

WPLYW INTENSYWNOŚCI NAWOŻENIA AZOTEM NA JAKOŚĆ ZIARNA I MĄKI ODMIAN PSZENICY OZIMEJ

Sławomir Stankowski¹, Janusz Smagacz², Grzegorz Hury¹,
Stanisława Ułasik¹

¹ Akademia Rolnicza w Szczecinie

² Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach

Streszczenie. Materiał do badań stanowiły próby ziarna pszenicy ozimej pochodzące z 3-letnich doświadczeń polowych przeprowadzonych w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Grabowie (51°21' N; 21°40' E), należącym do IUNG w Puławach, w latach 2003-2006. Określono wpływ 4 poziomów nawożenia azotem (90, 120, 150, 180 kg N·ha⁻¹) 10 odmian pszenicy ozimej na cechy jakościowe ziarna i mąki. Nawożenie azotem miało niewielki wpływ na cechy fizyczne ziarna i liczbę opadania. Zwiększenie dawki azotu z 90 do 150 kg·ha⁻¹ spowodowało istotny wzrost zawartości białka. Zawartość glutenu i wskaźnik sedymentacji mąki wzrastały po zastosowaniu 180 kg N·ha⁻¹. Poprawę cech farinograficznych (rezystencji i rozmiękczenia ciasta oraz wartości walorymetrycznej) stwierdzono dopiero po zastosowaniu 150 kg N·ha⁻¹. Dalsze zwiększenie dawki – do 180 kg N·ha⁻¹ – pozostało bez wpływu na cechy farinograficzne. Wystąpiła istotna interakcja pomiędzy nawożeniem azotem a odmianami w przypadku sedymentacji mąki, rezystencji ciasta i wartości walorymetrycznej. Odmiany o najlepszej jakości znacznie silniej reagowały na nawożenie niż odmiany o gorszych parametrach jakościowych. U odmian typu paszowego (Symfonia i Kaja) brak było różnic w wartościach wyżej wymienionych cech niezależnie od zastosowanej dawki azotu.

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

WSTĘP

Nawożenie azotem jest jednym z ważniejszych czynników plonotwórczych, mającym również duży wpływ na jakość ziarna pszenicy [Achremowicz i in. 1988, Stankowski i Mortensen 1997, Mazurek i Sułek 1999]. Zmiany jakości ziarna związane są zarówno z wysokością dawki, jak i terminem jej zastosowania [Wróbel i Szempliński 1999, Ottman i in. 2000, Ruske i in. 2003]. Kształtowanie się jakości ziarna i mąki pod wpływem intensywnego nawożenia zależy od przebiegu warunków pogodowych [Smith

i Gooding 1999]. Może występować również zróżnicowana reakcja odmian na nawożenie [Guarda i in. 2004]. Najczęściej w badaniach agrotechnicznych nad nawożeniem oceniana jest jedna, najwyżej kilka odmian, co uniemożliwia jednoczesną ocenę wielu odmian o zróżnicowanych właściwościach.

Celem badań była ocena wpływu 4 poziomów nawożenia na jakość ziarna i mąki 10 odmian pszenicy ozimej, zakwalifikowanych do grup o zróżnicowanej technologicznej przydatności. Hipoteza zakładała, że reakcja odmian o różnej przydatności technologicznej jest niejednakowa, a zwiększone nawożenie azotem oddziałuje silniej na odmiany najlepsze jakościowo.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły próby ziarna pszenicy ozimej pochodzące z doświadczeń polowych przeprowadzonych na glebie brunatnej wylugowanej, kompleksu żytniego dobrego w latach 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Grabowie (51°21' N; 21°40' E), należącym do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach.

Pierwszym czynnikiem były 4 poziomy nawożenia azotem (90, 120, 150, 180 kg N·ha⁻¹). Nawożenie w wysokości 90 i 120 kg N·ha⁻¹ zastosowano w dwóch fazach – ruszenia vegetacji i strzelania w źdźbło, natomiast 150 i 180 kg N·ha⁻¹ – w trzech: ruszenia vegetacji, strzelania w źdźbło i kłoszenia. Stosowano 34% saletrę amonową. Drugim czynnikiem było 10 odmian pszenicy z różnych grup technologicznych: grupa A – ‘Rywalka’, ‘Finezja’, ‘Turnia’, grupa B – ‘Kobiera’, ‘Nutka’, ‘Tonacja’, ‘Soraja’, ‘Sława’ i grupa C – ‘Symfonia’, ‘Kaja’). Ilość wysiewu wynosiła 450 ziaren na m². Siew wykonano w optymalnym agrotechnicznie terminie (17, 22 i 21.09 w kolejnych latach badań).

Przedplonem w kolejnych latach badań były: jęczmień, łubin i owies. Nawożenie fosforowo-potasowe zastosowano jesienią w postaci superfosfatu potrójnego i soli potasowej 60% w ilości ustalonej na podstawie zasobności składników w glebie. Zwalczanie chwastów i chorób przeprowadzono zgodnie z zasadami agrotechniki pszenicy.

Oznaczono: masę 1000 ziaren, gęstość ziarna w stanie zsypanym, wyrównanie ziarna (> 2,5 mm), liczbę opadania – metodą Hagberga-Pertena, zawartość białka w ziarnie (N x 5,7), zawartość glutenu, sedymentację mąki – metodą Zeleny’ego oraz charakterystykę farinograficzną mąki, obejmującą wodochłonność, rezystencję ciasta, rozmiękczenie i wartość walorymetryczną. Analizy jakościowe wykonano przy zastosowaniu metod standardowych [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, wykorzystując program statystyczny FR-ANALWAR-4,3. Porównanie średnich przeprowadzono w oparciu o test Tukeya przy p = 0,05.

Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia doświadczeń były zróżnicowane (tab. 1). W sezonie vegetacyjnym 2003/2004 średnia temperatura i suma opadów w poszczególnych miesiącach była zbliżona do wartości średnich dla wielolecia. W następnym roku temperatura w całym okresie vegetacyjnym była umiarkowana. W lipcu wystąpił nadmiar opadów, który spowodował wyleganie roślin. Najmniej sprzyjające warunki dla wzrostu i rozwoju roślin wystąpiły w ostatnim roku badań. W styczniu 2006 roku temperatura była niższa od średniej z wielolecia o 5 stopni, zaś okres letni charakteryzował się wysoką temperaturą i znacznym niedoborem opadów

w czerwcu, lipcu i pierwszej dekadzie sierpnia. Spowodowało to pogorszenie wykształcenia ziarna i wpłynęło na zmniejszenie plonu ziarna.

Tabela 1. Średnia miesięczna temperatura ($^{\circ}\text{C}$) oraz suma opadów (mm) w latach 2003-2006 w porównaniu z danymi wieloletnimi

Table 1. Mean monthly temperature ($^{\circ}\text{C}$) and total precipitation (mm) in 2003-2006 as compared with multi-year data

Lata Years	Miesiąc – Month											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Temperatura – Temperature												
2003/2004	13,5	5,5	4,7	0,6	-5,4	-0,5	2,8	8,2	12,0	15,9	18,0	18,6
2004/2005	13,0	9,7	3,3	1,6	0,3	-4,0	-0,2	8,6	13,5	16,1	20,0	17,5
2005/2006	14,8	8,8	2,8	-0,4	-8,7	-4,1	-1,5	9,0	13,6	17,4	22,4	17,9
Wielolecie Multi-year	13,0	8,0	3,0	-0,8	-3,7	-3,0	0,8	7,5	12,4	16,7	17,8	17,1
Opady – Precipitation												
2003/2004	63	58	19	39	25	48	45	67	42	84	112	58
2004/2005	17	35	64	17	46	27	41	10	84	46	132	37
2005/2006	43	6	29	81	26	24	52	30	53	38	10	219
Wielolecie Multi-year	50	42	52	26	42	29	32	42	53	110	105	72

WYNIKI I DYSKUSJA

Masa 1000 ziaren i gęstość ziarna w stanie zsypanym świadczą o stopniu wypełnienia ziarna, jego strukturze i wypełnieniu. Wyniki prac wielu autorów wskazują na zmniejszenie się wielkości ziarniaków w miarę zwiększania nawożenia azotem [Archemowicz i in 1988, Archemowicz i Zając 1993], niewielkie zróżnicowanie wyników i niejednakową reakcję odmian [Cacak-Pietrzak i in. 1999, Stankowski i Rutkowska 2006] lub ich zwiększenie [Podolska i Sułek 2002]. W badaniach własnych (tab. 2) stwierdzono istotne zmniejszenie masy 1000 ziaren pod wpływem zwiększenia dawki azotu z 90 do 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; dalszy jej wzrost nie wpłynął na tę cechę. Reakcja odmian na nawożenie była podobna. Największą masą 1000 ziaren charakteryzowały się odmiany Turnia i Tonacja a najmniejszą – Sława, Kobera i Finezja (tab. 3). Gęstość ziarna w stanie zsypanym i wyrównanie ziarna kształtowały się praktycznie na podobnym poziomie przy wszystkich dawkach i odmianach. Generalnie zmienność tych cech była niewielka (tab. 4) i nie przekraczała przy skrajnych wariantach nawożenia i odmian 13%. Większe zróżnicowanie wyników obserwowano pomiędzy latami (do 34%). Było to spowodowane wyjątkowo wysoką temperaturą i niedoborem opadów w czerwcu i lipcu 2006 roku w porównaniu z przeciętnymi warunkami meteorologicznymi. Liczba opadania (tab. 2, 4) nie ulegała zmianom pod wpływem stosowanego nawożenia i związana była z przebiegiem warunków pogodowych w okresie wegetacji roślin. W roku 2005, w którym ilość opadów w lipcu przewyższała znacznie średnią wieloletnią, zaobserwowano wyjątkowo niską liczbę opadania. Zmienność wyników (tab. 4) wynosiła 45%, podczas gdy nawożenie różnicowało tę cechę tylko o 6%. Na podobną prawidłowość wskazują wyniki badań uzyskane przez Smith i Gooding [1999], Podolską i in. [2004] oraz Stankowskiego i in. [2004]. Różnice międzyodmianowe były duże, ale reakcja odmian na nawożenie podobna.

Tabela 2. Wpływ nawożenia azotem na cechy jakościowe ziarna i mąki pszenicy (średnia z lat 2004-2006)

Table 2. Effect of nitrogen fertilization on quality traits of wheat grain and flour (2004-2006 mean)

Cecha – Trait	Nawożenie – Fertilization, kg N ha ⁻¹				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	90	120	150	180	
Masa 1000 ziaren, g Weight of 1000 grains	42,6	41,9	42,1	42,1	0,39
Gęstość ziarna, kg·hl ⁻¹ Test weight	78,3	78,1	78,3	78,5	0,29
Wyrównanie ziarna, % Uniformity of grains	84,6	82,8	82,7	82,9	1,32
Liczba opadania, s Falling numer	215	217	214	204	4,9
Zawartość białka, g kg ⁻¹ Protein content	113	117	125	127	2,42
Plon białka, kg·ha ⁻¹ Protein yield	847	885	951	1006	26,1
Zawartość glutenu, % Gluten content	27,9	30,0	32,2	33,7	0,36
Rozpływalność glutenu, mm Weakening of gluten	2,19	2,37	2,60	2,79	0,089
Wodochłonność mąki, % Water absorption	68,4	69,2	70,4	71,1	0,11
Rozmiękczenie ciasta, B.U. Weakening of dough	34,0	31,5	26,9	25,1	2,25

Tabela 3. Cechy jakościowe ziarna i mąki odmian pszenicy (średnia z lat 2004-2006)

Table 3. Quality traits of grain and flour of wheat cultivars (2004-2006 mean)

Cecha – Trait	Odmiana – Cultivar										NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	Ry	Fi	Tu	Ko	Nu	To	So	Śl	Sy	Ka	
Masa 1000 ziaren, g Weight of 1000 grains	42,9	39,6	44,9	39,4	42,4	44,1	43,8	38,7	42,7	43,5	1,45
Gęstość ziarna, kg·hl ⁻¹ Test weight	79,0	80,4	78,2	78,4	77,2	78,4	78,1	78,8	77,3	77,1	0,87
Wyrównanie ziarna, % Uniformity of grains	77,4	81,8	77,8	79,7	79,7	84,5	83,8	82,0	85,3	80,5	4,11
Liczba opadania, s Falling numer	268	219	187	211	172	186	193	227	244	216	39,4
Zawartość białka, g·kg ⁻¹ Protein content	125	122	123	116	117	118	123	121	117	123	0,48
Plon białka, kg·ha ⁻¹ Protein yield	925	953	942	920	961	916	918	878	888	925	40,7
Zawartość glutenu, % Gluten content	31,0	30,5	30,8	30,2	30,9	30,8	29,4	27,9	31,6	36,9	1,34
Rozpływalność glutenu, mm Weakening of gluten	1,00	1,33	1,06	2,21	2,41	2,45	1,21	0,96	5,39	7,00	0,91
Wodochłonność mąki, % Water absorption	68,1	69,7	74,8	70,1	70,2	70,9	68,9	66,3	69,5	69,7	0,79
Rozmiękczenie ciasta, B.U. Weakening of dough	9,4	9,6	16,3	43,3	18,5	26,9	26,0	12,9	60,8	70,0	10,7

Ry – Rywalka, Fi – Finezja, Tu – Turnia, Ko – Kobiera, Nu – Nutka, To – Tonacja, So – Soraja, Śl – Sława, Sy – Symfonia, Ka – Kaja

Zwiększenie dawki azotu z 90 do 150 kg·ha⁻¹ spowodowało istotny wzrost zawartości białka i glutenu (tab. 2), natomiast podwyższenie dawki do 180 kg N·ha⁻¹ przyczyniło się tylko do zwiększenia zawartości glutenu. Rozpływalność glutenu pod wpływem nawożenia azotem ulegała stosunkowo niewielkim zmianom; średnio za 3 lata nie przekraczała wartości 1 mm. Największe zróżnicowanie badanych cech spowodowane było przebiegiem warunków pogodowych w latach badań (tab. 4 i 5) i w przypadku zawartości białka oraz glutenu wynosiło odpowiednio 28 i 34%. Zdecydowanie najwyższe wartości tych cech uzyskano w 2006 roku. Rozpływalność glutenu najsilniej modyfikowana była właściwościami odmianowymi. Nie stwierdzono zróżnicowanej reakcji odmian na nawożenie. Zróżnicowanie zawartości białka badanych odmian nie było zbyt duże (tab. 3). Znacznie większą zmienność obserwowano w zawartości glutenu i jego rozpływalności, aczkolwiek wysoka zawartość glutenu nie zawsze związana była z jego dobrą jakością.

Tabela 4. Zmienność cech jakościowych ziarna i mąki pszenicy w zależności od wybranych czynników: lat (L), nawożenia (N), odmian (O)

Table 4. Variability of quality traits of grain and flour of wheat as affected by selected factors: years (L), fertilization (N), cultivars (O)

Cecha – Trait	Zmienność cech (% średniej) – Variability of traits (% of mean)			
	średnia – mean	L	N	O
Masa 1000 ziaren, g Weight of 1000 grains	42,2	34	2	13
Gęstość ziarna, kg·hl ⁻¹ Test weight	78,3	3	1	4
Wyrównanie ziarna, s Uniformity of grains	83,4	26	2	9
Liczba opadania, s Falling numer	212	45	6	45
Zawartość białka, g·kg ⁻¹ Protein content	12,1	28	12	7
Plon białka, kg·ha ⁻¹ Protein yield	922	59	17	9
Zawartość glutenu, % Gluten content	31,0	34	19	29
Rozpływalność glutenu, mm Gluten weakening	2,49	58	15	251
Sedymentacja, cm ³ Zeleny test	29,4	27	16	53
Wodochłonność mąki, % Water absorption	69,8	7	4	7
Rezystencja ciasta, min Dough resistance	7,04	85	41	125
Rozmiękczenie ciasta, B. U Weakening of dough	29,4	89	30	201
Wartość walorymetryczna Valorimeter value	64,8	29	12	45

Zwiększenie nawożenia azotem z 90 do 180 kg·ha⁻¹ powodowało wzrost wskaźnika sedymentacji z 26,6 do 31,3 cm³ (tab. 6). Reakcja odmian była zróżnicowana. Odmiany charakteryzujące się wyższą wartością tej cechy charakteryzowały się z reguły silniejszą reakcją dodatnią.

Tabela 5. Cechy jakościowe ziarna i mąki pszenicy w latach 2004-2006
 Table 5. Quality traits of grain and flour of wheat in 2004-2006

Cecha – Trait	Rok – Year		
	2004	2005	2006
Masa 1000 ziaren, g Weight of 1000 grains	49,5	41,8	35,3
Gęstość ziarna, kg·hl ⁻¹ Test weight	79,3	77,2	78,4
Wyrównanie ziarna, % Uniformity of grains	93,8	84,1	72,3
Liczba opadania, s Falling numer	243	149	245
Zawartość białka, g·kg ⁻¹ Protein content	104	120	138
Plon białka, kg·ha ⁻¹ Protein yield	1112	1150	605
Zawartość glutenu, % Gluten content	31,0	27,9	38,6
Rozplywalność glutenu, mm Gluten weakening	2,00	1,89	3,34
Sedymentacja, cm ³ Zeleny test	24,6	31,0	32,6
Wodochłonność mąki, % Water absorption	69,0	67,2	72,3
Rezystencja ciasta, min Dough resistance	4,23	7,77	10,24
Rozmiękczenie ciasta, B. U Weakening of dough	44,1	28,8	17,8
Wartość walorymetryczna Valorimeter value	55,1	66,4	73,8

Tabela 6. Wpływ nawożenia (N) na wskaźnik sedymentacji odmian (O) pszenicy (średnia z lat 2004-2006)

Table 6. Effect of fertilization (N) on Zeleny test of cultivars (O) of wheat (2004-2006 mean)

Odmiana Cultivar	Nawożenie azotem – Nitrogen fertilization, kg N·ha ⁻¹				Średnia Mean
	90	120	150	180	
Rywalka	32,8	36,0	41,0	40,8	37,6
Finezja	28,5	31,2	33,4	34,6	31,9
Turnia	28,4	30,0	32,1	32,3	30,7
Kobiera	22,5	22,7	24,4	24,2	23,4
Nutka	29,7	32,3	33,5	34,6	32,5
Tonacja	26,8	29,0	29,2	31,6	29,1
Soraja	30,9	34,4	35,1	37,0	34,3
Sława	24,2	27,7	28,1	29,1	27,3
Symfonia	19,8	22,0	22,7	23,4	22,0
Kaja	22,4	24,0	24,4	25,2	24,0
Średnia – Mean	26,6	28,9	30,4	31,3	29,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		N 0,73	O 1,99	N(O) 0,70	

Wskaźnikiem sumarycznie ujmującym plon ziarna i zawartość białka jest plon białka. Uzyskanie najwyższego plonu białka było możliwe w przypadku zastosowania

dawki 180 kg N·ha⁻¹ (tab. 2). Plon białka w znacznie większym stopniu uzależniony był od przebiegu warunków pogodowych w latach niż od dawki azotu czy właściwości odmianowych (tab. 4 i 5). Znacznie wyższy plon białka uzyskano w latach 2004 i 2005; zawartość białka była niższa, ale plon ziarna znacznie wyższy niż w suchym 2006 roku.

Cechy farinograficzne mąki, z wyjątkiem wodochłonności mąki, w największym stopniu uzależnione były od właściwości odmianowych (tab. 4). Drugim czynnikiem, który w znacznym stopniu różnicował właściwości ciasta, był przebieg warunków pogodowych w latach, natomiast w najmniejszym stopniu – nawożenie azotem. Wodochłonność mąki utrzymywała się na zbliżonym poziomie, zaś różnice nie przekraczały 7%. Rezystencja ciasta pod wpływem nawożenia azotem wzrastała u badanych odmian w niejednakowy sposób (tab. 7). Znacznie silniejszy efekt obserwowano u odmian charakteryzujących się dobrą jakością, jak: Rywalka, Finezja czy Turnia niż odmian o niskiej jakości – Symfonia czy Kaja. Uzyskane wyniki wskazują, że wystarczającą dawką w przypadku tej cechy jest 150 kg N·ha⁻¹, gdyż nawet u najlepszych odmian zwiększenie dawki do 180 kg N·ha⁻¹ powodowało znacznie mniejszy przyrost wartości tej cechy (różnice nieistotne lub z pogranicza istotności). Nie obserwowano zróżnicowanej reakcji odmian w przypadku rozmiękczenia ciasta. Wartość, średnia ze wszystkich odmian, zwiększała się w największym stopniu pod wpływem nawożenia azotem (tab. 2), jeśli dawka azotu wzrastała ze 120 do 150 kg·ha⁻¹. Zastosowanie 180 kg N·ha⁻¹ nie powodowało istotnych zmian.

Tabela 7. Wpływ nawożenia (N) na rezystencję ciasta odmian (O) pszenicy (średnia z lat 2004-2006)

Table 7. Effect of fertilization (N) on dough resistance of cultivars (O) of wheat (2004-2006 mean)

Odmiana Cultivar	Nawożenie azotem – Nitrogen fertilization, kg N·ha ⁻¹				Średnia Mean
	90	120	150	180	
Rywalka	7,60	10,19	15,93	16,49	12,55
Finezja	5,79	6,72	11,18	12,28	8,99
Turnia	5,18	6,36	9,49	10,69	7,93
Kobiera	5,03	4,38	5,71	6,07	5,29
Nutka	6,54	6,82	8,19	8,44	7,50
Tonacja	6,18	6,05	7,96	7,92	7,03
Soraja	4,11	5,11	5,45	6,26	5,23
Sława	7,35	7,66	8,16	8,21	7,84
Symfonia	4,40	4,30	4,19	4,17	4,27
Kaja	3,53	3,65	3,72	3,99	3,72
Średnia – Mean	5,57	6,12	8,00	8,45	7,04
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		N 0,364	O 3,158	N(O) 0,961	

Reakcja odmian na nawożenie w przypadku wartości walorymetrycznej była silnie zróżnicowana (tab. 8). U najlepszych odmian stwierdzono istotny wzrost wartości tej cechy, podczas gdy u najgorszych wartość walorymetryczna kształtowała się na zbliżonym poziomie niezależnie od dawki azotu. Wskazuje to na fakt, że w przypadku odmian o niskiej jakości zastosowanie wysokiego nawożenia azotem nie wpływa dodatnio na wartość wypiekową ziarna. Biorąc pod uwagę zmienność wyników spowodowaną oddziaływaniem właściwości odmianowych, przebiegiem pogody w latach badań oraz nawożenia azotem, można stwierdzić, że największe zróżnicowanie cech farinograficz-

nych związane było z właściwościami odmianowymi. Wyniki wcześniejszych badań wskazują, że stosowanie wysokich dawek azotu nie zawsze skutkuje poprawą jakości ziarna. Knapowski i Ralcewicz [2004] jako optymalną dawkę dla większości parametrów ziarna i mąki podają 120 kg N·ha⁻¹. Również Podolska i in. [2005] nie uzyskali wzrostu zawartości białka w ziarnie po przekroczeniu 120 kg·ha⁻¹. Stankowski i Rutkowska [2006] stwierdzili, że zastosowanie 160 kg azotu przyczynia się do poprawy cech jakościowych ziarna oraz właściwości farinograficznych ciasta, z wyjątkiem wodochłonności mąki. Wysokie wartości rezystencji i wartości walorymetrycznej można również uzyskać przy niższej dawce – 120 kg·ha⁻¹, jednak pod warunkiem zastosowania 80 kg azotu w późnych fazach rozwojowych (podczas kłoszenia i kwitnienia).

Tabela 8. Wpływ nawożenia (N) na wartość walorymetryczną odmian (O) pszenicy (średnia z lat 2004-2006)

Table 8. Effect of fertilization (N) on valorimeter value of cultivars (O) of wheat (2004-2006 mean)

Odmiana Cultivar	Nawożenie azotem – Nitrogen fertilization, kg N·ha ⁻¹				Średnia Mean
	90	120	150	180	
Rywalka	68,8	72,5	83,2	84,2	77,2
Finezja	63,3	67,8	78,7	80,5	72,6
Turnia	62,8	67,8	74,7	75,5	70,2
Kobiera	57,2	54,8	59,5	61,2	58,2
Nutka	64,7	65,2	70,3	70,2	67,6
Tonacja	61,5	61,3	69,2	67,8	65,0
Soraja	60,8	65,3	67,8	70,2	66,0
Sława	69,8	70,2	72,2	72,7	71,2
Symfonia	52,5	51,7	50,5	52,3	51,8
Kaja	47,2	48,0	48,7	49,3	48,3
Średnia – Mean	60,9	62,5	67,5	68,4	64,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		N 1,00	O 8,26	N(O) 2,16	

Wpływ nawożenia na cechy jakościowe był podobny niezależnie od przebiegu warunków pogodowych w latach. Uzyskane wyniki są potwierdzeniem wcześniejszych badań Krzywego i in. [1986], Piecha i Stankowskiego [1988], Podolskiej i Stankowskiego [2001] oraz Guarda i in. [2004].

WNIOSKI

1. Nawożenie azotem spowodowało zróżnicowanie wyników wartości cech fizycznych ziarna i liczby opadania od 1 do 6%. Warunki pogodowe w czasie wegetacji pszenicy miały dominujący wpływ na kształtowanie tych cech.

2. Zwiększenie dawki azotu z 90 do 150 kg·ha⁻¹ wpłynęło na wzrost zawartości białka. Zawartość glutenu i wskaźnika sedimentacji mąki wzrastała również po zastosowaniu 180 kg N·ha⁻¹.

3. Poprawę cech farinograficznych (rezystencji i rozmięczenia ciasta oraz wartości walorymetrycznej) stwierdzono dopiero po zastosowaniu 150 kg N·ha⁻¹. Dalsze zwiększenie dawki – do 180 kg N·ha⁻¹ pozostało bez wpływu na cechy farinograficzne. Wodochłonność mąki zmieniała się pod wpływem nawożenia w stopniu niewielkim.

4. Stwierdzono istotną interakcję pomiędzy nawożeniem azotem a odmianami w przypadku sedimentacji maki, rezystencji i wartości walorymetrycznej. Odmiany o najlepszej jakości znacznie silniej reagowały na nawożenie niż odmiany o gorszych parametrach technologicznych. U odmian zaliczonych do grupy paszowych (Symfonia i Kaja) brak było różnic w wartościach wyżej wymienionych cech niezależnie od zastosowanej dawki azotu.

5. Najwyższy plon białka uzyskano po zastosowaniu 180 kg N·ha⁻¹.

6. Odmianami o najwyższej jakości ziarna były Rywalka, Finezja i Turnia, a o najniższej – Symfonia i Kaja.

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. Roczn. 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. Wydawnictwo SGGW Warszawa.
- Knapowski T., Ralcewicz M., 2004. Evaluation of qualitative features of Mikon cultivar winter wheat grain and flour depending on selected agronomic factors. EJPau, Agronomy 7(1), #01, www.ejpau.media.pl/volume7/issue1/agronomy/art-01.html
- 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.
- Ottman 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., 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., Stankowski S., Dworakowski T., 2005. Kształtowanie plonu i jakości ziarna pszenicy ozimej poprzez nawożenie azotem. Mat. Konf. Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej, Puławy, 207-208.
- 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.
- Podolska G., Sułek A., 2002. Główne elementy produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pam. Puł. 130, 597-605.
- 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.
- 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.
- Stankowski S., Rutkowska A., 2006. Kształtowanie się cech jakościowych ziarna i maki pszenicy ozimej w zależności od dawki i terminu nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(1), 53-61.
- Wróbel E., Szempliński W., 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118, 463-469.

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION INTENSITY ON GRAIN AND FLOUR QUALITY OF WINTER WHEAT CULTIVARS

Abstract. The material for investigation were grain samples of winter wheat obtained from a 3-years field experiment conducted in the Experimental Station Grabów (51°21' N; 21°40' E) of IUNG Puławy in 2003-2006. The effect of 4 nitrogen fertilization levels (90, 120, 150, 180 kg N·ha⁻¹) and 10 cultivars of winter wheat on quality features of grain was estimated. Nitrogen fertilization had an unimportant effect on physical properties of grain and falling number. Increasing the nitrogen dose from 90 to 150 kg·ha⁻¹ caused a significant increase in protein content. Gluten content and value of Zeleny test increased after 180 kg·ha⁻¹ of nitrogen application. Improvement of farinograph properties (dough resistance, dough weakening and valorimeter value) was noticed when the nitrogen dose was 150 kg·ha⁻¹. Further increase in the dose to 180 kg·ha⁻¹ had no influence on farinograph traits. Significant interactions between nitrogen fertilization and cultivars were noticed for Zeleny test, dough resistance and valorimeter value. The reaction for fertilization of the best quality cultivars was much stronger than that of the worse quality cultivars. For the cultivars from the fodder group (Symfonia and Kaja), there were no differences in the above mentioned traits irrespective of the nitrogen doses.

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

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.09.2008