

**Grażyna Podolska**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

CZYNNIKI SIEDLISKOWE I AGROTECHNICZNE WPŁYWAJĄCE  
NA WARTOŚĆ TECHNOLOGICZNĄ PSZENICY OZIMEJ\*

**Słowa kluczowe:** pszenica ozima, warunki siedliska, odmiana, nawożenie azotem, środki ochrony roślin, wartość wypiekowa, wartość przemiałowa, cechy reologiczne

---

**Wstęp**

Pszenica zajmuje czołową pozycję w powierzchni uprawy zbóż zarówno w świecie, jak i w Polsce. Wynika ona z jednej strony z dużego jej potencjału plonowania, z drugiej z możliwości wykorzystania ziarna w przemyśle młynarskim i piekarniczym, w którym zużywa się ok. 50% rocznych zbiorów. Ziarno przeznaczone do wykorzystania w przemyśle młynarskim musi charakteryzować się odpowiednią wartością technologiczną, na którą składa się zarówno wartość przemiałowa ziarna, jak i wartość wypiekowa mąki. Wartość tę określa się, wykonując próbny przemiał lub wypiek laboratoryjny, jednak taka ocena jest pracochłonna i czasochłonna. Szybciej i taniej surowiec można dokonać oceny cech fizycznych i chemicznych. Oznaczenia te informują głównie o: jakości kompleksu białkowego (zawartość białka, glutenu, wskaźnik sedymentacyjny), aktywności enzymów amylolitycznych (liczba opadania), zachowaniu ciasta podczas miesienia (właściwości reologiczne) czy o wartości przemiałowej (gęstość ziarna w stanie zsypanym). Literatura wskazuje, że osiągnięcie odpowiednich parametrów jakościowych nie jest łatwe, bowiem kształtowane są one przez wiele pojedynczych czynników i ich wzajemne interakcje. W największym stopniu o cechach jakościowych decyduje czynnik genetyczny, czyli odmiana; zakodowane w niej cechy ujawniają się w odpowiednich warunkach siedliska i agrotechniki. W niniejszym artykule zostaną opisane czynniki determinujące wartość technologiczną pszenicy ozimej istotne z punktu widzenia jej przydatności do

---

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

produkcji mąki i wypieku pieczywa. Jak wskazuje literatura, można je uszeregować następująco: odmiana, warunki pogody, a spośród czynników agrotechnicznych: dawka i sposób nawożenia azotem, nawożenie pozostałymi makro- i mikroelementami, ochrona zasiewów, natomiast przedplon, sposób uprawy roli, termin i gęstość siewu w kształtowaniu cech wartości technologicznej surowca odgrywają mniejszą rolę (1, 2, 7, 8, 11, 12, 16, 22, 25, 27, 28, 41, 45).

### **Odmiana**

Pierwotnym źródłem jakości technologicznej jest czynnik genetyczny. Odmiany pszenicy ozimej przydatne do wyrobu mąki i wypieku pieczywa podzielono na 3 grupy (17): o bardzo dobrej wartości przemiałowej i wypiekowej – tzw. elitarne (grupa E), o dobrych cechach jakościowych – tzw. odmiany jakościowe (grupa A) oraz o średniej jakości – tzw. odmiany chlebowe (grupa B) (17). Klasyfikacja odmian odbywa się na podstawie ośmiu parametrów ważnych dla przemysłu piekarskiego i cukierniczego: liczba opadania, zawartość białka w ziarnie, wskaźnik sedymentacyjny SDS lub Zeleny'ego, wodochłonność mąki, rozmiękczenie ciasta, energia ciasta, objętość chleba, wydajność mąki. Rodzaj parametrów dobrano tak, by jak najlepiej charakteryzowały kondycję ziarna, jego wartość przemiałową, cechy reologiczne ciasta oraz wartość wypiekową (16, 17). Zakwalifikowanie odmian do określonej grupy technologicznej odbywa się na podstawie trzyletnich badań. W celu wyeliminowania wpływu warunków pogody odmiany porównuje się z odmianami wzorcowymi. Obecnie w Rejestrze COBORU znajduje się 1 odmiana zakwalifikowana do grupy pszenic elitarnych, 45 odmian – do grupy pszenic jakościowych i 34 odmiany – do grupy pszenic chlebowych (21).

### **Warunki siedliska**

Z czynników pogodowych największy wpływ na kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy wywiera ilość opadów, temperatura i nasłonecznienie w okresie od kłoszenia do zbioru. Dla tworzenia dużej ilości białek glutenowych najkorzystniejsza jest słoneczna pogoda z umiarkowanymi opadami i wysoka temperatura powietrza. Deszczowa pogoda, zwłaszcza w okresie dojrzewania, sprzyja większej aktywności enzymów amylolitycznych, które mogą być przyczyną porostania ziarna (7, 11, 25, 43). Obszar Polski jest zróżnicowany pod względem warunków glebowo-klimatycznych, długości lata, sumy opadów, wilgotności powietrza, w związku z czym zostało wydzielonych kilka rejonów o zmiennych warunkach. W publikacjach (31, 32, 41, 42) na podstawie wieloletnich badań określano wpływ rejonu uprawy na cechy wartości technologicznej. Uwzględniono (42) podział Polski na rejony

wg COBORU, gdzie: I (północno-zachodni), II (północno-wschodni), III (środkowo-zachodni), IV (środkowo-wschodni), V (południowo-zachodni), VI (południowo-wschodni), VII (wschodni-górski) i VIII (górski). Rothkaehl i in. (42) na podstawie analizy wielkości cech technologicznych ziarna i mąki pszenicy wydzielili 3 obszary uprawy pszenicy jakościowej. Pierwszy obszar, w skład którego zaliczono rejony I, II, III i IV charakteryzuje się uzyskiwaniem najlepszych parametrów jakości. Ziarno pszenicy z drugiego obszaru obejmującego rejony V, VI, VII cechuje się nieco słabszymi parametrami. Najgorsze natomiast cechy jakościowe posiada pszenica uprawiana w rejonie VIII, co najprawdopodobniej związane jest z mniej korzystnymi warunkami przyrodniczymi, krótszym okresem wegetacji, dużą ilością opadów i gorszymi warunkami glebowymi (tab. 1, 2). Wpływ rejonu uprawy na cechy technologiczne potwierdzają badania Podolskiej i Filipiak (32) obejmujące sześć rejonów klimatyczno-glebowych wyodrębnionych przez COBORU, wskazując, że pszenica uprawiana w rejonie III – środkowo-zachodnim i IV – środkowo-wschodnim w odniesieniu do pozostałych rejonów cechuje się lepszymi wartościami przemiałowymi. Korzystniejsze parametry wypiekowe natomiast ma pszenica uprawiana w rejonie V – południowo-zachodnim i VI – południowo-wschodnim, na co wskazuje większa zawartość białka w ziarnie i wyższe wartości wskaźnika sedymentacyjnego, natomiast na kształtowanie się liczby opadania rejon uprawy ma niewielki wpływ (32).

Tabela 1

Średnie i współczynniki zmienności cech charakteryzujących jakość pszenicy w rejonach klimatyczno-uprawowych przyjętych przez COBORU

Statystyki	Rejony	Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg·hl <sup>-1</sup> )	Liczba opadania (s)	Zawartość popiołu (% s.m.)	Zawartość białka (Nx5,7) (% s.m.)	Ilość glutenu (%)	Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml)
Współczynnik zmienności (%)	I	2,2	8,5	5,9	6,8	10,6	26,4
	II	2,5	14,5	7,1	6,2	10,0	24,2
	III	1,8	9,4	8,1	5,2	7,4	24,1
	IV	2,2	7,7	6,5	3,9	7,0	20,0
	V	2,9	18,9	6,7	4,2	8,7	20,6
	VI	2,4	14,0	5,4	7,0	10,1	16,1
	VII	2,9	9,3	8,1	3,0	8,2	16,0
	VIII	2,3	22,6	7,7	5,8	11,4	22,3
	Polska	2,5	13,8	6,7	6,4	9,9	23,3

Źródło: Rothkaehl i in., 2004 (42)

Tabela 2

Wartości analizowanych cech jakościowych ziarna pszenicy w grupach rejonów i ocena istotności różnic poszczególnych cech między grupami

Cechy	Rejony I–IV	Rejony V–VII	Rejon VIII
Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg/hl)	78,0 a*	77,1 b	75,7 c
Liczba opadania (s)	320,7 a	306,5 b	281,9 c
Zawartość popiołu (% s.m.)	1,77 a	1,77 a	1,80 a
Zawartość białka (Nx5,7) (% s.m.)	12,65 a	12,34 b	11,21 c
Ilość glutenu (%)	27,75 a	26,94 b	23,88 c
Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml)	35,10 a	31,77 b	25,30 c

\* grupy jednorodne

Źródło: Rothkaehl i in. 2004 (42)

Zmienność badanych cech w rejonach wyjaśniono (42) za pomocą trendu wyliczonego na podstawie 10-letnich badań (tab. 3). Z trendu oszacowanego dla gęstości ziarna w stanie zsypanym wynika, że od pierwszego roku badań (1993) do 1999 roku wartości tej zmiennej w rejonach I–VII malały, a w ostatnich trzech latach obserwuje się wzrost tej cechy, natomiast w rejonie VIII występuje coroczny spadek gęstości ziarna o 0,4. Zawartość popiołu w ziarnie w rejonach I–IV i V–VII opisano jednym równaniem:  $y = 1,594 + 0,110x - 0,011x^2$ ,  $R^2 = 54,0\%$ , z którego, podobnie jak z równania dla rejonu VIII wynika, że zawartość popiołu w ziarnie wzrastała do 1998 r., a w następnych latach malała. Podobny kształt mają trendy dla ilości glutenu w rejonach V–VII oraz VIII, zaś w rejonach I–IV ilość glutenu zwiększała się corocznie o ponad 0,4. Rosnącą, liniową zależnością charakteryzuje się we wszystkich rejonach trend zawartości białka, jednak zwrócono uwagę, że stała równania i współczynnik regresji są odpowiednio większe w rejonach I–IV w porównaniu z V–VII oraz I–IV i V–VII w porównaniu z VIII (tab. 3).

Tabela 3

Współczynniki trendów cech jakościowych ziarna pszenicy z lat 1993–2002 w grupach rejonów

Cechy	Rejon	Współczynniki równania $y = a + bx + cx^2$			Współczynnik determinacji ( $R^2$ )
		a	b	c	
Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg·hl <sup>-1</sup> )	I–IV	79,906	-0,985	0,089	25,1
	V–VII	79,939	-1,326	0,111	37,4
	VIII	77,516	-0,404	-	48,3
Zawartość popiołu (% s.m.)	I–IV	1,594	0,110	-0,011	53,5
	V–VII	1,593	0,110	-0,011	54,9
	VIII	1,553	0,145	-0,014	76,3
Zawartość białka (Nx5,7) (% s.m.)	I–IV	12,019	0,139	-	34,7
	V–VII	11,841	0,110	-	28,7
	VIII	10,749	0,102	-	22,5

cd. tab. 3

Cechy	Rejon	Współczynniki równania $y = a + bx + cx^2$			Współczynnik determinacji ( $R^2$ )
		a	b	c	
Ilość glutenu (%)	I-IV	25,825	0,427	-	27,4
	V-VII	23,938	1,435	-0,121	32,8
	VIII	19,632	2,258	-0,208	52,5
Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml)	I-IV	40,942	-4,195	0,457	17,0
	V-VII	-	-	-	trendy
	VIII	-	-	-	nieistotne

Źródło: Rothkaehl i in., 2004 (42)

W literaturze przedmiotu zwrócono uwagę na większy wpływ warunków pogodowych w latach, niż zmienności siedliska scharakteryzowaną rejonami kraju. Wykazano, że lata istotnie wpływały na zawartość białka, ilość glutenu, liczbę opadania i wskaźnik sedymentacyjny oraz rozmiękczenia ciasta, nie miały natomiast wpływu na gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz wodochłonność mąki (5, 31, 37, 42).

### Warunki glebowe

Literatura przedmiotu jest dość uboga w syntetyczne opracowania dotyczące wpływu warunków glebowych na jakość ziarna pszenicy. Badania Kusia i in. (20) prowadzone na parcelach glebowych wskazują, że pszenica ozima uprawiana na glebach o większej zawartości próchnicy (czarna ziemia i mada) wyróżnia się większą zawartością w ziarnie białka i glutenu w porównaniu z pszenicą uprawianą na glebie o składzie mechanicznym piasku całkowitego (kompleks 5). Badania (33, 35) wykazały słabą zależność korelacyjną wyróżników jakości od kompleksu glebowego (bezwzględna wartość  $r$  od 0,03 do 0,45). Autorzy wykazali istotne dodatnie zależności korelacyjne pomiędzy kompleksem rolniczej przydatności gleb a gęstością ziarna w stanie zsypanym, MTZ, rezystencją ciasta, wartością walorymetryczną, ujemnie natomiast z zawartością glutenu, rozmiękczeniem ciasta, wodochłonnością mąki (tab. 4).

Tabela 4

Współczynniki korelacji zależności plonu ziarna i badanych cech jakościowych z kompleksem rolniczej przydatności gleb i klasą bonitacyjną

Badana cecha	Kompleks rolniczej przydatności gleb	Klasa bonitacyjna
Plon ziarna ( $t \cdot ha^{-1}$ )	0,2637*	0,1033*
Gęstość ziarna w stanie zsypanym ( $kg \cdot hl^{-1}$ )	0,0009	-0,0708
MTZ (g)	0,2507*	0,2132*
Zawartość białka (%)	0,0298	-0,0257

Badana cecha	Kompleks rolniczej przydatności gleb	Klasa bonitacyjna
Zawartość glutenu w mące (%)	-0,1928*	-0,0819*
Liczba opadania (s)	0,0779*	0,1455*
Wodochłonność mąki(%)	-0,0157	-0,0173
Rezystencja ciasta (min)	0,1602*	-0,0841
Rozmięczenie ciasta (j.B)	-0,1261*	0,0115
Wartość walorymetryczna (j.u.)	0,1384*	-0,0824

\* korelacja istotna

Źródło: Podolska i Filipiak, 2009 (33)

### Nawożenie azotem

Z czynników agrotechnicznych azot ma zasadnicze znaczenie w kształtowaniu jakości uzyskanego ziarna. Wyniki w dostępnej literaturze skłaniają do wnioskowania, iż wpływ odżywienia azotem na właściwości mąki i ciasta pszennego zależy od szeregu czynników i nie da się zawsze określić jako pozytywny, szczególnie w wysokich zakresach jego dawek. Najczęściej polepszanie właściwości ciasta następuje do pewnego progu nawozowego, którego wysokość kształtowana jest konstrukcją genetyczną uprawianej odmiany oraz warunkami pogody w okresie wegetacji. Często pod wpływem wysokich dawek azotu obserwuje się korzystny wpływ między innymi na zawartość białka, ilość glutenu, natomiast pogorszenie jakości glutenu (zmniejszenie zawartości bardziej wartościowych frakcji albumin i globulin). Zatem aplikacja azotu pod pszenice jakościowe związana zarówno z określeniem dawki, jak i terminu stosowania odgrywa zasadniczą rolę w otrzymaniu surowca o korzystnych parametrach jakości (1, 2, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 19, 23, 34, 37, 44, 49, 50).

**Wartość przemiałowa ziarna.** Literatura przedmiotu wykazuje brak lub niewielki wpływ azotu na cechy określające przemiałowość ziarna. Budzyński (5) wykazał, że zwiększanie nawożenia azotem w zakresie od 60 do 180 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz sposób podziału nie różnicują takich cech, jak: zawartość popiołu w mące, gęstość ziarna w stanie zsypanym, natomiast wyższe dawki azotu wpływają istotnie na wzrost szklistości ziarna (tab. 5). Ostateczny zatem wpływ azotu na ilość uzyskanej mąki jest niewielki, ponieważ bez względu na ilość zastosowanego azotu Autorzy uzyskali prawie identyczny wyciąg mąki z ziarna wszystkich obiektów nawozowych. Wartość tego wyciągu była tylko o 0,4% wyższa w stosunku do ziarna wyprodukowanego bez azotu. Podobne wyniki uzyskał Achremowicz i in. (2).

Tabela 5

Zróżnicowanie cech wartości przemiałowej ziarna pszenicy w zależności od nawożenia azotem

Cecha	Dawka azotu i sposób jej podziału (kg·ha <sup>-1</sup> )					Średnia	NIR
	0	60	120	180	180		
			90* + 30**	120* + 60**	150* + 30**		
Gęstość usypowa ziarna (kg·hl <sup>-1</sup> )	79,4	79,8	80,5	80,9	81,0	80,3	r.n.
Zawartość popiołu w mące (% s.m.)	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,52	r.n.
Szklistość ziarna (%)	25,8	19,6	35,3	49,3	47,7	35,5	7,9
Wyciąg mąki (%)	75,4	75,8	75,8	75,8	75,8	75,7	r.n.

\* w stadium BBCH-27; \*\* w stadium BBCH-38

Źródło: Budzyński i in., 2008 (5)

**Wartość wypiekowa mąki** w znaczący sposób zależy od nawożenia azotem (1, 2, 5, 6, 23, 34, 37, 50). Nawożenie rosnącymi dawkami azotu skutkuje wzrostem zawartości białka w ziarnie, na co wskazują wyniki licznych publikacji. W badaniach C a c a k - P i e t r z a k i in. (6) wzrost dawki azotu z 40 do 80 kg·ha<sup>-1</sup> powodował wzrost zawartości białka o 1,8%; M a z u r e k i in. (23) wykazali zwiększenie zawartości białka o 2% przy zwiększeniu dawki N z 50 do 90 kg·ha<sup>-1</sup>. Badania W r ó b l a i S z e m p l i Ń s k i e g o (50) wskazują, że wzrost dawki azotu od 0 do 160 kg·ha<sup>-1</sup> powodował wzrost zawartości białka o 3,3%, podobny wzrost otrzymali P o d o l s k a i in. (34) zwiększając dawkę azotu do 200 kg·ha<sup>-1</sup>. B u d z y Ń s k i i in. (5) uzyskali na niskiej dawce azotu (60 kg·ha<sup>-1</sup>) taką samą zawartość białka, jak w ziarnie z obiektu bez N, dopiero zastosowanie 120 i 180 kg N·ha<sup>-1</sup> powodowało istotny wzrost zawartości białka (tab. 6). P o d o l s k a i in. (34), D u b i s i in. (8) wskazują na liniowy wzrost zawartości białka pod wpływem wzrastających do 200 kg·ha<sup>-1</sup> ilości zastosowanego azotu, natomiast H a r a s i m i W e s o ł o w s k a (13) uzyskały brak wpływu ilości azotu od 100 do 150 kg·ha<sup>-1</sup> na zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej.

W licznych publikacjach udowodniono istotny wpływ wzrastającej dawki azotu na ilość glutenu w ziarnie i mące (1, 2, 5, 7, 8, 18, 28, 34, 37, 50). W r ó b e l i S z e m p l i Ń s k i (50) uzyskali 13% wzrost zawartości glutenu pod wpływem intensywnego nawożenia azotem. K n a p o w s k i i R a l c e w i c z (18) udowodnili, że na obiektach z zastosowaniem 160 kg N·ha<sup>-1</sup> w porównaniu do obiektów N<sub>0</sub>, N<sub>80</sub> i N<sub>120</sub> następował wzrost ilości glutenu odpowiednio o 12,2%, 8,6% i 4,5%. P o d o l s k a i in. (34) uzyskali większy efekt wynoszący 15,2%. B u d z y Ń s k i i in. (5) potwierdzili statystycznie wzrost ilości glutenu pod wpływem dawki azotu oraz sposobu jej aplikacji (tab. 6).

Tabela 6

Zróznicowanie cech wypiekowych mąki pszenicy w zależności od nawożenia azotem

Cecha	Dawka azotu i sposób jej podziału (kg·ha <sup>-1</sup> )					Średnia	NIR
	0	60	120 90* + 30	180 120* + 60	180 150* + 30		
Zawartość białka w ziarnie (%)	11,7	11,4	12,2	12,9	12,8	12,2	0,4
Ilość glutenu mokrego (%)	23,8	23,9	26,4	29,6	29,0	26,5	0,7
Wskaźnik sedymentacji (ml)	70,2	67,5	74,5	78,5	78,7	73,9	3,7
Liczba opadania (s)	347	354	397	366	367	366	r.n.
Wodochłonność mąki (%)	57,2	56,8	57,6	58,4	58,0	57,6	0,6
Czas rozwoju ciasta (min)	2,0	2,0	2,5	3,6	3,5	2,7	0,8
Czas stałości ciasta (min)	3,3	3,7	3,9	4,9	5,4	4,1	1,2
Rozmięczenie ciasta (j.Br)	102	103	95	91	88	95	1,3
Rozciągliwość ciasta (FU)	148	150	161	168	166	158	7,0
Energia ciasta (cm <sup>2</sup> )	63,7	57,7	72,1	76,7	75,6	69,1	4,5
Opór ciasta (j.Br)	277	237	254	275	256	260	r.n.

\* w stadium BBCH-27; r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Budzyński i in., 2008 (5)

Jedną z cech świadczących o jakości glutenu jest jego rozplywalność i indeks glutenowy. Badań nad wpływem nawożenia azotem na tę cechę jest niewiele, a wyniki zmienne w latach. Zazwyczaj wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem wzrasta rozplywalność glutenu, ale jak wskazują badania Knapowskiego i Rałcewicz (18) w zakresie stosownych dawek azotu od N<sub>0</sub> do N<sub>160</sub> rozplywalność glutenu mieściła się w ramach wartości granicznych. Badania Mazurkiewicza i Bojarczuka (24), Podolskiej i in. (34) i Stankowskiego i in. (49) wskazują, że u odmian o wyższej wartości technologicznej nawożenie azotem nie wpływa na rozplywalność glutenu, natomiast u odmian o gorszej jakości wysokie dawki azotu powodują wzrost rozplywalności glutenu. Inne wyniki wskazujące na jednakowy wpływ wzrastających dawek azotu na jakość glutenu bez względu na przynależność odmian do odpowiedniej grupy jakości uzyskano w badaniach Podolskiej (31).

Nawożenie azotem modyfikuje także wartości wskaźnika sedymentacji. W badaniach Podolskiej i in. (34) podwyższenie poziomu nawożenia do dawki 120 kg N·ha<sup>-1</sup> powodowało wzrost wartości testu sedymentacji. Wystąpiły pewne różnice w reakcji na nawożenie N między latami. W roku 1999 najwyższą wartość otrzymano stosując 200 kg N·ha<sup>-1</sup>, w 2000 r. – 120 N·ha<sup>-1</sup>, a w 2001 r. – 160 N·ha<sup>-1</sup>. W badaniach Budzyńskiego i in. (5), Klupczyńskiego i Rałcewicz (18) najwyższy poziom testu sedymentacyjnego uzyskano stosując 180, a Dubisa 150 kg N·ha<sup>-1</sup> (8). Analogiczne wyniki uzyskali Wróbel i Szempliński (50). Kościelniak i Rothkaehl (19) wykazali interakcję odmiany z ilością zastosowanego azo-



tu. Wartości testu u odmian Mikon i Mobela były najwyższe, gdy zastosowano 180 kg N·ha<sup>-1</sup>. U odmian Kobra, Bussard, Pegassos wskaźnik sedymentacji zwiększał się liniowo do 240 kg N ha<sup>-1</sup>.

Wyniki badań literaturowych co do wpływu nawożenia azotem na liczbę opadania nie są już tak jednoznaczne. Podolska (32), Budzyński i in. (5) (tab. 7), Dubis i Borysewicz (8) wykazali brak takiej zależności, natomiast Knapowski i Ralcewicz (18) udowodnili, że podwyższenie dawek azotu pod pszenicę ozimą do poziomu 120 kg·ha<sup>-1</sup> powoduje istotny wzrost wartości liczby opadania w porównaniu z otrzymanymi na obiektach N<sub>80</sub> i N<sub>0</sub>.

Tabela 7

Współczynniki korelacji wskaźników wartości technologicznej ziarna i mąki pszenicy ozimej z dawką nawożenia azotem (1999–2001)

Wskaźniki wartości technologicznej	Współczynnik korelacji
Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg·hl <sup>-1</sup> )	0,0701
Liczba opadania (s)	0,1268
Zawartość białka (%)	<b>0,8228*</b>
Zawartość glutenu w mące (%)	<b>0,6513</b>
Wskaźnik sedymentacji (cm <sup>3</sup> )	<b>0,8356</b>
Rozpływalność glutenu (mm)	<b>0,4952</b>
Rezystencja ciasta (min)	<b>0,4177</b>
Rozmięczenie ciasta (j.B)	<b>-0,368</b>
Wodochłonność mąki (%)	<b>0,4771</b>
Wartość walorymetryczna (j.u)	<b>0,4220</b>

\* pogrubiona czcionka – korelacja istotna

Źródło: Podolska i in., 2005 (34)

Ocena poszczególnych wyróżników jakości ciasta na farinografie wykazała również istotny wpływ ilości azotu. Budzyński i in. (5) (tab. 6), Mazurek i in. (23) udowodnili, że działanie czynnika nawozowego na wodochłonność mąki jest słabe, aczkolwiek statystycznie istotne. W badaniach (6, 19, 37, 44) nawożenie azotem silniej różnicowało omawianą cechę mąki. Budzyński i in. (5) wykazali interakcję odmian i ilości azotu w kształtowaniu jakości ciasta. W przypadku odmian Sława i Mewa niskie nawożenie azotem (60 kg·ha<sup>-1</sup>) osłabiało strukturę ciasta. Dawki wyższe (dla odmiany Mewa tylko do 120 kg N·ha<sup>-1</sup>) wzmacniały ją. W badaniach Kościelnika i Rothkaehl (19) poprawę stałości ciasta notowano u odmiany Kobra do dawki 60 kg N·ha<sup>-1</sup>, u Mikon – do 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, u odmian Mobela i Pegassos – do 180 kg N·ha<sup>-1</sup>, a u Bussard nawet do 240 kg N·ha<sup>-1</sup>. W tych samych badaniach najkorzystniejsze (czyli niskie) rozmięczenie ciasta uzyskiwano na dawce 120 kg N·ha<sup>-1</sup>. Tylko u odmiany Bussard poprawę wartości tej cechy notowano, stosując 180 kg N·ha<sup>-1</sup>. Podolska i in. (34) poprawę opisywanych cech ciasta odmian Mikon, Kobra i Korweta notowała jeszcze do zastosowania 160 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Istotny wpływ dawki azotu na wartość wypiekową udowodniono wyliczając zależność korelacyjną (34). Szczególnie uwidacznia się dodatni wpływ wysokich dawek nawożenia azotem na zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacyjny. Współczynniki korelacji prostej wynoszą odpowiednio: 0,8228, 0,6513, 0,8356. Nieco mniejszą, ale równie istotną zależność stwierdzono w kształtowaniu cech reologicznych ciasta (tab. 7).

Na podstawie równań regresji (34) wyliczono, że wraz ze wzrostem dawki azotu o  $10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  zawartość białka ogólnego w ziarnie może zwiększyć się o 0,18%, glutenu o 0,75%, a wartość wskaźnika sedymentacji o  $0,73 \text{ cm}^3$ . Wzrost dawki azotu o  $10 \text{ kg}$  powoduje również wzrost wodochłonności mąki o 0,2%, zaś o 0,2 min wzrasta rezystencja ciasta.

### Ochrona zasiewów

Środki ochrony roślin jako związki chemiczne mogą w roślinach uprawnych zmieniać procesy fizjologiczne i metaboliczne, zatem ich działanie z jednej strony ogranicza nasilenie agrofaga, z drugiej może powodować zmiany składu chemicznego (3, 4, 22, 27, 28, 38, 40, 48), co skutkować może pozytywnymi lub negatywnymi zmianami wartości cech fizycznych i chemicznych ziarna i mąki. Zmiany te zależą od stosowanego środka, a zwłaszcza jego substancji aktywnej, dawki, terminu aplikacji, odmiany i wzajemnych interakcji. Ocena wpływu środków nie jest jednoznaczna. Opublikowane badania często są sprzeczne, co wskazuje, że wpływ ten jest złożony z uwagi na wielokierunkowe interakcje substancji aktywnej i terminu zastosowania preparatu z gatunkiem, odmianą oraz warunkami pogody (9, 10, 12, 22, 26, 40, 45, 46, 47).

Stosowanie ochrony przeciwko chorobom może nie powodować zmian składu chemicznego lub skutkować wzrostem zawartości białka w ziarniakach lub glutenu (12, 29, 30, 39, 40). Bardzo często zmiany są zależne od warunków pogody, o czym świadczą badania Podolskiej (30), w których wykazała, że działanie azoksystrobiny, substancji czynnej preparatu Amistar 250 SC, na ilość glutenu i liczbę opadania jest uzależnione od lat oraz odmiany (tab. 8, 9).

Tabela 8

Wpływ aplikacji fungicydu Amistar 250SC na ilość glutenu w ziarnie pszenicy ozimej

Termin aplikacji	Lata					
	2005			2006		
	odmiana					
	Sukces	Tonacja	Średnio	Sukces	Tonacja	Średnio
Obiekt kontrolny	23,5	22,4	23,0	25,55	27,75	26,65
Liść flagowy	22,0	22,5	22,3	24,85	28,15	26,50
Dojrzałość mleczna	22,5	23,0	22,8	23,45	26,75	25,10
Średnio	22,7	22,6	22,7	24,61	27,55	26,0
NIR dla:						
Fungicydu	r.n.			r.n.		
Odmiany	r.n.			1,17		
Fungicyd x odmiana	r.n.			2.03		

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Podolska, 2008 (30)

Tabela 9

Wpływ aplikacji fungicydu Amistar 250SC na liczbę opadania pszenicy ozimej

Termin aplikacji	Lata					
	2005			2006		
	odmiana					
	Sukces	Tonacja	średnio	Sukces	Tonacja	średnio
Obiekt kontrolny	317	261	289	356	305	331
Liść flagowy	336	305	320	349	330	339
Dojrzałość mleczna	305	254	280	312	275	343
Średnio	319	273		372	303	
NIR dla:						
Fungicydu	r.n.			r.n.		
Odmiany	36,21			33,14		
Fungicyd x odmiana	48,61			55,75		

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Podolska, 2008 (30)

Dostępne w literaturze wyniki badań nad wpływem herbicydów na cechy jakościowe ziarna i mąki pszenicy ozimej dotyczą ich wpływu na pojedyncze cechy, najczęściej zawartość białka (3, 4, 27, 40), jak i zespół cech określających zarówno wartość przemiałową ziarna, jak i wypiekową mąki (9, 10, 14, 15, 36). Badania Kieloch (14, 15) wykazały brak wpływu chlorotoluronu, izoproturonu, jodosulfuronu metylosodowego + mezosulfuronu metyloвого i chlorosulfuronu na cechy wartości wypiekowej, takie jak: liczba opadania, zawartość białka, ilość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny, gęstość ziarna w stanie zsypanym. Zgodne jest to z badaniami Gila i in. (9), które jednocześnie udowodniły brak wpływu herbicydów na cechy

farinograficzne mąki i jakościowe pieczywa (tab. 10). Literatura wykazuje istnienie interakcji odmian i środków chemicznych w kształtowaniu cech technologicznych surowca, np. badania Gil i in. (10) prowadzone nad zastosowaniem herbicydów: Atlantis 04 WG + Atpolan 80 EC, Huzar 05 WG, Gold 450 EC i Chwastox Trio 540 SL u odmian: Finezja, Pegassos, Turnia, Sukces wykazały, że zastosowane środki chwastobójcze u odmiany Finezja nie powodowały zmian wydajności mąki ogółem, korzystnie oddziaływały na tę cechę u odmiany Turnia. Dla pszenicy Sukces stwierdzono istotny wzrost wyciągu mąki jedynie po zastosowaniu Atlantis 04 WG + Atpolan 80 EC (tab. 11). Pod względem cech wypiekowych jedynie u odmiany Pegassos wykazano istotnie zmniejszenie się zawartości białka ogółem oraz wzrost liczby opadania i maksymalnej lepkości kleików. U pozostałych odmian herbicydy nie powodowały istotnych zmian tych wyróżników jakościowych (tab. 11). Sułek i Podolska (46) stwierdziły istotne zmniejszenie zawartości białka ogółem po zastosowaniu zwiększonej dawki preparatu Puma Universal 069 WG, natomiast większa dawka preparatu Chwastox Extra powodowała zmniejszenie ilości glutenu i liczby opadania.

Tabela 10

Cechy farinograficzne mąki i jakościowe pieczywa

Cecha	Herbicyd				
	Atlantis 04WG +Atpolan 80EC	Huzar 05 WG	Gold 540 EC	Chwastox Trio 540 SL	Obiekt kontrolny
Wodochłonność mąki (%)	59,7 a*	59,8 a	59,9 a	59,8 a	59,7 a
Rozwój ciasta (min)	1,2 a	1,3 a	1,3 a	1,2 a	1,2 a
Stażność ciasta (min)	9,5 a	8,2 a	10,3 a	7,3 a	8,2 a
Wartość walorymetryczna (j.u)	58 a	56 a	58 a	56 a	58 a
Objętość chleba (cm <sup>3</sup> )	576 a	573 a	595 a	575 a	587 a
Porowatość miękiszu (%)	6,6 a	7,0 a	6,8 a	6,5 a	6,6

\* średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie na poziomie istotności  $p = 0,05$  (test Duncana)  
Źródło: Gil i in., 2006 (9)

Tabela 11

Wpływ herbicydów na wydajność mąki ogółem

Herbicyd	Odmiana			
	Finezja	Sukces	Turnia	Pegassos
Atlantis 04 WG + Atpolan 80 EC	72,9 a*	69,1 a	68,6 a	67,7 ab
Chwastox Trio 540 SL	71,6 a	67,4 b	67,7 ab	68,6 a
Gold 450 EC	72,2 a	67,7 b	68,4 a	67,8 ab
Huzar 05 WG	72,0 a	68,3 ab	68,4 a	67,1 b
Kontrola	72,2 a	67,3 b	66,4 b	67,9 ab

\* a, b, c – grupy jednorodnie na podstawie testu Duncana przy  $p = 0,95$

Źródło: Gil i in., 2008 (10)

Badania nad wpływem ochrony zasiewów na cechy technologiczne pszenicy obejmują nie tylko pojedyncze środki, a całe systemy ochrony, zazwyczaj porównanie dotyczy intensywności ochrony zasiewów. Uzyskane wyniki wskazują, że wpływ ten uzależniony jest od warunków pogody. W latach o dużym nasileniu agrofagów najczęściej ochrona zasiewów wywiera korzystny wpływ na parametry jakości surowca. W takich warunkach zazwyczaj po zastosowaniu środków ochrony roślin obserwuje się wzrost gęstości ziarna w stanie zsylnym, ilości białka i glutenu, wskaźnika sedymentacyjnego, wzrost rezystencji ciasta (36, 37) (tab. 12).

Tabela 12

Współczynniki korelacji, współczynnik determinacji i współczynniki równania regresji cech jakościowych ziarna z intensywnością ochrony

Cechy	Współczynniki równania $y = a + bx$		Współczynnik determinacji ( $R^2$ )	Współczynnik korelacji
Ciężar hektolitra ( $\text{kg} \cdot \text{hl}^{-1}$ )	73,0944	1,54889	36,7003	0,6058*
Zawartość białka (%)	11,2111	0,29	49,3863	0,7028*
Wskaźnik sedymentacji (ml)	23,9944	1,33778	112,85	0,3585*

\* korelacja statystycznie istotna

Źródło: Podolska i in., 2004 (36)

### Termin zbioru i przechowywanie ziarna

W otrzymaniu ziarna przydatnego do produkcji mąki bardzo istotny jest termin zbioru, jak też przechowywanie ziarna. Opóźnienie zbioru może przyczynić się do porośnięcia ziarna, złe przechowywanie może doprowadzić do jego stęchnięcia lub zagrzenia, co zwiększa rozplywalność glutenu i ogranicza przydatność mąki do wypieku chleba. Mąka z ziarna, które uległo samozagrzeniu lub było niewłaściwie suszone zawiera gluten w pewnym stopniu zdenaturowany.

Ziarno zebrane z pola i magazynowane powinno mieć wilgotność nie przekraczającą 14%. Jeżeli jest zbyt wilgotne lub nabierze wilgoci w okresie magazynowania, wówczas na ziarniakach następuje rozwój pleśni. Rozwój pleśni powoduje ubytki suchej masy, przyczynia się do podwyższenia wilgotności ziarna oraz zmian w kompleksie białkowo-lipidowym i węglowodanowym. Poza tym w ziarnie spleśniałym powstają toksyczne metabolity, które są substancjami trującymi i mogą być źródłem poważnych chorób dla ludzi i zwierząt. Przechowywanie ziarna o wilgotności powyżej 14% grozi jego zepsuciem. Ziarno nawet częściowo spleśniałe może być skażone mykotoksynami i użycie go do paszy, a tym bardziej do celów konsumpcyjnych jest niedopuszczalne.

W ziarnie zebranym z pola zachodzą procesy dojrzewania późniejszego. Są one dłuższe, jeżeli pogoda w okresie formowania się białka i glutenu jest deszczowa. W wyniku tych procesów zachodzą zmiany w jakości glutenu. Wskazują na to zmiany

jego rozplywalności i wartości wskaźnika sedymentacji. Optymalne wartości ziarno osiąga w okresie około 6 tygodni po zbiorze. W związku z tym rolnik oddający ziarno na skup bezpośrednio po zbiorze powinien się liczyć z tym, że parametry jakości ziarna mogą być zaniżone. W latach słonecznej, suchej i ciepłej pogody (sprzyjającej szybkiemu przechodzeniu ziarna w stan anabiozy) w ziarnie przechowywanym również zachodzą procesy dojrzwania późniwnego, chociaż w znacznie mniejszym stopniu (25, 37).

### Gęstość i termin siewu

Badania prowadzone w IUNG-PIB wskazują, że przy uprawie pszenicy na cele jakościowe, gdzie stosuje się większą dawkę nawożenia azotowego, większą zawartość białka można osiągnąć w łanach sianych rzadziej. Wysiew 4,5–3,5 mln ziaren na ha wydaje się być optymalny.

### Podsumowanie

Reasumując, należy podkreślić, że w Doborze Odmian znajdują się genotypy charakteryzujące się wysokim potencjałem jakościowym. Jednak właściwości genetyczne odmiany nie dają gwarancji, że każdego roku, w dowolnych warunkach pogodowych i agrotechnicznych uzyska się pożądaną wartość technologiczną ziarna. W warunkach klimatycznych Polski korzystne właściwości odmian powinny być wspomagane odpowiednią technologią uprawy. Ma to szczególnie duże znaczenie w latach o niekorzystnym przebiegu pogody w okresie wegetacji i dojrzwaniu zbóż. Wyniki badań wskazują, że dla otrzymania korzystnych cech jakościowych ziarna pszenice należy wysiewać na glebach dobrych oraz stosować intensywną uprawę (wysokie nawożenie azotem, stosowanie ochrony chemicznej, dbanie o wysiew w terminie optymalnym, po dobrych przedplonach). Stosowanie oszczędności w środkach produkcji przyczynia się do pogorszenia parametrów jakości ziarna.

### Literatura

1. Achremowicz B., Dziamba S., Styk B.: Wpływ nawożenia mineralnego na jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR 1998, **166**: 7-15.
2. Achremowicz B., Zając J.: Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. Roczn. Nauk Rol., Ser. A, Rośl. 1993, **110**: 149-157.
3. Bernat J., Szymczak J., Jasińska M., Zechałko A.: Wpływ herbicydów na jakość ziarna pszenicy. Roczn. Nauk. Rol., Ser. A, 1981, **104(4)**: 19-28.
4. Brzozowska I., Brzozowski J.: Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydu Granstar 75 DF i mocznika stosowanych dolistnie na zawartość białka ogólnego i makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej. Pam. Puł., 2002, **130(1)**: 65-71.

5. Budzyński W., Bielski S., Borysewicz J.: Wpływ nawożenia azotem na jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2008, **97**: 39-49.
6. Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T.: Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. *Pam. Puł*, 1999, **118**: 45-56.
7. Daniel C., Triboi E.: Effect of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. *J. Cereal Sci.* 2000, **32**: 45-56.
8. Dubis B., Borysewicz J.: Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2008, **97**: 110-119.
9. Gil Z., Narkiewicz-Jodko M., Urban M.: 2004. Jakość technologiczna ziarna nowych odmian pszenicy ozimej w zależności od środków chwastobójczych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2006, **46(2)**: 312-315.
10. Gil Z., Narkiewicz-Jodko M., Urban M.: Wartość przemiałowa ziarna i wypiekowa mąki odmian pszenicy ozimej w zależności od środków chwastobójczych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2008, **48(2)**: 538-585.
11. Goodling M.J., Smith G.P.: The potential to use climate, variety and nitrogen relationships to optimise wheat quality: 1998, Fifth Congress ESA, **1**: 229-230
12. Gooding M.J., Dimmock J.P.R.E, Ruske R., Pepler S., Ford K.E., Gregory P.J. The effect of fungicides on the yield and quality of wheat grain. VII Congress ESA Book of Proceedings. Cordoba, 2002, 441-443.
13. Harasim E., Wesołowska-Trojanowska M.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł*, 2010, **152**: 77-84.
14. Knapowski T., Ralcewicz M.: Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59(2)**: 959-968.
15. Kieloch R., Rola H., Sumińska J.: Wpływ herbicydów na wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin*, 2007, **47(3)**: 138-146.
16. Kieloch R., Rola H., Sumińska J., Marczewski K.: Chemiczna ochrona zbóż przed chwastami a jakość ziarna. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2009, **49(2)**: 938-945.
17. Klockiewicz-Kamińska E.: Odmiany gwarantują jakość. *Przeg. Zboż.-Młyn.*, 2001, **6**:10-12
18. Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W.J.: Metoda oceny i klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy. *Wiadomości Odmianoznawcze COBORU*, 1997, **67**: 1-18.
19. Kościelniak W., Rothkaehl J.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i wartość technologiczną ziarna jakościowych odmian pszenicy ozimej. *Przeg. Zboż.-Młyn.*, 2000, **7**: 7-11.
20. Kuś J., Kamińska M., Mróz A.: Plonowanie pszenicy ozimej na glebach o różnej przydatności rolniczej. *Pam. Puł*, 2000, **118**: 241-248.
21. Lista opisowa odmian 2013, COBORU.
22. Masztakow S., Diejewa W., Wołyniec A.: Działanie herbicydów na rośliny uprawne. PWRiL, Warszawa 1980.
23. Mazurek J., Jaśkiewicz B., Klupczyński Z.: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od techniki nawożenia azotem. *Pam. Puł*, 1999, **118**: 263-270.
24. Mazurkiewicz J., Bojarczyk M.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na jakość technologiczną odmian pszenicy ozimej uprawianych w monokulturze. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59(2)**: 1621-1629.

25. Miś A., Geodecki M., Grundas S.: Zmiany w ilości i jakości glutenu mokrego w okresie dojrzewania i zbioru pszenicy. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2000, **4**: 23-25.
26. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M.: Zdrowotność i cechy towaroznawcze ziarna czterech odmian pszenicy ozimej w zależności od stosowanych herbicydów. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin*, 2002, **42**: 530-533.
27. Nowicka B.: Wpływ herbicydów na wysokość i jakość plonów odmian pszenicy ozimej. IUNG Puławy, 1993, R **302**: 1-47.
28. Olszewski J., Podolska G., Pszczółkowska A.: Stres biotyczny i abiotyczny oraz czynniki agrotechniczne a zawartość w nasionach ważnych roślin uprawnych białek powodujących nietolerancje pokarmowe. W: *Biologicznie aktywne peptydy i białka żywności*, J. Dziuba, L. Fornal (red.). WNT Warszawa, 2009, 388-408.
29. Podolska G.: Zależność cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej odmiany Tonacja od terminu stosowania fungicydu. *Prog. Plant Protm/Post. Ochr. Roślin*, 2007, **47(2)**: 261-266.
30. Podolska G.: The effect of Amistar fungicide on grain yield and protein compositions in winter wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*, 2008, **95(3)**: 259-265.
31. Podolska G.: Wpływ warunków siedliska na poziom plonów i jakość ziarna pszenicy ozimej. Aplikacyjne i teoretyczne problemy w przemyśle rolno-spożywczym. Politechnika Opolska, 3013, 203-2011.
32. Podolska G., Filipiak K.: Wpływ warunków siedliska na poziom plonów i jakość ziarna pszenicy ozimej. Cz. I. Wpływ rejonu uprawy. *Zesz. Probl. PNR*, 2009, **542**: 389-396.
33. Podolska G., Filipiak K.: Wpływ warunków siedliska na poziom plonów i jakość ziarna pszenicy ozimej. Cz. II. Wpływ warunków glebowych. *Zesz. Probl. PNR*, 2009, **542**: 397-404.
34. Podolska G., Krasowicz S., Sułek A.: Ocena ekonomiczna i jakościowa technologii uprawy pszenicy ozimej przy różnym poziomie nawożenia azotem. *Pam. Puł.*, 2005, **139**: 175-188.
35. Podolska G., Stankowski S., Podolski B.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych. *Pam. Puł.*, 2004, **139**: 189-19.
36. Podolska G., Stypuła G., Stankowski S.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od intensywności ochrony zasiewów. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59(1)**: 269-276.
37. Podolska G., Sułek A.: Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.*, 2002, **130/II**: 587-596.
38. Podolska G., Sułek A., Konopka I., Dziuba J.: Wpływ środków ochrony roślin na produktywność i zawartość białek alergennych w ziarnie pszenicy jarej odmiany Nawra. W: *Alergeny i składniki powodujące nietolerancje pokarmowe występujące w surowcach roślinnych i żywności*. Materiały Konferencyjne I Krajowej Konferencji Naukowej, Olsztyn 27-28 czerwca 2005, 65.
39. Rachoń L.: Plonowanie kilku odmian pszenicy ozimej w warunkach stosowania fungicydu i retardanta. *Fragm Agron.*, 1991, **3**: 35-41.
40. Rola H., Kiełoch R.: Wpływ chlorotoluronu na plonowanie oraz wybrane parametry jakościowe ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 2005, **139**: 199-210.
41. Rothkaehl J., Stępniewska S.: Jakość ziarna pszenicy ze zbiorów ostatnich lat w Polsce. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2005, **8**: 3-6.
42. Rothkaehl J., Filipiak K., Podolska G.: Jakość ziarna pszenicy w zależności od rejonu uprawy. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 269-277.



43. Triboi E., Abad A., Michelena A., Lloveras J., Ollier J.L., Daniel C.: Environmental effects on the quality of two wheat genotypes; I. quantitative and qualitative variation of storage proteins. *Eur. J. Agron.*, 2000, **13**: 47-64.
44. Stankowski S., Piech M., Podolska G., Mazurek J.: Wpływ różnych sposobów nawożenia azotem na jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 405-415.
45. Urban M., Gil Z., Narkiewicz-Jodko M.: Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna kilku odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2001, **41**: 826-829.
46. Urban M.: Wpływ herbicydów na jakość ziarna odmian pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2002, **42**: 535-539.
47. Urban M.: Wpływ herbicydów na jakość ziarna 7 odmian pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2003, **43**: 990-993.
48. Sułek A., Podolska G.: Kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej pod wpływem wybranych herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2006, **46(2)**: 300-304.
49. Stankowski S., Piech M., Podolska G., Mazurek J.: Wpływ różnych sposobów nawożenia azotem na jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 405-415.
50. Wróbel E., Szempliński W.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 463-470.

---

Adres do korespondencji:

*prof. dr hab. Grażyna Podolska*  
*Zakład Uprawy Roślin Zbożowych*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel.: (81) 886 34 21 w. 347*  
*e-mail: aga@iung.pulawy.pl*

