in., 1976; Lawley i in., 2007; Liu i in., 1971; Santos i in., 2009; Sorrels, 2007; Wolfe, 1970). Wielowymiarowe metody zostały również wykorzystane przez polskich badaczy do grupowania obiektów podobnych wielo cechowo, a także do wskazania spośród badanych cech takich, które w największym stopniu wyjaśniają zmienność wielo cechowo badanego materiału (Mądry, 2007; Sieczko, 2003; Sieczko i in., 2006). Dlatego kierując się bogatą literaturą zagraniczną i opracowaniami polskich autorów założono, że istnieje możliwość wyboru jednej lub grupy najważniejszych cech z 13 cech jakości technologicznej opisujących zmienność 102 obiektów hodowlanych pszenicy ozimej oraz zgrupowanie podobnych obiektów pod względem wybranych cech.

W Polsce wielo cechową analizę wskaźników jakości technologicznej pszenicy ozimej wykonali Gregorczyk i wsp. (2008) natomiast zagranicą wielowymiarowe oceny zmienności wskaźników jakości technologicznej przeprowadzili nieliczni autorzy (Anderson i in., 1994; Branland i in., 2001; Corbellini i in., 2002; Graybosch i in., 1993; Fufa i in., 2005; Pecina i in., 2000; Wikstrom i in., 1996). W polskich badaniach Gregorczyk i wsp. (2008) badając 11 cech jakościowych w 10 odmianach pszenicy ozimej stwierdzili, że 3 składowe główne z ogólnej zmienności danych wejściowych wyjaśniały prawie 80% zmienności całkowitej.

Natomiast przeprowadzona w tych samych badaniach analiza skupień pogrupowała 10 badanych odmian pszenicy na 3 grupy pod względem wielo cechowego podobieństwa. Zagranicą (Pecina i in., 2000) stwierdzili, że również 3 składowe główne objaśniały aż 83% zmienności całkowitej 29 odmian pszenicy ozimej badanych pod kątem 16 cech jakościowych.

MATERIAŁ I METODA

Badano 102rody i odmiany pszenicy ozimej w 3 miejscowościach w 2006 roku. Obiekty genetyczne pochodziły z siedmiu krajowych hodowli; DANKO, Nasiona

Kobierzyc, Szelejewo, Smolice, Strzelce, Małopolskiej Hodowli Roślin i Poznańskiej Hodowli Roślin. Wysiano obiekty w ścisłych doświadczeniach hodowlanych, każde w 3 powtórzeniach na poletkach o powierzchni 10 m². Po zbiorze doświadczeń, zważeniu i dokonaniu innych ważnych pomiarów biometrycznych próbki ziarna przekazano do analiz laboratoryjnych, które polegały na ocenie 13 wskaźników jakości technologicznej ziarna i mąki tj.: liczby sedymentacji, liczby opadania, zawartości białka w suchej masie ziarna, wodochłonności mąki, rozmiękczenia ciasta, energii ciasta, wydajności mąki ogółem, objętości chleba, czasu stałości i liczby jakości (analiza farinograficzna), zawartości mokrego glutenu oraz indeks glutenu, liczby wartości chleba (L.W.CH.) jako wskaźnika jakości miękiszu. Cechy te wyrażone były w różnych jednostkach; %, liczbach naturalnych, sekundach, odznaczały się ciągłym i ilościowym charakterem. Charakterystykę statystyczną otrzymanych wyników przedstawiono w tabeli 1. Szczegółową metodykę wykonanych analiz oraz wyniki opisano w pracy dotyczącej wartości technologicznej oceny oraz zmienności fenotypowej i genotypowej badanych odmian i rodów pszenicy ozimej (Cygankiewicz, 1997; Śmiałowski i in., 2007). Zastosowano 2 metody wielowymiarowe; tj. analizę czynnikową oraz analizę skupień. Przyjęto, że wśród badanych cech jakościowych opisujących wartość technologiczną 102 obiektów pszenicy ozimej znajduje się cecha (czynnik) lub grupa cech (czynniki) opisujących ogólną zmienność pomiędzy tymi obiektami. Aby wykryć takie cechy, wykonano analizę czynnikową stosując procedurę składowych głównych. Liczbę czynników ustalono stosując kryterium Kaisera w oparciu o wartości macierzy własnych korelacji, następnie zastosowano rotację macierzy Varimax do obliczenia wartości czynników (Branlard i in., 2001; Gregorczyk i in., 2008; Johansson, 2002; Kolliker i in., 2005; Jackson, 1980; Harman, 1976; Mądry, 1997; Sieczko i in., 2006). Analiza skupień miała na celu wyznaczenie jednorodnych grup obiektów, na podstawie obserwowanych cech, a więc wyznaczenie grup obiektów podobnych wielocechowo. Do wykonania analizy skupień zastosowano hierarchiczną analizę skupień metodą Warda (Ward, 1963) na podstawie kwadratu odległości euklidesowej między badanymi obiektami. (Akkaya i in., 2004; Anderberg i in., 1974; Everitt, 1980 1973; Liu i in., 2003; Sarle, 1983; Spath, 1980; Zhang i in., 2005). Do utworzenia liczby skupień (podobnych grup obiektów) wykorzystano trzy procedury statystyczne; pseudo F, pseudo t² oraz skupień sześciennych. Są to procedury, które obiektywnie grupują badane obiekty. Obliczenia wykonano wykorzystując procedur dostępnych w SAS Enterprise Guide 4 (SAS Institute, 2004). Obliczenia wykonano na zmiennych niestandardyzowanych.

WYNIKI

Charakterystykę 13 cech jakości analizy technologicznej ziarna odmian i rodów pszenicy ozimej przedstawiono w tabeli 1.

Charakterystyka statystyczna zmienności badanych wskaźników jakości technologicznej pszenicy ozimej

Statistical characterization of variability of technological quality coefficients in winter wheat

Cechy Traits	Średnia Mean	Wariacja Variance	Odchylenie stand. SD	Wsp. zmienności CV(%)	Minimum Min.	Maksimum Max	Rozstęp Range
L.S. z SDS Sedimentation values	68,05	151,82	12,32	18,11	22,65	88,65	66
L.O. Falling number	414,27	2225,82	47,18	11,39	212,99	504,21	291,22
Zawartość białka Protein content	12,68	0,57	0,75	5,93	11,2	14,44	3,24
Wodochłonność Water absorption	58,88	4,35	2,09	3,54	52,97	63,75	10,78
Rozmiękczenie ciasta Dough softness	77,62	495,51	22,26	28,68	30,81	138,14	107,33
Energia ciasta Dough energy	71,37	654,20	25,60	35,87	8,18	132,02	123,84
Objętość chleba Bread volume	629,67	406,57	20,16	3,20	562,65	678,15	115,5
Wydajność mąki Flour yield	73,42	5,90	2,43	3,31	67,26	78,73	11,47
Czas stałości ciasta Dough stability	6,60	10,83	3,29	49,87	1,15	17,55	16,4
Liczba jakości Quality number	80,89	1139,91	33,76	41,74	24,11	212,11	188
Jakość miękiszu (LWCH) Bread quality	165,83	242,80	15,58	9,40	120,13	205,47	85,34
Ilość glutenu (mokry) Gluten content (wet)	32,85	7,90	2,81	8,56	25,76	40,1	14,34
Indeks gluten Gluten index	80,55	160,32	12,66	15,72	42,53	101,03	58,5

Odnotowano silną rozpiętość pomiędzy dolnymi a górnymi wartościami u niektórych cech (tab. 1). Zjawisko to znalazło odzwierciedlenie w obliczonych współczynnikach zmienności (tab. 1). Dużą zmiennością odznaczały się czas stałości, liczba jakości, rozmiękczenie i energia ciasta, niskim natomiast objętość chleba, wymiałowosć i wodochłonność (tab. 1). Dla tak odmiennie zróżnicowanego materiału genetycznego przeprowadzono analizę czynnikową. Wartości własne, wariację (%), wariację skumulowaną obliczoną na podstawie macierzy korelacji 13 cech jakości technologicznej przedstawiono w tabeli 2. Stwierdzono, że tylko 3 czynniki mają wartości większe od 1 (tab. 2). Pierwszy czynnik wyjaśniał aż 41% zmienności badanych odmian, drugi i trzeci odpowiednio 16 i 14%. Wszystkie 3 czynniki główne wyjaśniały łącznie 71% obserwowanej zmienności pomiędzy badanymi obiektami. Zatem wnioskowanie dotyczące jakości technologicznej pszenicy ozimej tylko w oparciu o wyniki ograniczone do 3 analiz technologicznych (liczby sedymentacji, liczby opadania i zawartości białka) ma podstawy statystyczne co znajduje uzasadnienie we wcześniejszych spostrzeżeniach wynikających z empirycznych doświadczeń (Bichoński, 1995; Cygankiewicz, 1997; Ceglińska, 2003). Obecnie w laboratoriach technologicznych dla potrzeb szerokiej selekcji

materiału hodowlanego wykonuje się skróconą ocenę wartości wypiekowej pszenicy ograniczającą się tylko do 3 cech (liczby sedymentacji, liczby opadania i zawartości białka) (Cygankiewicz, 1997; Śmiałowski i in., 2007).

Tabela 2

Wyniki analizy czynnikowej-wartości własne i procent całkowitej wariancji
The results of factor analyses – the eigenvalue and percentage of total variances

Czynnik Factor	Nazwa zmiennych The name of variables	Wartość własna The eigenvalue	Wariancja (%) Variance	Wariancja skumulowana The accumulative variance
1	L.S. z SDS Sedimentation values	5,31	40,87	0,409
2	L.O. Falling number	2,08	15,98	0,568
3	Zawartość białka Protein content	1,81	13,9	0,707
4	Wodochłonność Water absorption	0,98	7,54	0,783
5	Rozmiękczenie ciasta Dough softness	0,86	6,64	0,849
6	Energia ciasta Dough energy	0,79	6,07	0,909
7	Objętość chleba Bread volume	0,49	3,82	0,948
8	Wydajność mąki Flour yield	0,19	1,46	0,963
9	Czas stałości ciasta Dough stability	0,17	1,28	0,975
10	Liczba jakości Quality number	0,14	1,10	0,986
11	Jakość miększu (LWCH) Bread quality	0,10	0,77	0,994
12	Ilość glutenu (mokry) Gluten content (wet)	0,06	0,49	0,999
13	Indeks gluten Gluten index	0,01	0,10	1,000

3 czynniki mają własności większe od 1
 3 factors have properties greater than 1

Interesującym okazała się struktura czynników objaśnianej zmienności. W tym celu wykonano kolejne procedury statystyczne w trakcie których poddano rotacji varimax macierz czynników. W tabeli 3 umieszczono obliczone wartości współczynników korelacji pomiędzy wyodrębnionymi 3 czynnikami wspólnymi a badanymi cechami. Przeprowadzona analiza wykazała, że z pierwszym czynnikiem głównym (kolumna 1) najsilniej skorelowane są; liczba sedymentacji, rozmiękczenie, energia ciasta, czas stałości, liczba jakości i indeks glutenowy, następujące zmienne; objętość chleba i liczba wartości chleba (LWCH) z drugim czynnikiem (kolumna 2), natomiast trzeci czynnik (kolumna 3) skorelowany jest z zawartością białka i glutenem mokrym (tab. 3). Zatem na podstawie obliczonych korelacji można stwierdzić, że aż dziesięć cech ma wkład do zespołu cech opisujących zmienność technologiczną badanych genotypów. Analiza ta dowodzi jednak, że ograniczenie się do wykonywania 3 podstawowych analiz technologicznych (tj. liczby

sedymtacji, liczby opadania i zawartości białka u pszenicy) nie ujawni zmienności materiału genetycznego. Pośrednio potwierdzają to spostrzeżenia inne obliczenia. Jeśli podniesiemy do kwadratu wartości czynników 1, 2 i 3 to będą one stanowiły udziały w wyjaśnianej wariancji. Np. dla liczby sedymtacji wartość własna czynnika 1 po podniesieniu do kwadratu i przedstawieniu w skali procentowej stanowiła tylko 45,6% wyjaśnianej wariancji, natomiast pozostałe 2 czynniki objaśniały odpowiednio 19,57% (czynnik 2) i 7,89% (czynnik 3) zmienności analizowanych cech pszenicy. Odmienny wynik stwierdzono dla czasu stałości, dla którego wartość kwadratu (czynnika 1) po przeliczeniu wynosi aż 89,5% objaśnianej wariancji, natomiast na 2 i 3 czynnik przypada mniej niż 1% (tab. 3). Ten trudny do interpretacji wynik sugeruje silne pośrednie związki pomiędzy czasem stałości a badanymi cechami potwierdzone wcześniejszymi badaniami (Śmiałowski i in., 2008). Zjawisko to również odnotowano w innych badaniach, w których stwierdzono silne związki korelacyjne pomiędzy czasem stałości a pozostałymi cechami jakości technologicznej (Ceglińska i in., 2003; Cygankiewicz i in., 1997). Kolejną ocenę wielowymiarową była analizy skupień (CA) klasyfikująca badane genotypy pszenicy ozimej (SAS, 2004).

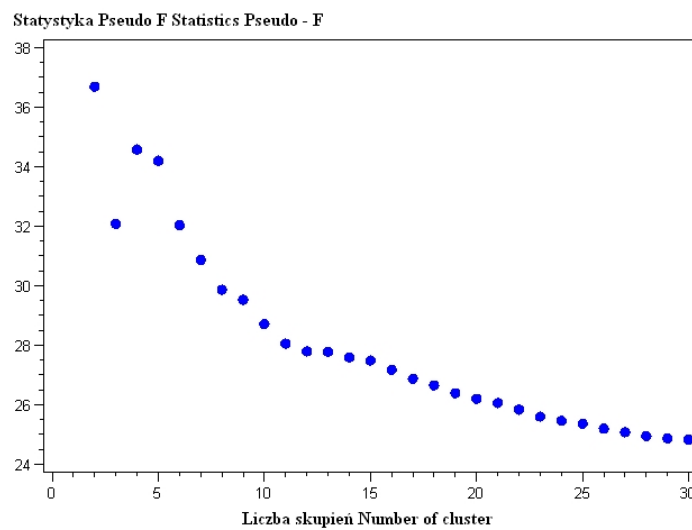
Tabela 3

Ladunki czynnikowe po rotacji varimax (wartości pogrubione są większe od 0,7)
The matrix of factors after the varimax rotation (values in bold are higher than 0.7)

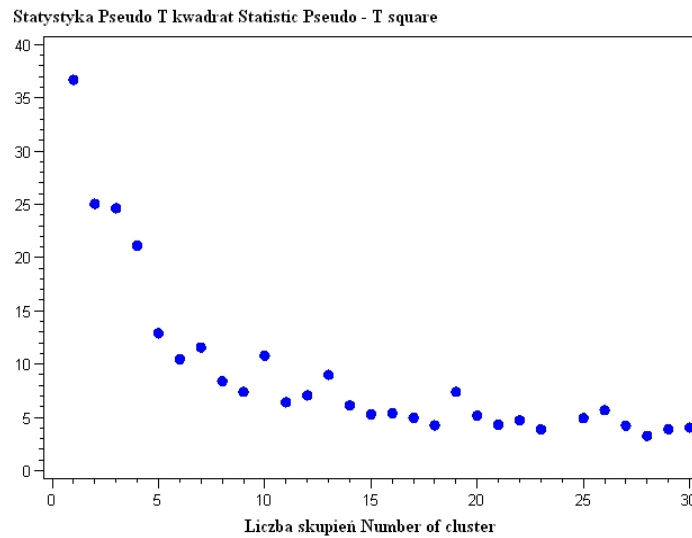
Cecha Trait	Czynnik 1 Factor1	Czynnik 2 Factor2	Czynnik 3 Factor3
L.S. z SDS Sedimentation values	0,675	0,442	0,281
L.O. Falling number	0,150	0,402	0,093
Zawartość białka Protein content	0,473	-0,034	0,749
Wodochłonność Water absorption	-0,083	0,283	0,574
Rozmiękczenie ciasta Dough softness	-0,912	-0,178	-0,118
Energia ciasta Dough energy	0,897	0,101	-0,097
Objętość chleba Bread volume	0,153	0,923	0,075
Wydajność mąki Flour yield	0,019	0,475	0,056
Czas stałości ciasta Dough stability	0,945	0,047	0,057
Liczba jakości Quality number	0,906	0,050	0,167
Jakość miękiszu (LWCH) Bread quality	0,115	0,876	-0,025
Ilość glutenu (mokry) Gluten content (wet)	-0,051	0,032	0,937
Indeks glutenowy Gluten index	0,803	0,298	-0,320

Charakterystyka wydzielonych 4 grup pszenicy ozimej
Characteristics of the four distinguished groups of winter wheat

Obiekty Objects	G 1		G 2		G 3		G 4	
	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)
Liczba Sedymentacji SDS Sedimentation values	71,26	13,83	55,9	19,47	65,27	8,82	65,52	13,32
Liczba opadania Falling number	431,40	7,54	411,1	7,39	406,25	9,89	335,48	12,95
Zawartość białka Protein content	12,67	5,01	12,3	6,27	12,26	4,57	12,52	6,11
Wodochłonność Water absorption	59,15	3,90	58,9	3,14	56,42	3,00	58,41	3,17
Rozmiękczenie ciasta Dough softness	73,42	18,42	103,9	13,06	74,93	9,38	82,52	13,43
Energia ciasta Dough energy	76,97	21,82	40,7	32,53	68,74	23,76	68,93	18,08
Objętość chleba Bread volume	634,52	3,11	618,2	3,31	601,30	1,64	628,35	3,37
Wydajność mąki Flour yield	73,50	3,05	73,1	3,42	70,21	2,27	73,33	4,69
Czas stałości ciasta Dough stability	6,37	26,11	3,4	31,10	7,04	31,33	5,97	21,68
Liczba jakości Quality number	77,86	21,30	50,5	20,53	79,24	31,45	71,26	17,84
Jakość miękiszu (LWCH) Bread quality	168,85	9,74	157,6	9,49	158,46	6,86	165,78	7,24
Ilość glutenu (mokry) Gluten content (wet)	32,65	9,95	33,5	7,82	31,67	4,25	32,14	7,79
Indeks glutenowy Gluten index	84,43	8,28	65,7	17,64	77,13	7,19	79,90	13,46

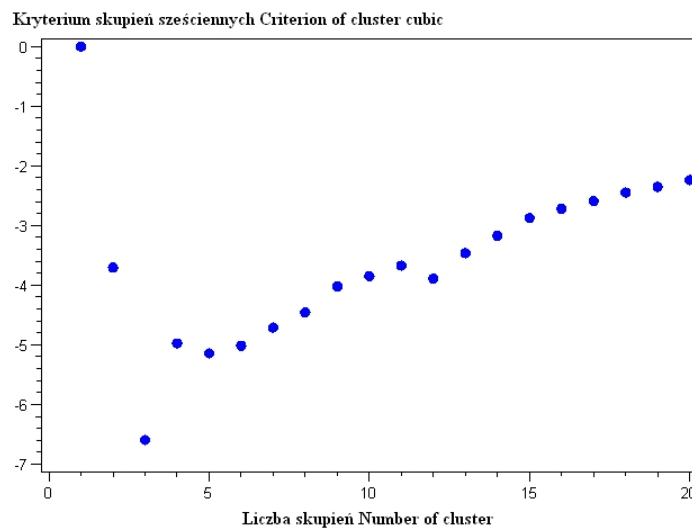


Rys. 1. Wykresy podobieństw obiektów pszenicy ozimej wykonane za pomocą statystyki pseudo-F
Fig. 1. Similarity graphs for objects of winter wheat drawn by statistics Pseudo



Rys. 2. Wykresy podobieństw obiektów pszenicy ozimej wykonane za pomocą statystyki pseudo T kwadrat

Fig. 2. Similarity graphs for objects of winter- wheat drawn by statistics Pseudo-T squares



Rys. 3. Wykresy podobieństw obiektów pszenicy ozimej wykonane za pomocą kryterium skupień sześciennych

Fig. 3. Similarity graphs for objects of winter wheat drawn by statistics Criterion of cluster cubic

W oparciu o wyliczenia wykreślono wykresy podobieństwa badanych obiektów (rys. 1, 2, 3). Z wykresu statystyki pseudo- F (rys. 1) wynika podział na 4 grupy, z wykresu statystyki pseudo- t kwadrat (rys. 2) wynika podział na 4 lub 8 lub 11 grup, z wykresu statystyki CCC wynika podział na 4 lub 11 grup (rys. 3). Kierując się uzyskanymi wynikami, interpretując rysunki przyjęto podział na 4 grupy skupienia obiektów (Sieczko, 2003). Charakterystykę wydzielonych cech w 4 grupach podano w tabeli 4. Porównując wartość średnich dla cech w poszczególnych grupach można zauważyć, że genotypy z grupy 1 różniły się od genotypów zgrupowanych w 2, 3 i 4 grupie pod względem niektórych cech; szczególnie liczbą sedymentacji i liczbą opadania i nieco słabiej energią ciasta, objętością chleba i gluten indeksem oraz rozmiękczeniem. Nazwy genotypów pszenicy ozimej zlokalizowanych w 4 grupach podano w tabeli 5. Grupa pierwsza liczyła 47 obiektów pszenicy ozimej, druga grupa 25 obiektów, trzecia grupa 17 obiektów a czwarta grupa 13 obiektów (tab. 5).

Tabela 5

Bezkierunkowa klasyfikacja obiektów według stacji hodowlanych i grup jednorodnych
The non-directional classification of objects according to breeding stations and homogenous groups

Symbol stacji hodowlanej The symbol of plant breeding station	Stacja Hodowli Roślin Plant breeding station	Firma hodowlana The firm of breeding	Grupy Groups				Razem Total
			1	2	3	4	
CHD	Choryń		4		1	2	7
DED	Dębina	HR Danko	6	1		1	7
LAD	Laski		2		1		3
AND	Antoniny	Poznańska Hodowla	4		1	1	6
NAD	Nagradowice	Roślin	6	1	1		8
KBH	Henryków	Hodowla Roślin	4		1		5
KBP	Pustków	Kobierzyce	2		2	2	6
SZD	Szelejewo	Grupa Szelejewo	2	8			11
MOB	Modzurów		2	1	5		8
POB	Polanowice	Małopolska Hodowla	3		1	3	7
MIB	Mikulice	Roślin		2			2
STH	Strzelce	HR Strzelce	6	9	2		17
SMH	Smolice	HR Smolice	4	3	2	3	13
Wzorzec — Standard			2			1	3
Razem — Total			47	25	17	13	102

Stosunkowo duża prawie 50% frekwencja obiektów w tej grupie dowodzi skutecznej pracy selekcyjnej mającej na celu wyodrębnienie jakościowych pszenic w programach hodowlanych. Struktura pochodzenia obiektów pszenicy ozimej zgromadzonych w tej grupie okazała się niezwykle zróżnicowana, obejmowała obiekty z wszystkich 7 programów hodowlanych realizowanych przez polskie firmy (tab. 6). Wyniki klasyfikacji wskazują na stopień zaangażowania poszczególnych polskich hodowli pod względem liczby obiektów w realizacji programu hodowli pszenicy ozimej o wysokiej wartości technologicznej (tab. 6).

Przeprowadzona wielowymiarowa analiza wykorzystująca 2 metody; czynnikową i skupień okazała się przydatna do oceny zmienności wskaźników jakości technologicznej ziarna i mąki oraz klasyfikacji genotypów pszenicy ozimej z polskiej hodowli zbóż.

Uzyskane wyniki korespondowały z pracami Gregorczyka (2008) i Peciny (2000). Okazało się podobnie jak w cytowanych pracach liczba sedymentacji wnoszącej do zmienności cech jakościowych badanych genotypów (Śmiałowski i in., 2008).

Tabela 6

Grupy obiektów pszenicy ozimej wydzielone za pomocą analizy skupień metodą Warda
The groups of winter wheat objects distinguished out by cluster analysis (Ward)

Grupa Group	Liczebność Amount	Obiekty Objects			
1	47	AND-726/03 DED 12028/02 KBH 1526/04 MOB 2892/02 POB 170/04 STH 3195 CHD 1048/03 DED 6732/02 KBP 04.269 NAD 070/04 SMH 7809 STH C 3505	AND-728/03 DED 12274/02 KBH 1827/03 MOB 3393/02 POB 679/03 STH 504 CHD 429/03 DED 773/02 Kobra wz. NAD 071/04 SMH 7818 SZD 2226/04	AND-73/03 DED 12604/02 KBH 422/04 NAD 034/02 POB 93/04 STH 507 CHD 433/03 Finezja wz. LAD 682/03 NAD 15-6310 SMH 7874 SZD 4185/03	AND-828/01g DED 5259/02 KBP 02.930/1 NAD 056/02 SMH 7803 STH B 3532 A CHD 464/02 KBH 1430/04 LAD 687/03 NAD 162/02 STH 3004
2	25	SMH 7809 STH C 3505 STH CM 7113 NAD 020/04 STH 511 SZD 3753/02 SZD 4276/04	SMH 7818 SZD 2226/04 SZD 2560/04 SMH 7727 STH 512 SZD 3901/02	SMH 7874 SZD 4185/03 SZD 3138/04 SMH 7838 STH 537 SZD 3935/02	STH 3004 STH 505 SZD 3368/02 SMH 7852 STH Ar 1 SZD 3959/03
3	17	AND-1055/02 MOB 2353/02 KBP 04.71 POB 20/04 STH 2703.1	CHD 571/03 MOB 2358/02 LAD 237/03 SMH 7619	KBH 1434/03 MOB 4441/03 MOB 2345/02 SMH 7817	KBP 02.876 NAD 055/02 MOB 2350/02 STH 1488
4	13	AND-833/01g KBP 04.226 POB 748/03 Tonacja wz.	CHD 1054/03 KBP 04.59 SMH 7723	CHD 884/03 POB 107/04 SMH 7753	DED13998/02 POB 114/04 SMH 7785

WNIOSKI

1. Przeprowadzone analizy; czynnikowa oraz skupień okazały się przydatne do oceny zmienności i wzajemnych zależności cech jakości technologicznej ziarna, mąki i ciasta dla dużej liczby genotypów pszenicy ozimej.
2. Wykonana na podstawie macierzy korelacji 13 cech jakości technologicznej analiza czynnikowa, ujawniła trzy składowe, które objaśniały aż 71% zmienności całkowitej. Stwierdzono, że cechami o dużej mocy dyskryminacyjnej określającymi zmienność badanego materiału okazały się liczba sedymentacji, liczba opadania, zawartość białka.
3. Zjawisko to potwierdza praktyczną możliwość wykorzystania cech do wstępnej skróconej oceny materiału hodowlanego pod względem jakości technologicznej.

4. Pogłębiona analiza składowych głównych wykazała, że spośród 13 badanych cech aż dziesięć wpływa na jakość technologiczną badanych genotypów. Należy to uwzględnić przy typowaniu obiektów hodowlanych jako odmian o wysokiej jakości technologicznej.
5. Wykonana aglomeracja obiektów genetycznych ujawniła w jednej grupie blisko 50% badanych obiektów o wyższych wartościach od przeciętnej cech jakościowych. Może to wskazywać na skuteczną selekcję linii i rodów pszenicy ozimej w kierunku wysokiej jakości technologicznej.

LITERATURA.

- Akkaya M. S., Buyukunal-Bal E. B. 2004. Assessment of genetic variation of bread wheat varieties using microsatellite markers. *Euphytica* 135: 179–185.
- Almanza-Pinzon M. I., Khairallah M., Fox P.N., Warburton M. L. 2003. Comparison of molecular markers and coefficients of parentage for the analysis of genetic diversity among spring bread wheat accessions. *Euphytica* 130: 77 — 86.
- Anderberg M. R. 1973. *Cluster Analysis for Applications*. New York: Academic Press, Inc.
- Anderson R., Hamalainen M., Aman P. 1994. Predictive modeling of bread-making performance and dough properties of Wheat. *J. Cereals Sci.* 20: 129 — 138.
- Badea A., Eudes F., Graf R. J., Laroche A., Gaudet D. A., Sadasivaiah R. S. (2008). Phenotypic and marker-assisted evaluation of spring and winter wheat germplasm for resistance to fusarium head blight. *Euphytica* 164: 803 — 819
- Banaszak Z. Majchrzycki D. 2006. Pszenica jakościowa- od hodowcy do młynarza. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*: 17 — 19.
- Bichoński A. 1995. Ocena wybranych cech technologicznych z kolekcji pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*. 194. 131 — 138.
- Blashfield R. K., Aldenderfer M. S. 1978. The Literature on Cluster Analysis. *Multivariate Behavioral Research*. 13: 271 — 295.
- Branlard G., Dardevet, M. Saccomano R., Lagoutte F., Gourdon J. 2001. Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality *Euphytica* 119: 59 — 67.
- Caliński T., Harabasz J. 1974. A dendrite method for cluster analysis. *Comm. Stat.* 3: 1 — 27.
- Ceglińska A., Cacak Pietrzak. G., Haber T. 2003. Współzależność pomiędzy cechami jakościowymi rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 230: 65 — 70.
- Corbellini M., Perenzin M., Accerbi M., Vaccino P., Borghi B. 2002. Genetic diversity in bread wheat, as revealed by coefficient of parentage and molecular markers, and its relationship to hybrid performance. *Euphytica* 123: 273 — 285.
- Crossa J., Franco J. 2004. Statistical method for classifying genotypes. *Euphytica* 137: 19 — 37.
- Cygankiewicz A. 1997. Wartość technologiczna ziarna materiałów hodowlanych pszenicy ozimej i jarej na tle badań własnych i światowych. *Biul. IHAR* 204: 219 — 238.
- Everitt B. S. 1984. *An Introduction to Latent Variable Methods*. London: Chapman & Hall.
- Fufa H., Baenziger P.S., Beecher B.S., Dweikat I., Graybosch R.A., Eskridge K. M. 2005. Comparison of phenotypic and molecular marker-based classifications of hard red winter wheat cultivars *Euphytica* 145: 133 — 146.
- Graybosch R., Paterson C. J., Moore K. J., Steams M., Grant D. J. 1993. Comparative effects of wheat flour protein, lipid and pentosan composition in relation to baking and milling quality. *Cereal Chem.* 70: 95 — 101.
- Gregorczyk A., Smagacz J., Hury G., Ułasik S. 2008. Zastosowanie metod wielowymiarowych do oceny współzależności cech użytkowych ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Coll. Biom.* 38: 23 — 31.
- Harman, H. H. 1976. *Modern Factor Analysis, Third Edition*, Chicago: University of Chicago Press.

- Kolliker R., Boller B., Widmer F. 2005. Marker assisted polycross breeding to increase diversity and yield in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) Euphytica 146: 55 — 65.
- Jackson, J. E. 1980. Principal Components and Factor Analysis: Part I – Principal. Components, Journal of Quality Technology, 12, 201 — 213.
- Johansson E. 2002. Effect of two wheat genotypes and Swedish environment on falling number, amylase activities, and protein concentration and composition. Euphytica 126: 143 — 149.
- Lawley, D. N. and Maxwell, A.E. 1971. Factor Analysis as a Statistical Method. New York: American Elsevier Publishing Company.
- Liu J., Liu L., Hou N., Zhang A., Liu C. 2007. Genetic diversity of wheat gene pool of recurrent selection assessed by microsatellite markers and morphological traits. Euphytica 155: 249 — 258.
- Liu J., He Z., Zhao Z., Pena R., Rajaram S. 2003. Wheat quality traits and quality parameters of cooked dry white Chinese Noodles. Euphytica 131: 147 — 154.
- Mądry W. 1997. Studia statystyczne nad wielowymiarową oceną zróżnicowania cech ilości w kolekcjach zasobów genowych zbóż. Wydawnictwo SGGW: Rozprawy Naukowe i Monografie, Warszawa.
- Pecina M., Gunjaca J. 2000. Multivariate distance and classification of winter wheat breeding program. 22 Int. Conf. Information Technology Interphases ITI 2000. Pula, Croatia: 232 — 328.
- Santos T. M., Gananca F., Slaski J., Miguel A., Pinheiro de Carvalho A. 2009. Morphological characterization of wheat genetic resources from the Island of Madeira, Portugal. Genet Resour Crop. Vol. 56: 363–375.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT 9.1 users guide. Cary, NC, USA: SAS Publishing. SAS Institute Inc.
- Sarle W. S. 1983, The Cubic Clustering Criterion. SAS Technical Report A-108, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Spath H. 1980. Cluster Analysis Algorithms, Chichester, England: Ellis Horwood.
- Sieczko L. 2003. Kryterium wstępnego przecięcia dendrogramu w hierarchicznej analizie skupień. Coll. Biom. 23: 249 — 258.
- Sieczko L., Mądry W., Zieliński A. 2006. Zastosowanie analizy składowych w badaniach nad wielocechową charakterystyką zmienności genetycznej w kolekcjach zasobów genowych pszenicy twardej (*Triticum durum* L.) Coll. Biom. 34. 223 — 239.
- Sorrels M.E. 2007. Application of new knowledge, technologies, and strategies to wheat improvement. Euphytica 157: 299 — 306.
- Śmiałowski T. 2004. Ocena rodów pszenicy ozimej z polskiej hodowli w doświadczeniach przed rejestrowych w roku 2004. Biul. IHAR 235: 13 — 22.
- Śmiałowski T., Stachowicz M. 2007. Ocena wartości technologicznej nowych polskich rodów i odmian pszenicy ozimej z doświadczeń wstępnych w latach 2005–2006. Biul. IHAR: 57 — 66.
- Śmiałowski T., Stachowicz M. 2008. Wykorzystanie analizy ścieżek do oceny współzależności pomiędzy cechami technologicznymi pszenicy ozimej. Coll. Biom. 38: 79 — 87.
- Ward J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association 58: 236 — 244.
- Wolfe, J. H. 1970. Pattern Cluster by Multivariate Mixture Analysis. Multivariate Behavioral Research 5: 329 — 350.
- Wikstrom K., Bohlin L. 1996. Multivariate analysis as a tool to predict bread volume from mixograph parameters. Cereal Chem. 73 (6): 686 — 690.
- Zhang Y., Zhang Y., He Z., Ye G. 2005. Milling quality and protein properties of autumn-sown Chinese wheat evaluated through multi-location trials. Euphytica 143: 209 — 222.