

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY WYRÓŻNIKAMI JAKOŚCIOWYMI ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY OZIMEJ

Sylwia Stępniewska, Danuta Abramczyk

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego
Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa
ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa
stepniewska@ibprs.pl

Streszczenie

Materiał badawczy stanowiło ziarno 15 odmian pszenicy ozimej (Akteur, Bogatka, Figura, Fregata, Legenda, Ludwig, Mewa, Mulan, Muszelka, Skagen, Smuga, Sukces, Tonacja, Zawisza, Zyta), pochodzące z towarowej produkcji rolniczej ze zbiorów 2010 r. Określono: gęstość ziarna w stanie zsypanym, szklistość, zawartość popiołu, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego, ilość glutenu mokrego, ilość i jakość glutenu w systemie GLUTOMATIC, liczbę opadania. Ziarno przemielono w młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler. Z ziarna ocenianych odmian pszenicy otrzymano średnio 74,5% mąki. W mąkach oznaczono cechy reologiczne: amylograficzne, farinograficzne i alweograficzne. Wykazano zróżnicowanie większości badanych cech ziarna pszenicy. Gęstość ziarna związana była z jego szklistością, ilością glutenu i zawartością białka. Szklistość ziarna zależała od ilości glutenu, wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego i zawartości białka. Na ilość glutenu i wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego istotny wpływ miała zawartość białka. Na cechy farinograficzne i alweograficzne korzystny wpływ wywarły: zawartość białka, ilość glutenu i wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego.

Słowa kluczowe: pszenica, jakość, współczynniki korelacji, odmiany

THE CORRELATION BETWEEN QUALITY PARAMETERS OF SELECTED WINTER WHEAT GRAIN

Summary

Grain quality parameters were tested of fifteen winter wheat varieties (Akteur, Bogatka, Figura, Fregata, Legenda, Ludwig, Mewa, Mulan, Muszelka, Skagen, Smuga, Sukces, Tonacja, Zawisza, Zyta), collected from farms of 2010 crop. Specific weight, vitreousness, ash content, Zeleny index, gluten wet content, gluten content in Glutomatic system, falling number were determined. The grains were milled in the MLU-202 Bühler laboratory mill. In wheat grain obtained middle 74.5% extract flour. Rheological properties of

dough tested by amylograph, farinograph, alveograph were evaluated. The most of analyzed quality parameters of wheat flours showed differentiation. Specific weight was connect with virtuousness, quantity of gluten and protein content. The quantity of gluten, Zeleny index and protein content depended on virtuousness of grain. The quantity of gluten and the Zeleny index significantly influenced by protein content. Farinograph and alveograph traits profitable influenced by protein content, gluten content and Zeleny index.

Key words: wheat, quality, correlation coefficients, varieties

WPROWADZENIE

Wyprodukowanie mąki pszennej o jakości określonej wymaganiami odbiorcy wymaga użycia do przemiału ziarna pszenicy o odpowiedniej jakości. Jakość ziarna można opisać wieloma wyróżnikami jakości, charakteryzującymi jego przydatność do przechowywania, dorodność, stan aktywności enzymatycznej, jakość kompleksu białkowego czy przydatność do potrzeb przemysłu piekarskiego.

Nieźmiernie ważne jest prawidłowe definiowanie wymagań w zakresie wyróżników jakościowych charakteryzujących ilość i jakość kompleksu białkowego ziarna pszenicy. Stosowanych może być kilka wyróżników, takich jak: ilość i jakość glutenu, zawartość białka, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego czy cechy reologiczne. Ocena cech reologicznych mąki pszennej może być wykonana za pomocą farinografu, alveografu i ekstensografu. Zaletą tych metod oceny jest badanie ciasta w warunkach zbliżonych do warunków przemysłowej produkcji pieczywa, co stwarza możliwość pełniejszego określenia własności wypiekowych mąki pszennej. Istotne są również relacje poziomu wartości wyróżników jakości oznaczanych dla ziarna i mąki [Konopka i wsp. 2004].

Białko odgrywa dużą rolę w procesie tworzenia ciasta pszennego, a białka wysokocząsteczkowe wywierają korzystny wpływ na własności reologiczne i jakość chleba, zaś niskocząsteczkowe powodują pogorszenie właściwości wypiekowych. Według Subdy i wsp. (2002) z mąki zawierającej dużo białek wysokocząsteczkowych otrzymuje się ciasto o dobrych właściwościach reologicznych. Na wodochłonność mąki korzystnie wpływa większa zawartość białka ogółem i większa ilość glutenu. Wyższa zawartość białka wpływa także na wydłużenie czasu rozwoju i stałość ciasta pszennego [Subda i wsp. 1996, 1997].

Duży wpływ na wartość wypiekową mąki wywierają enzymy proteolityczne i amylolityczne, których podwyższona aktywność pogarsza wartość wypiekową.

W badaniach Śmiałowskiego i wsp. (2008) wykazano, że liczba sedymentacji stanowi dobry wskaźnik jakości mąki ze względu na korzystne, dodatnie korelacje z takimi cechami

technologicznymi jak: zawartość białka, energia ciasta, czas stałości, liczba jakości, indeks glutenu. Wyższa wartość wskaźnika sedymentacji wskazuje, że w mące znajduje się więcej białek glutenowych i gluteniny wysokocząsteczkowej odznaczającej się dużą zdolnością pęcznienia i warunkującej dobrą wartość wypiekową mąki.

Wielu autorów uważa, że właściwości ciasta pszennego zależą w dużym stopniu od ilości i jakości białka [Preston i wsp. 1992; Ceglińska i wsp. 2003; Subda i wsp. 1996, 1997; Michniewicz i wsp. 2000].

Dla doświadczonego technologa nie jest problemem sporządzenie mąki o żądanej zawartości białka czy popiołu (wskaźniki „ilościowe”), ale już znacznie więcej trudności sprawia sporządzenie mąki o żądanym poziomie cech alweograficznych czy innych wyróżników jakościowych, które charakteryzują „jakość”, a nie „ilość” określonej substancji. Dotyczy to między innymi oceny cech reologicznych za pomocą alweografu i farinografu, a także wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny’ego oraz wskaźników charakteryzujących jakość glutenu mokrego.

Celem pracy było zbadanie wartości technologicznej ziarna badanych odmian pszenicy ozimej oraz określenie współzależności między podstawowymi wyróżnikami charakteryzującymi wartość przemiałową i wypiekową ziarna pszenicy a parametrami charakteryzującymi jego cechy reologiczne.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

1. Materiał badawczy

Materiałem badawczym było ziarno 15 odmian pszenicy ozimej (Akteur, Bogatka, Figura, Fregata, Legenda, Ludwig, Mewa, Muszelka, Mulan, Skagen, Smuga, Sukces, Tonacja, Zawisza, Zyta) ze zbiorów 2010 roku. Ziarno pochodziło z towarowej produkcji rolniczej z terenu całego kraju. Próbki ziarna pobierano bezpośrednio u producentów przez pracowników Ośrodków Doradztwa Rolniczego.

2. Metodyka

Oznaczanie wybranych wyróżników jakościowych ziarna pszenicy i mąki uzyskanej w przemiale laboratoryjnym wykonywano zgodnie z metodami określonymi w następujących normach:

- gęstość ziarna w stanie zsylnym według PN-73/R-74007,
- szklistość ziarna według PN-70/R-74008,
- zawartość popiołu całkowitego według PN-EN ISO 2171:2010,

- liczba opadania według PN-EN ISO 3093:2010,
- zawartość białka (Nx5,7) według PN-EN ISO 20483:2007,
- wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego według PN-EN ISO 5529:2010,
- ilość i jakość glutenu mokrego w systemie GLUTOMATIC według PN-EN ISO 21415-2,
- ocena właściwości amylograficznych według PN-ISO 7973:2001,
- ocena właściwości farinograficznych przy użyciu farinografu Brabendera z mieszalnikiem na 50 g mąki według PN-ISO 5530-1:1999,
- ocena właściwości alveograficznych przy użyciu alveografu Chopina według PN-EN ISO 27971:2009.

Przemiał ziarna pszenicy wykonywano za pomocą sześciopasażowego młyna MLU-202, według metodyki opracowanej w CLTPiPZ [Sitkowski 1993]. Otrzymane produkty przemiału ważono, a następnie z mąk pasażowych formowano mąkę ogólną przeznaczoną do dalszej oceny. Wyniki wyżej wymienionych analiz posłużyły do obliczenia współczynników korelacji liniowej między poszczególnymi cechami ziarna i cechami reologicznymi ciasta.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki oceny wyróżników charakteryzujących wartość przemiałową ziarna badanych odmian pszenicy ozimej przedstawiono w tabeli 1, wyniki oceny wyróżników określających w sposób pośredni wartość wypiekową przedstawiono w tabeli 2, zaś wyniki oceny cech reologicznych, tj. oceny amylograficznej, farinograficznej i alveograficznej, zestawiono odpowiednio w tabelach 3, 4, 5. W tabeli 6 przedstawiono wartości obliczonych współczynników korelacji pomiędzy wybranymi wyróżnikami jakościowymi charakteryzującymi wartość przemiałową i wartość wypiekową ziarna pszenicy. Współczynniki korelacji pomiędzy podstawowymi wyróżnikami jakościowymi ziarna pszenicy i wybranymi wskaźnikami oceny cech reologicznych zestawiono w tabeli 7.

Gęstość ziarna badanych odmian pszenicy kształtowała się od 73,0 kg/hl w przypadku ziarna odmiany Ludwig do 78,8 kg/hl w odniesieniu do ziarna odmiany Mewa (tabela 1). Obliczone odchylenia standardowe dotyczące gęstości ziarna w stanie zsypanym przekraczały granicę odtwarzalności podaną w normie PN-73/R-74007. Wskazuje to na zróżnicowanie badanych odmian pszenicy pod względem omawianego wyróżnika jakościowego. Muste i wsp. (2010) wykazali, że gęstość ziarna jest silnie powiązana z jego szklistością. W obecnych badaniach obliczony współczynnik korelacji pomiędzy tymi dwoma parametrami był wprawdzie istotny, ale mało znaczący ($r = 0,44$).

W obecnych badaniach istotne, ale mało znaczące współczynniki korelacji stwierdzono również między szklistością ziarna a ilością glutenu mokrego ($r = 0,43$), glutenu suchego ($r = 0,44$) oraz zawartością białka ($r = 0,38$). Badania przeprowadzone przez Ceglińską i wsp. (2003) nie wykazały, aby między szklistością ziarna i zawartością białka wystąpiła istotna współzależność. Badaniem zależności pomiędzy szklistością ziarna i ilością glutenu zajmowali się Laskowski i Różyłko (2003). Autorzy ci wykazali, że wraz ze wzrostem szklistości wzrasta ilość glutenu w ziarnie oraz że szklistość ziarna jest w dużym stopniu powiązana ze wskaźnikiem sedymentacyjnym Zeleny'ego ($r = 0,86$). Potwierdzają to obecne wyniki badań, w których współczynnik korelacji między szklistością ziarna a wskaźnikiem sedymentacyjnym Zeleny'ego wynosił 0,56.

Wyciąg mąki badanych odmian pszenicy kształtował się od 71,2 do 76,6% (tabela 1). Najwięcej mąki otrzymano z ziarna odmiany Mulan, a najmniej z ziarna odmiany Mewa. Stwierdzono istotne, ale mało znaczące współzależności między wyciągiem mąki a zawartością popiołu w ziarnie ($r = -0,37$) i wskaźnikiem sedymentacyjnym Zeleny'ego ($r = 0,30$).

Tabela 1. Wartości wyróżników charakteryzujących wartość przemiałową ziarna odmian pszenicy ozimej
Values of parameters characterizing milling value of grain of winter wheat varieties

Cecha Odmiana	Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg/hl)	Szklistość (%)	Zawartość popiołu (% s.m.)	Wyciąg mąki (%)
Akteur	75,8	37	1,78	74,4
Bogatka	75,7	30	1,70	75,6
Figura	74,5	27	1,66	75,7
Fregata	77,5	50	1,74	75,9
Legenda	76,9	58	1,76	74,7
Ludwig	73,0	60	1,78	72,4
Mewa	78,8	49	1,69	76,6
Mulan	76,7	50	1,69	71,2
Muszelka	73,9	15	1,60	75,0
Skagen	75,2	48	1,66	74,1
Smuga	76,3	25	1,63	75,0
Sukces	74,1	32	1,78	73,4
Tonacja	74,9	43	1,74	74,8
Zawisza	75,2	21	1,77	74,6
Zyta	77,9	73	1,78	74,2
średnia	75,8	41	1,72	74,5
odchylenie standardowe	2,4	22	0,10	1,7

Badane odmiany pszenicy były zróżnicowane pod względem wartości wypiekowej ocenianej na podstawie analizy pośrednich wyróżników jakościowych (tabela 2). Świadczą o tym wartości odchyłeń standardowych zestawionych w tej tabeli, które przekraczają granice odtwarzalności podane w odpowiednich normach. Zawartość białka w największym stopniu związana była z ilością glutenu mokrego i glutenu suchego, współczynniki korelacji wyniosły odpowiednio $r = 0,95$ i $r = 0,97$ (tabela 6). Wraz ze wzrostem ilości glutenu zwiększała się zawartość białka w ziarnie. Potwierdzają to też w swoich badaniach Subda i wsp. (1996, 1997), Michniewicz i wsp. (2000), Karolini-Skaradzińska i wsp. (2001), Konopka i wsp. (2004). Stwierdzono również istotną współzależność pomiędzy zawartością białka i wskaźnikiem sedymentacyjnym Zeleny'ego ($r = 0,85$). Potwierdzają to też w swoich badaniach inni autorzy [Finney i Bains 1999; Subda i wsp. 2002; Hrušcová i wsp. 2006].

W prezentowanych badaniach wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego w dużej mierze związany był również z ilością glutenu mokrego ($r = 0,75$) i ilością glutenu suchego ($r = 0,78$). Na wysoką współzależność między tymi wyróżnikami jakościowymi wskazują badania Michniewicza i wsp. (2000) oraz Ceglińskiej i wsp. (2003).

Tabela 2. Wartości wyróżników charakteryzujących pośrednio wartość wypiekową ziarna odmian pszenicy ozimej
Values of parameters characterizing indirectly bakery value of grain of winter wheat varieties

Cecha Odmiana	Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (cm ³)	Zawartość białka (% s.m.)	Liczba opadania (s)	System GLUTOMATIC		
				Ilość glutenu mokrego (%)	Ilość glutenu suchego (%)	Indeks Glutenu
Akteur	47	13,4	293	27,9	8,9	88
Bogatka	38	13,0	342	28,0	8,9	79
Figura	47	13,2	232	27,7	8,9	87
Fregata	45	13,6	389	28,8	9,5	92
Legenda	45	13,0	412	27,0	8,6	81
Ludwig	47	13,5	280	27,4	8,8	85
Mewa	41	12,9	367	26,7	8,6	91
Mulan	37	12,9	294	28,4	8,8	58
Muszelka	41	13,1	314	27,7	8,6	79
Skagen	43	12,7	322	24,6	8,0	90
Smuga	38	12,5	309	26,3	8,3	77
Sukces	31	11,1	265	18,9	6,0	98
Tonacja	38	13,1	272	28,4	8,9	53
Zawisza	33	11,2	328	21,8	6,9	90
Zyta	48	13,3	340	29,5	9,3	68
średnia	41	12,8	317	26,6	8,5	81
odchylenie standardowe	9	1,2	68	4,4	1,4	14

Aktywność enzymów amylolitycznych ziarna badanych odmian pszenicy, charakteryzowana na podstawie liczby opadania, kształtowała się na niskim i średnim poziomie, na co wskazują wyniki zamieszczone w tabeli 2. Stwierdzono wysoką korelację pomiędzy liczbą opadania a lepkością kleiku skrobiowego i końcową temperaturą kleikowania. Współczynniki korelacji wyniosły odpowiednio $r = 0,90$ i $r = 0,88$. Wraz ze wzrostem temperatury końcowej kleikowania i lepkości kleiku skrobiowego zwiększała się wartość liczby opadania. Wcześniejsze badania przeprowadzone w Zakładzie Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa IBPRS [Stępniewska 2009] również potwierdzają istnienie zależności pomiędzy liczbą opadania a lepkością kleiku skrobiowego.

Tabela 3. Wartości cech amylograficznych ziarna odmian pszenicy ozimej
Values of amylograph traits of grain of winter wheat varieties

Cecha Odmiana	Początkowa temperatura kleikowania (°C)	Końcowa temperatura kleikowania (°C)	Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego (AU)
Akteur	60,5	84,5	530
Bogatka	60,0	87,0	790
Figura	60,0	76,5	310
Fregata	60,5	90,0	1080
Legenda	59,0	91,0	1340
Ludwig	60,5	83,0	580
Mewa	60,0	91,5	1180
Mulan	58,5	81,5	490
Muszelka	60,0	85,0	580
Skagen	59,0	81,5	660
Smuga	59,0	84,0	530
Sukces	60,0	80,0	420
Tonacja	59,0	80,0	450
Zawisza	60,5	85,5	730
Zyta	59,5	88,0	810
średnia	60,0	84,5	700
odchylenie standardowe	0,8	6,0	390

Wodochłonność mąki uzyskanej z ziarna badanych odmian pszenicy mieściła się w przedziale od 55,2% w przypadku ziarna odmiany Zawisza do 60,1% w odniesieniu do odmiany Mulan. Była ona najbardziej związana z ilością i jakością zawartego w niej glutenu oraz zawartością białka. Korzystny wpływ zawartości białka na wodochłonność mąki wykazano również w badaniach Karolini-Skaradzińskiej i wsp. (2001]) oraz Różyłko

i Laskowskiego (2007). Takie zależności nie wystąpiły w odniesieniu do pszenic badanych przez Michniewicza i wsp. (2000) oraz Ceglińską i wsp. (2003). Finney i Bains (1999) oraz Hrušcová i wsp. (2011) wykazali, że istnieje istotna współzależność między wodochłonnością a wskaźnikiem sedymentacyjnym Zeleny'ego. W prezentowanych badaniach współczynnik korelacji pomiędzy tymi dwoma parametrami jakościowymi był wprawdzie istotny, ale mało znaczący ($r = 0,32$). Badania własne wykazały również istotny, ale mało znaczący wpływ gęstości ziarna ($r = 0,35$) oraz jego szklistości ($r = 0,34$) na wodochłonność mąki. Dodatkowo zależności pomiędzy wodochłonnością a gęstością ziarna i jego szklistością odnotowali Różyłko i Laskowski (2007), współczynniki korelacji wynosiły w obu przypadkach $r = 0,66$.

Tabela 4. Wartości wybranych cech farinograficznych ziarna odmian pszenicy ozimej
Values of selected farinograph traits of grain of winter wheat varieties

Cecha Odmiana	Wodochłonność mąki (%)	Czas rozwoju ciasta (min)	Czas stałości ciasta (min)	Rozmięczenie Ciasta (FU)
Akteur	56,2	2,3	4,1	80
Bogatka	57,5	2,0	3,0	80
Figura	57,7	2,0	3,7	90
Fregata	57,2	2,0	2,5	90
Legenda	56,1	2,5	9,3	60
Ludwig	56,5	2,0	2,6	70
Mewa	56,0	3,2	5,5	70
Mulan	60,1	2,6	4,0	90
Muszelka	55,6	2,2	3,5	90
Skagen	56,7	2,1	3,2	80
Smuga	57,7	2,0	3,5	70
Sukces	55,5	1,5	1,3	110
Tonacja	57,2	3,3	4,4	100
Zawisza	55,2	1,6	2,0	110
Zyta	58,0	3,3	5,8	80
średnia	56,9	2,3	3,9	85
odchylenie standardowe	1,7	1,0	3,3	24

Cechy farinograficzne ciasta, takie jak czas stałości i rozmięczenie, zależały w największym stopniu od wyróżników charakteryzujących w sposób ilościowy i jakościowy kompleks białkowy ziarna pszenicy, tj. zawartości białka, ilości glutenu i wskaźnika sedymentacyjny Zeleny'ego. Podobne zależności wystąpiły w pszenicach badanych przez innych autorów [Preston i wsp. 1992; Ceglińska i wsp. 2003].

Najkorzystniej pod względem cech alweograficznych oceniono odmiany Fregata i Akteur, które charakteryzowały się najwyższą wartością parametru „W” (tabela 5) opisującego siłę wypiekową mąki. Badane odmiany pszenicy ozimej były zróżnicowane pod względem takich parametrów alweograficznych jak: parametr „W” i parametr „P/L”. Wskazują na to wartości obliczonych odchyłeń standardowych, które przekraczały granice odtwarzalności podane w normie PN-EN ISO 27971:2009. Na cechy alweograficzne, podobnie jak na cechy farinograficzne, największy wpływ miały wyróżniki charakteryzujące w sposób ilościowy i jakościowy kompleks białkowy ziarna pszenicy. Wzrost zawartości białka, ilości glutenu i wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny’ego wpłynął na polepszenie cech alweograficznych ziarna badanych odmian pszenicy. Również badania Constantienescu i wsp. (2011) potwierdziły, że odmiany pszenicy charakteryzujące się wyższą zawartością białka i ilością glutenu odznaczały się lepszymi cechami alweograficznymi niż inne badane odmiany. Inni autorzy również wykazali [Rasper i wsp. 1986], że na kształtowanie wartości parametru alweograficznego „W” oprócz zawartości białka istotnie wpływa gęstość ziarna w stanie zsypanym ($r = 0,60$). Istotny, ale mało znaczący wpływ gęstości ziarna w stanie zsypanym na parametr alweograficzny „W” wykazano w obecnych badaniach ($r = 0,37$).

Tabela 5. Wartości wybranych cech alweograficznych ziarna odmian pszenicy ozimej
Values of selected alveograph traits of grain of winter wheat varieties

Cecha Odmiana	W (siła wypiekowa mąki)	P (sprężystość ciasta)	L (rozciągliwość ciasta)	P/L (konfiguracja wykresu)
Akteur	245	57	120	0,49
Bogatka	197	60	99	0,64
Figura	240	65	106	0,63
Fregata	271	74	96	0,78
Legenda	239	71	96	0,76
Ludwig	220	67	94	0,79
Mewa	200	61	97	0,70
Mulan	176	73	76	0,96
Muszelka	191	60	96	0,64
Skagen	217	73	80	1,02
Smuga	216	75	86	0,99
Sukces	150	68	55	1,25
Tonacja	177	56	111	0,52
Zawisza	151	59	70	0,86
Zyta	221	66	112	0,65
średnia	207	66	93	0,78
odchylenie standardowe	55	11	25	0,30

Tabela 6. Współczynniki korelacji pomiędzy cechami fizyko-chemicznymi ziarna pszenicy ozimej
Correlation coefficients between physico-chemical traits of winter wheat

Cecha	Gęstość ziarna w stanie zsypanym	Szklistość	Zawartość popiołu	Wyciąg mąki	Zawartość białka	Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego	Ilość glutenu mokrego	Ilość glutenu suchego	IG	Liczba opadania
Gęstość ziarna w stanie zsypanym	1,00									
Szklistość	0,44	1,00								
Zawartość popiołu	-0,11	0,11	1,00							
Wyciąg mąki	0,39	-0,18	-0,37	1,00						
Zawartość białka	0,38	0,51	-0,21	0,14	1,00					
Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego	0,27	0,56	-0,30	0,10	0,85	1,00				
Ilość glutenu mokrego	0,43	0,45	-0,24	0,18	0,95	0,75	1,00			
Ilość glutenu suchego	0,45	0,48	-0,21	0,20	0,97	0,78	0,99	1,00		
IG	-0,26	-0,18	0,12	0,07	-0,40	-0,13	-0,57	-0,50	1,00	
Liczba opadania	0,38	0,15	0,05	0,29	0,05	-0,02	0,08	0,10	0,03	1,00

Czcionka pogrubiona – współczynniki korelacji istotne przy $\alpha = 0,05$

The bold type – coefficients of correlation significant at $\alpha = 0,05$

Tabela 7. Współczynniki korelacji pomiędzy cechami fizyko-chemicznymi ziarna pszenicy ozimej a parametrami oceny: amylograficznej, farinograficznej i alveograficznej
Correlation coefficients between physico-chemical traits of winter wheat and amylograph, farinograph, alveograph parameters

Cecha	Ocena amylograficzna			Ocena farinograficzna			Ocena alveograficzna			
	Początkowa temperatura kleikowania	Końcowa temperatura kleikowania	Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego	Wodochłonność mąki	Czas stałości ciasta	Rozmieszczenie ciasta	W	P	L	P/L
Gęstość ziarna w stanie zsypanym	-0,21	0,30	0,29	0,35	0,36	-0,26	0,37	0,29	0,21	-0,07
Szklistość	-0,30	0,16	0,22	0,34	0,33	-0,46	0,52	0,51	0,18	0,01
Zawartość popiołu	0,23	0,15	0,11	-0,18	-0,32	0,30	-0,10	-0,05	-0,04	0,01
Zawartość białka	-0,23	0,10	0,06	0,45	0,58	-0,71	0,86	0,32	0,68	-0,45
Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego	-0,12	0,01	0,02	0,32	0,56	-0,68	0,82	0,35	0,56	-0,33
Ilość glutenu mokrego	-0,25	0,11	0,07	0,54	0,55	-0,66	0,77	0,22	0,74	-0,54
Ilość glutenu suchego	-0,22	0,13	0,10	0,52	0,54	-0,67	0,82	0,25	0,74	-0,54
IG	0,44	0,04	0,12	-0,58	-0,32	0,19	-0,08	-0,01	-0,37	0,31
Liczba opadania	-0,07	0,88	0,90	-0,08	0,30	-0,33	0,14	0,15	0,02	-0,02

Czcionka pogrubiona – współczynniki korelacji istotne przy $\alpha = 0,05$
The bold type – coefficients of correlation significant at $\alpha = 0,05$

WNIOSKI

1. Ziarno badanych odmian pszenicy było zróżnicowane zarówno pod względem wartości przemiałowej, jak i wypiekowej.
2. Gęstość ziarna w stanie zsypanym w największym stopniu była powiązana z jego szklistością i zawartością glutenu.
3. Szklistość ziarna powiązana była z wyróżnikami jakościowymi opisującymi w sposób ilościowy i jakościowy kompleks białkowy, takimi jak: ilość glutenu, zawartość białka, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego.
4. Na ilość glutenu i wskaźników sedymentacyjny Zeleny'ego korzystnie wpływała zawartość białka.
5. Stwierdzono wysokie korelacje pomiędzy poziomem liczby opadania a parametrami oceny amylograficznej: maksymalną lepkością kleiku skrobiowego i temperaturą końcową kleikowania.
6. Na właściwości reologiczne oceniane na podstawie parametrów alweograficznych i farinograficznych korzystny wpływ miały: ilość glutenu, zawartość białka, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego.

PIŚMIENNICTWO

1. Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., Haber T., Nita Z., Karnasiewicz E. (2003). Współzależność pomiędzy cechami jakościowymi rodów pszenicy ozimej. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Roś.*, 230, 65-70
2. Constantinescu (Pop) G., Dabija A., Buculei A., Rebenciuc I. (2011). Evaluation of wheat quality using modern methods. *J. Agroaliment. Process. Technol.*, 17(4), 469-472
3. Finney P.L., Bains G.S. (1999). Protein functionality differences in eastern U.S. soft wheat cultivars and interrelation with end-use quality test. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 32, 406-415
4. Hrušcová M., Švec I., Jirsa O. (2006). Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties. *J. Food Eng.*, 77, 439-444
5. Hrušcová M., Švec I., Kocourková Z. (2011). Interaction between wheat variety and harvest year analysed by statistical methods. *Cereal Technol.*, 4, 152-159
6. Laskowski J., Różyłko R. (2003). Wpływ zawartości glutenu i szklistości na energochłonność rozdrabniania ziarna pszenicy. *Acta Agrophycica*, 2(3), 589-596

7. Karolini-Skaradzińska Z., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Żmijewski M., Czubaszek A. (2001). Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność*, 2(27), 68-77
8. Konopka I., Fornal Ł., Abramczyk D., Rothkaehl J., Rotkiewicz D. (2004). Statistical evaluation of different technological and rheological tests of Polish wheat varieties from bread volume prediction *Intern. J. Food Sci. Technol.*, 39, 11- 20
9. Michniewicz J., Klockiewicz-Kamińska E., Kołodziejczyk P. (2000). Przydatność parametrów jakościowych do oceny wartości technologicznej ziarna pszenicy w piekarstwie. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 3, 23-25
10. Muste S., Modoran C., Man S., Muresan V., Birou A. (2010). The influence of wheat genotype on its quality. *J. Agroalimen. Process. Technol.*, 16 (2), 99-103
11. PN-EN ISO 2171:2010 Ziarno zbóż, nasiona roślin strączkowych i ich przetwory – Oznaczanie zawartości popiołu metodą spalania
12. PN-EN ISO 3093:2010 Pszenica, żyto i mąka z nich uzyskana, pszenica durum i semolina – Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena
13. PN-EN ISO 5529:2010 Pszenica – Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego – Test Zeleny’ego
14. PN-EN ISO 20483:2007 Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – Oznaczanie zawartości azotu i przeliczenie na zawartość białka – Metoda Kjeldahla
15. PN-EN ISO 21415-2:2008 Pszenica i mąka pszenna. Ilość glutenu. Część 2: Oznaczenie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych
16. PN-EN ISO 27971:2009 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Pszenica zwyczajna (*T. aestivum* L.) – Oznaczanie właściwości alveograficznych ciasta przy stałym dodatku wody dla mąki handlowej lub laboratoryjnej oraz procedura przemiału laboratoryjnego
17. PN-ISO 5530-1:1999 Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu
18. PN-ISO 7973:2001 Oznaczanie lepkości mąki – Metoda przy zastosowaniu amylografu
19. PN-70/R-74008 Ziarno zbóż. Oznaczenie ziaren szklistych
20. PN-73/R-74007 Ziarno zbóż – Oznaczanie gęstości
21. Preston K.R., Lukow O.M., Morgan B. (1992). Analysis of relationships between flour quality properties and protein fractions in a world wheat collection. *Cereal Chem.*, 69(5), 560-567
22. Rasper V.F., Pico M.-L., Fulcher R.G. (1986). Alveography in quality assessment of soft white winter wheat cultivars. *Cereal Chem.*, 63(5), 395-400

23. Różyłko R., Laskowski J. (2007). Wpływ właściwości pszenicy jarej na wodochłonność mąki. *Acta Agrophisica*, 9(3), 755-765
24. Sitkowski T. (1993). Opracowanie kompleksowej metody oceny wartości przemiałowej ziarna pszenicy. *Maszynopis CLTPiPZ*
25. Stępniewska S. (2009). Wzajemne relacje wartości wybranych wyróżników jakościowych ziarna pszenicy. *Prz.Zboż.-Młyn.*, 12, 24-26
26. Subda H., Jarosławska A., Unton A., Karolini-Skaradzińska Z. (2002). Ocena wpływu wybranych cech chemicznych pszenicy ozimej na jakość ciasta i chleba. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 232/224, 111-119
27. Subda H., Karolini-Skaradzińska Z. (1996). Ocena składu chemicznego i wartości wypiekowej kilku odmian pszenicy. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technol. Żyw.*, X, 305, 57-67
28. Subda H., Prorok D., Gębura E., Zeler J. (1997). Skład chemiczny i wartość wypiekowa mąki pszennej. Część II. Wartość wypiekowa. *Biul. Ins. Hod. Aklim. Roś.*, 201, 101-107
29. Śmiałowski T., Węgrzyn S., Stachowicz M. (2008). Analiza zmienności i korelacji ważnych cech technologicznych rodów i odmian pszenicy ozimej. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Roś.*, 249, 59-66