

KSZTAŁTOWANIE SIĘ CECH JAKOŚCIOWYCH ZIARNA I MAKI PSZENICY OZIMEJ W ZALEŻNOŚCI OD DAWKI I TERMINU NAWOŻENIA AZOTEM

Sławomir Stankowski¹, Agnieszka Rutkowska²

¹ Akademia Rolnicza w Szczecinie

² Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Streszczenie. Materiał do badań stanowiły próby ziarna odmiany pszenicy ozimej Korweta z doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2000/2001-2002/2003. Badany mi czynnikami było: 5 poziomów nawożenia azotem – od 0 do 160 kg N·ha⁻¹, stosowanego w fazach rozwoju wegetatywnego (0; 40 = 40 – 0 – 0 – 0; 80 = 40 – 40 – 0 – 0; 120 = 40 – 40 – 40 – 0; 160 = 40 – 40 – 40 – 40; pierwszą dawkę wysiewano w czasie ruszenia wegetacji, a następne po 14, 28 i 42 dniach) i 4 warianty późnego nawożenia (0; 40 = 40 – 0; 40 = 0 – 40; 80 = 40 – 40), stosowanego odpowiednio w fazie kłoszenia i końca kwitnienia. Nawożenie azotem – zarówno wczesne, jak i późne – miało niewielki wpływ na cechy fizyczne ziarna i liczbę opadania. Znacznie większe zróżnicowanie stwierdzono pod wpływem warunków pogodowych. Wczesne nawożenie azotem wpływało dodatnio na cechy jakościowe ziarna i mąki. Zawartość białka ogółem, glutenu i wskaźnika sedymentacji wzrastała po zastosowaniu dawki azotu od 80 do 160 kg·ha⁻¹, a poprawę cech farinograficznych (rezystencji, rozmiękczenia i wartości walorymetrycznej ciasta) stwierdzono po zastosowaniu 120 i 160 kg N·ha⁻¹. Późne nawożenie azotem w dużym stopniu poprawiało jakość ziarna pszenicy, nawet jeśli we wczesnych fazach rozwoju roślin stosowano niskie nawożenie tym składnikiem. Wpływ wczesnego nawożenia na cechy jakościowe ziarna pszenicy był podobny niezależnie od przebiegu pogody w okresie wegetacji. Dodatnia reakcja pszenicy na późne nawożenie azotem była silniejsza w latach, w których przebieg pogody był niesprzyjający do uzyskania ziarna o wysokiej jakości. Wysoki plon białka uzyskano, gdy nawożenie azotem wynosiło minimum 160 kg·ha⁻¹, z czego połowę stosowano we wczesnej dawce.

Słowa kluczowe: nawożenie, azot, dawka, termin, jakość ziarna, pszenica

WSTĘP

Nawożenie azotem jest jednym z ważniejszych czynników plonotwórczych, mającym również duży wpływ na jakość ziarna pszenicy [Achremowicz i in. 1988, Stan-

kowski i Mortensen 1997, Mazurek i Sułek 1999, Wróbel i Szempliński 1999]. Zmiany jakości ziarna związane są zarówno z wysokością dawki, jak i terminem jej zastosowania. Późne nawożenie w fazie kłoszenia i kwitnienia, zdaniem Wróbla i Szemplińskiego [1999], Ottomana i in. [2000] oraz Ruske i in. [2003], ma duże znaczenie w kształtowaniu cech decydujących o wartości wypiekowej mąki. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu 5 poziomów nawożenia stosowanego w fazach rozwoju wegetatywnego oraz 4 wariantów nawozowych stosowanych w fazie kłoszenia i końca kwitnienia na jakość ziarna pszenicy ozimej Korweta.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły próby ziarna odmiany pszenicy ozimej Korweta z doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2000/2001-2002/2003 przez Zakład Żywnienia Roślin i Nawożenia IUNG Puławy w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Grabowie. Badanymi czynnikami było: 5 poziomów nawożenia N – od 0 do 160 kg·ha⁻¹ w fazach rozwoju wegetatywnego (0; 40 = 40 – 0 – 0 – 0; 80 = 40 – 40 – 0 – 0; 120 = 40 – 40 – 40 – 0; 160 = 40 – 40 – 40 – 40; kolejne dawki stosowano w czasie ruszenia wegetacji i po 14, 28 i 42 dniach) oraz 4 warianty nawozowe stosowane późno – w fazie kłoszenia i końca kwitnienia (0; 40 = 40 – 0; 40 = 0 – 40; 80 = 40 – 40). Bliższy opis doświadczenia zawiera praca Rutkowskiej [2004].

Oznaczono: masę 1000 ziaren, gęstość ziarna w stanie zsypanym, liczbę opadania – metodą Hagberga-Pertena, zawartość białka w ziarnie (N x 5,75), zawartość glutenu, sedimentację mąki – metodą Zeleny'ego oraz charakterystykę farinograficzną mąki, obejmującą wodochłonność, rezystencję ciasta, rozmiękczenie i wartość walorymetryczną. Analizy jakościowe wykonano przy zastosowaniu standardowych metod [Jakubczyk i Haber 1983]. Plon białka wyliczono na podstawie plonu ziarna i zawartości białka w ziarnie. Wyniki oznaczeń opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji w układzie kompletnej randomizacji w kolejnych latach badań i jako syntezę z 3 lat. Porównanie średnich przeprowadzono w oparciu o procedurę Tukeya, przy p = 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Masa 1000 ziaren i gęstość ziarna w stanie zsypanym świadczą o stopniu wypełnienia ziarna, jego strukturze i wypełnieniu. Wyniki prac szeregu autorów wskazują na zmniejszenie się wielkości ziarniaków w miarę zwiększania nawożenia azotem [Szyrmer i Grabski 1976, Archemowicz i in. 1988, Archemowicz i Zajac 1993], niewielkie różnicowanie wyników i niejednakową reakcję odmian [Cacak-Pietrzak i in. 1999] lub ich zwiększenie [Podolska i Sułek 2002].

W przeprowadzonych badaniach (tab. 1) stwierdzono niewielki wzrost masy 1000 ziaren pod wpływem wczesnej dawki azotu 40 kg·ha⁻¹, natomiast dalsze jej zwiększenie praktycznie nie oddziaływało na tę cechę. Zastosowanie późnej dawki w wysokości 40 kg spowodowało podobny wzrost masy 1000 ziaren w obu fazach rozwojowych niezależnie od terminu zastosowania. Dalsze zwiększenie dawki do 80 kg·ha⁻¹ przyczyniło się do wzrostu wartości tej cechy o około 1 g. Reakcja na późne nawożenie była tym silniejsza, im mniejsza była dawka wczesna. Gęstość ziarna w stanie zsypanym, pomimo stwierdzenia istotnych różnic, kształtowała się na podobnym poziomie przy

wszystkich dawkach i sposobach ich stosowania. Generalnie zmienność tych cech była niewielka (tab. 2) i nie przekraczała w skrajnych wariantach nawożenia 5,7%.

Tabela 1. Wpływ wczesnego (W) i późnego (P) nawożenia azotem na właściwości fizyczne ziarna pszenicy (średnia z lat 2001-2003)

Table 1. Effect of early (W) and late (P) nitrogen fertilization on physical properties of wheat grain (2001-2003 mean)

Cecha – Trait	Późne nawożenie Late fertilization kg N·ha ⁻¹	Wczesne nawożenie – Early fertilization, kg N·ha ⁻¹					Średnia Mean
		0	40	80	120	160	
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight g	0	38,1	40,3	40,6	41,4	42,4	40,6
	40 + 0	41,5	42,4	42,5	42,5	42,8	42,3
	0 + 40	40,7	41,6	42,5	42,8	42,4	42,0
	40 + 40	42,6	42,9	42,6	43,8	43,1	43,0
Średnia – Mean		40,7	41,8	42,0	42,6	42,7	42,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 0,80		P – 0,67		P x W – 1,49	
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight kg·hl ⁻¹	0	75,4	76,3	76,8	77,2	77,6	76,6
	40 + 0	77,3	77,2	77,7	77,7	77,6	77,5
	0 + 40	77,1	77,3	77,7	78,2	77,8	77,6
	40 + 40	78,0	78,1	78,0	78,3	77,8	78,0
Średnia – Mean		77,0	77,2	77,5	77,8	77,7	77,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 0,31		P – 0,25		P x W – 0,58	

Tabela 2. Zmienność cech jakościowych pszenicy w zależności od wybranych czynników

Table 2. Variability of wheat quality traits as affected by selected factors

Cecha – Trait	Zmienność cech, % wartości średniej Variability of traits, % of mean value			
	Średnia Mean	Lata Years	Wczesne nawożenie Early fertilization	Późne nawożenie Late fertilization
Masa 1000 ziaren, g 1000 grain weight	42,0	8,1	4,8	5,7
Gęstość ziarna w stanie zsypanym, kg·hl ⁻¹ Test weight	77,4	11,2	1,0	1,8
Zawartość białka, % Protein content	13,0	10,7	19,2	21,5
Plon białka, kg·ha ⁻¹ Protein yield	750	10,5	58,4	28,0
Liczba opadania, s Falling number	156	101,9	5,1	3,8
Zawartość glutenu, % Gluten content	26,6	43,2	34,6	40,6
Sedymentacja, cm ³ Zeleny test	28,6	34,7	39,9	30,6
Wodochłonność mąki, % Water absorption of flour	68,7	7,6	5,7	5,2
Rezystencja ciasta, min Dough resistance	5,29	131,4	31,8	56,9
Rozmięczenie ciasta, B.U. Dough softening	48,7	172,5	42,0	109,8
Wartość walorymetryczna Valorimeter value	57,1	60,4	14,5	28,9

Nieco większe zróżnicowanie obserwowano pomiędzy latami, ale i w tym przypadku zmienność wyników niewiele przekraczała 11%. Liczba opadania (tab. 3) nie ulegała zmianom pod wpływem stosowanego nawożenia i związana była z przebiegiem pogody w okresie wegetacji roślin. W roku 2001, w którym ilość opadów w lipcu dwukrotnie przewyższała średnią wieloletnią [Rutkowska 2004], zaobserwowano porastanie ziarna i wyjątkowo niską liczbę opadania (tab. 4). Zmienność wyników spowodowana przebiegiem pogody (tab. 2) przekraczała 100%, podczas gdy wpływ nawożenia różnicował tę cechę tylko o 4-5%. Na podobną prawidłowość wskazują wyniki badań uzyskane przez Smith i Gooding [1999], Podolską i in. [2004] oraz Stankowskiego i in. [2004].

Tabela 3. Wpływ wczesnego (W) i późnego (P) nawożenia azotem na cechy jakościowe ziarna pszenicy (średnia z lat 2001-2003)

Table 3. Effect of early (W) and late (N) nitrogen fertilization on quality traits of wheat grain (2001-2003 mean)

Cecha – Trait	Późne nawożenie Late fertilization kg N·ha ⁻¹	Wczesne nawożenie – Early fertilization, kg N·ha ⁻¹					Średnia Mean
		0	40	80	120	160	
Zawartość białka	0	9,8	10,5	11,4	12,7	13,4	11,6
Protein content	40 + 0	11,9	12,2	13,1	13,8	14,3	13,1
%	0 + 40	11,9	11,7	13,1	13,7	14,6	13,0
	40 + 40	14,0	13,8	14,1	14,6	15,3	14,4
Średnia – Mean		11,9	12,1	12,9	13,7	14,4	13,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 0,39		P – 0,32		W x P – 0,73	
Plon białka	0	299	558	652	745	876	642
Protein yield	40 + 0	492	677	804	892	959	771
kg·ha ⁻¹	0 + 40	503	620	763	860	937	734
	40 + 40	662	770	902	959	1033	853
Średnia – Mean		489	656	780	864	944	750
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 33,8		P – 48,5		P x W – 57,9	
Liczba opadania	0	151	161	150	154	151	153
Falling number	40 + 0	154	151	157	169	165	159
s	0 + 40	159	150	159	161	161	158
	40 + 40	143	150	156	150	164	153
Średnia – Mean		152	153	155	158	160	156
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – ni – ns		P – ni – ns		P x W – ni – ns	
Zawartość glutenu	0	13,3	18,1	21,2	25,8	28,1	21,3
Gluten content	40 + 0	24,8	23,9	26,7	29,7	32,3	27,5
%	0 + 40	21,7	21,2	25,8	28,3	30,2	25,4
	40 + 40	30,2	28,8	31,5	33,8	36,2	32,1
Średnia – Mean		22,5	23,0	26,3	29,4	31,7	26,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 1,44		P – 1,21		P x W – 2,68	
Sedymentacja	0	15,3	18,1	22,0	26,3	30,4	22,4
Zeleny test	40 + 0	23,7	24,7	26,1	29,2	32,2	27,2
ml ³	0 + 40	22,7	23,8	26,9	30,5	32,1	27,2
	40 + 40	26,9	27,3	30,4	32,2	36,4	30,6
Średnia – Mean		22,1	23,4	26,3	29,5	32,8	26,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 2,76		P – 2,30		P x W – ni – ns	

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Tabela 4. Cechy jakościowe pszenicy w latach 2001-2003
 Table 4. Quality traits of wheat over 2001-2003

Cecha – Trait	Rok – Year		
	2001	2002	2003
Masa 1000 ziaren, g 1000 grain weight	40,7	44,1	41,1
Gęstość ziarna w stanie zsypanym, kg·hl ⁻¹ Test weight	72,2	79,3	80,9
Zawartość białka, % Protein content	12,1	13,5	13,4
Plon białka, kg·hl ⁻¹ Protein yield	722	726	801
Liczba opadania, s Falling number	63	222	181
Zawartość glutenu, % Gluten content	19,9	31,4	28,3
Sedymentacja, cm ³ Zeleny test	21,0	29,0	30,3
Wodochłonność mąki, % Water absorption of flour	65,6	70,8	69,7
Rezystencja ciasta, min Dough resistance	1,46	6,34	8,41
Rozmiękczenie ciasta, B.U. Dough softening	99	32	15
Wartość walorymetryczna Valorimeter value	37,8	60,2	72,3

Wczesne nawożenie dawką azotu 40 kg·ha⁻¹ (tab. 3) nie spowodowało wzrostu wartości białka, glutenu i wskaźnika sedymentacji mąki. Dopiero dalsze podwyższanie dawki z 80 do 160 kg·ha⁻¹ przyczyniło się do istotnego systematycznego wzrostu wartości wyżej wymienionych cech. Reakcja pszenicy na stosowanie wczesnych dawek była podobna niezależnie od przebiegu pogody w latach. Zastosowanie 40 kg N·ha⁻¹ w fazie kłoszenia spowodowało istotny wzrost zawartości białka, glutenu i wskaźnika sedymentacji mąki. Opóźnienie nawożenia do fazy po kwitnieniu miało podobny wpływ na zawartość białka i wskaźnika sedymentacji jak jego stosowanie w fazie kłoszenia, jedynie w przypadku zawartości glutenu lepszy efekt osiągnięto przy wcześniejszym nawożeniu. Zdecydowanie największe wartości badanych cech otrzymywano po zastosowaniu dawki 80 kg (40 w fazie kłoszenia i 40 po kwitnieniu). Stwierdzono występowanie interakcji pomiędzy wczesnym a późnym nawożeniem azotem. W przypadku stosowania niskiej dawki wczesnej (0 i 40 kg·ha⁻¹) osiągnięcie wysokiej zawartości białka czy glutenu było możliwe jedynie wówczas, gdy późna dawka wynosiła 80 kg azotu, natomiast kiedy dawka wczesna była większa, wystarczało 40 kg N·ha⁻¹.

W roku 2001, charakteryzującym warunkami pogodowymi nie sprzyjającymi uzyskaniu wysokiej jakości ziarna (tab. 5), zastosowanie późnej dawki w wysokości 80 kg·ha⁻¹ spowodowało wzrost zawartości białka o 4,2%, a w roku 2003 tylko o 0,9%. Wskaźnikiem sumarycznie ujmującym plon ziarna i zawartość białka jest plon białka. Uzyskanie relatywnie wysokiego plonu białka było możliwe w przypadku łącznej dawki 160 kg·ha⁻¹, z czego minimum 80 kg zastosowano wcześniej. Plon białka (tab. 2)

w znacznie większym stopniu zależał od zróżnicowania wczesnej niż późnej dawki azotu.

Tabela 5. Wpływ późnego (P) nawożenia azotem na cechy jakościowe ziarna i mąki pszenicy w latach 2001-2003

Table 5. Effect of late (P) nitrogen fertilization on quality traits of wheat grain and flour over 2001-2003

Cecha – Trait	Późne nawożenie Late fertilization kg N·ha ⁻¹	Rok – Year		
		2001	2002	2003
Zawartość białka Protein content %	0	10,0	11,8	12,9
	40 + 0	12,0	13,7	13,5
	0 + 40	12,1	13,6	13,3
	40 + 40	14,2	15,1	13,8
Plon białka Protein yield kg·ha ⁻¹	0	558	618	751
	40 + 0	740	753	820
	0 + 40	716	710	777
	40 + 40	876	825	858
Zawartość glutenu Gluten content %	0	13,0	20,9	19,6
	40 + 0	20,5	32,2	29,8
	0 + 40	17,7	31,0	27,9
	40 + 40	28,5	37,0	30,7
Wodochłonność mąki Water absorption of flour %	0	62,9	68,2	67,9
	40 + 0	65,5	71,8	70,4
	0 + 40	65,4	69,9	69,3
	40 + 40	68,3	73,4	71,1
Rezystencja ciasta Dough resistance min	0	0,95	3,12	7,44
	40 + 0	1,39	7,30	7,83
	0 + 40	1,42	5,21	8,23
	40 + 40	2,09	8,15	10,30
Rozmiękczenie ciasta Dough softening B.U.	0	143	56,5	21
	40 + 0	110	21,0	22
	0 + 40	103	34,0	14
	40 + 40	40	18,0	2
Wartość walorymetryczna Valorimeter value	0	28,8	49,9	68,5
	40 + 0	36,0	66,2	69,9
	0 + 40	38,2	58,7	71,9
	40 + 40	48,0	70,1	78,8

Cechy farinograficzne mąki w największym stopniu uzależnione były od przebiegu pogody, z wyjątkiem wodochłonności, która ulegała niewielkim zmianom (tab. 2). Nawożenie późne znacznie silniej kształtowało wskaźniki reologiczne maki i ciasta niż wczesne (tab. 6). Zastosowanie wczesnej dawki N do 80 kg·ha⁻¹ pozostawało praktycznie bez wpływu na rezystencję, rozmiękczenie i wartość walorymetryczną ciasta. Istotne różnice w cechach farinograficznych stwierdzono po zwiększeniu dawki N do 120 kg·ha⁻¹, podczas gdy dalszy jej wzrost do 160 kg·ha⁻¹ nie powodował istotnych zmian. Nawożenie późne dawką 40 kg·ha⁻¹, w porównaniu z wariantem bez nawożenia, spowodowało istotny wzrost wartości badanych cech. Zwiększenie dawki do 80 kg·ha⁻¹ przyczyniło się do dalszego wzrostu rezystencji ciasta i wartości walorymetrycznej oraz

zmniejszenia rozmiękczenia. Zastosowanie późnej dawki azotu $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ pozwoliło na uzyskanie wysokich wartości cech farinograficznych ciasta, nawet jeśli stosowano niską dawkę wczesną – $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 6. Wpływ wczesnego (W) i późnego (P) nawożenia azotem na cechy farinograficzne ciasta pszenicy (średnia z lat 2001-2003)

Table 6. Effect of early (W) and late (P) nitrogen fertilization on farinograph traits of wheat dough (2001-2003 mean)

Cecha – Trait	Późne nawożenie Late fertilization $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$	Wczesne nawożenie – Early fertilization, $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$					Średnia Mean
		0	40	80	120	160	
Wodochłonność mąki	0	63,0	64,9	66,1	67,9	69,8	66,3
Water absorption of flour %	40 + 0	68,2	68,3	68,9	70,0	71,0	69,3
	0 + 40	66,5	66,6	67,8	69,2	71,1	68,2
	40 + 40	70,2	70,5	70,7	71,3	71,9	70,9
Średnia – Mean		67,0	67,6	68,4	69,6	70,9	68,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 0,70		P – 0,59		P x W – 1,31	
Rezystencja ciasta Dough resistance min	0	2,75	3,12	3,31	4,24	5,78	3,84
	40 + 0	5,65	5,04	4,89	6,30	5,65	5,51
	0 + 40	3,78	3,90	4,49	5,93	6,67	5,00
	40 + 40	6,24	7,10	6,91	6,97	7,01	6,85
Średnia – Mean		4,60	4,79	4,90	5,86	6,28	5,29
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 1,08		P – 0,90		P x W – ni – ns	
Rozmiękczenie ciasta Dough softening B.U.	0	95,8	84,2	77,5	57,5	52,5	73,5
	40 + 0	55,0	61,7	57,5	40,8	39,2	50,8
	0 + 40	51,7	59,2	57,5	45,8	38,3	50,5
	40 + 40	30,0	21,7	20,0	15,8	12,5	20,0
Średnia – Mean		58,1	56,7	53,1	40,0	35,6	48,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 10,2		P – 8,6		P x W – ni – ns	
Wartość walorymetryczna Valorimeter value	0	41,7	45,0	46,8	53,8	58,0	49,1
	40 + 0	56,7	54,7	54,5	61,2	59,8	57,4
	0 + 40	52,7	52,3	54,2	59,8	62,3	56,3
	40 + 40	62,5	66,0	66,5	66,7	66,5	65,6
Średnia – Mean		53,4	54,5	55,5	60,4	61,7	57,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		W – 4,40		P – 3,67		P x W – 8,22	

Uzyskane wyniki są potwierdzeniem wcześniejszych badań Guarda i in. [2004], Podolskiej [1997], Wróbla i Szemplińskiego [1999]. Jednakże część autorów stwierdziła brak dodatkowego wpływu późnego nawożenia i różną reakcją odmian [Krzywy i in. 1986, Piech i Stankowski 1988, Podolska i Stankowski 2001].

WNIOSKI

1. Nawożenie azotem – zarówno wczesne, jak i późne – miało nieznaczny wpływ na cechy fizyczne ziarna i liczbę opadania.

2. Wczesna dawka azotu $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie powodowała istotnego wzrostu zawartości białka ogółem, glutenu i wskaźnika sedymentacji mąki. Zastosowanie dawek 80, 120 i $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ przyczyniło się do istotnego zwiększenia wartości tych cech.

3. Poprawę cech farinograficznych (rezystencji i rozmiękczenia ciasta oraz wartości walorymetrycznej) stwierdzono dopiero po zastosowaniu wczesnej dawki w wysokości $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Dawka $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie powodowała zmian tych cech. Wodochłonność mąki zmieniała się pod wpływem nawożenia w niewielkim stopniu.

4. Wpływ wczesnego nawożenia na cechy jakościowe ziarna pszenicy był niezależny od przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji.

5. Późne nawożenie azotem w dużym stopniu poprawiało jakość ziarna pszenicy, nawet jeśli we wczesnych fazach rozwoju roślin stosowano niskie nawożenie azotem.

6. Dodatnia reakcja pszenicy na późne nawożenie azotem była silniejsza w latach, w których przebieg pogody był niesprzyjający do uzyskania ziarna o wysokiej jakości.

7. Wysoki plon białka uzyskano przy nawożeniu azotem w ilości co najmniej $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, z której połowę stosowano w dawce wczesnej.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Dziamba Sz., Styk B., 1988. Wpływ nawożenia mineralnego na jakość ziarna trzech odmian pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 166, 7-15.
- Archemowicz B., Zając J., 1993. Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. *Rocz. Nauk. Rol. A* 110(1-2), 149-157.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., 1999. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Pam. Puł.* 118, 45-56.
- Guarda G., Padovano S., Delogu G., 2004. Grain field, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italia bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *Eur. J. Agron.* 21, 181-192.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW Warszawa.
- Krzywy E., Krupa J., Wołoszyk Cz., 1986. Wpływ nawożenia azotem na plony ziarna i wartość technologiczną dwu odmian pszenicy ozimej. *Mat. Konf. Wpływ nawożenia na jakość plonów*, Olsztyn, 103-109.
- Mazurek J., Sułek A., 1999. Wpływ różnych dawek i technik nawożenia azotem na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 118, 271-274.
- Ottoman M.J., Doerge T.A., Martin E.C., 2000. Durum grain quality as affected by nitrogen fertilization near anthesis and irrigation during grain fill. *Agron. J.* 92, 1035-1041.
- Piech M., Stankowski S., 1988. Wpływ dawek i terminów nawożenia azotem oraz ilości wysiewu na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Cz. II. Jakość ziarna. Biul. IHAR* 166, 17-26.
- Podolska G., 1997. Prawidłowa uprawa pszenicy ozimej warunkiem uzyskania wysokiej jakości ziarna. *Mat. Szk.* 51, Wyd. IUNG Puławy, 9-10.
- Podolska G., Stankowski S., 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 218/219, 127-136.
- Podolska G., Sułek A., 2002. Główne elementy produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.* 130, 597-605.
- Podolska G., Stypuła G., Stankowski S., 2004. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od intensywności ochrony zasiewów. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura* 59(1), 269-276.

- Ruske R.E., Gooding M.J., Jones S.A., 2003. The effects of picoxystrobin, azoksystrobin and nitrogen on disease control, flag leaf senescence, yield and grain quality of winter wheat. *Crop Prot.* 22, 975-987.
- Rutkowska A., 2004. Studia nad nawożeniem pszenicy ozimej. *Nawozy i Nawoż.* 4, 1-93.
- Smith G.P., Gooding M.J., 1999. Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agric. For. Meteorol.* 94, 159-170.
- Stankowski S., Mortensen L., 1997. Wpływ zwiększonego stężenia CO₂ i nawożenia azotem na jakość ziarna pszenicy. *Biul. IHAR* 204, 191-196.
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K., 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura* 59(3), 1363-1369.
- Szyrmer J., Grabski., 1976. Zmiany jakościowe ziarna jęczmienia i pszenicy w zależności od odmiany, nawożenia i gęstości siewu. *Hod. Rośl. Aklim. Nasienn.* 20(3), 265-274.
- Wróbel E., Szempliński W., 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118, 463-469.

WINTER WHEAT GRAIN AND FLOUR QUALITY TRAITS AS AFFECTED BY THE NITROGEN FERTILIZATION DOSE AND DATE

Abstract. The experimental material was made up of 'Korweta' winter wheat grain samples from 2000/2001-2002/2003 field experiments, while the experimental factors were: 5 nitrogen fertilization doses from 0 to 160 kg N·ha⁻¹ applied during vegetative development stages (0; 40 = 40 - 0 - 0 - 0; 80 = 40 - 40 - 0 - 0; 120 = 40 - 40 - 40 - 0; 160 = 40 - 40 - 40 - 40, the first dose was sown at the beginning of vegetation, the next one - after 14, 28 and 42 days) and 4 variants of late fertilization applied at earing and at the end of flowering (0; 40 = 40 - 0; 40 = 0 - 40; 80 = 40 - 40). Nitrogen fertilization, both early and late, had an inconsiderable effect on the physical properties of grain and falling number. Much bigger differentiation of results was caused by weather conditions. A favorable effect of early fertilization on quality traits of grain and flour was observed. The total protein content, gluten content and Zeleny test values increased after the application of 80 to 160 kg·ha⁻¹ of nitrogen, yet the improvement of farinograph traits (dough resistance and softening and valorimeter value) was recorded for the nitrogen dose of 120 and 160 kg·ha⁻¹. Late nitrogen application much improved the wheat grain quality; even if at early development stages low nitrogen fertilization was used. The effect of early nitrogen fertilization on wheat grain quality traits was similar irrespective of the weather conditions during the vegetation period. A positive reaction of wheat to late nitrogen fertilization was stronger in the years in which weather conditions were unfavorable for obtaining high quality grain. A high protein yield was recorded when nitrogen fertilization was minimum 160 kg·ha⁻¹, half of which was applied at the early dose.

Key words: fertilization, nitrogen, dose, date, grain quality, wheat

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.05.2006