

GRAŻYNA CACAK-PIETRZAK**ALICJA SULEK¹**

Zakład Technologii Zbóż Katedry Technologii Żywności, SGGW, Warszawa

¹ Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, IUNG — PIB w Puławach

Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej

The effects of nitrogen fertilization on yield and technological parameters of spring wheat

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2005–2006 w hali wegetacyjnej IUNG — PIB w Puławach posługując się wazonami Mitscherlicha (o poj. 7 kg gleby). Badano reakcję nowych odmian pszenicy jarej: Bombona, Raweta, Partyzan, Hewilla oraz rodu NAD 403 na 3 poziomy nawożenia azotem: 1,2; 2,4; 3,6 g N/wazon. Stwierdzono, że badane odmiany pszenicy wykazywały odmienną reakcję na zastosowane w doświadczeniu dawki azotu. W roku 2005 istotny wzrost plonowania przy dawce 2,4 g N/wazon wystąpił u odmian Bombona i Partyzan oraz rodu NAD 403, natomiast odmiana Raweta intensywnie wykorzystywała nawożenie 3,6 g N/wazon. W roku 2006 istotna zwyżka plonu ziarna wystąpiła przy dawce 2,4 g N/wazon u odmian Bombona, Raweta i Partyzan, natomiast odmiana Hewilla plonowała najwyższej przy dawce 3,6 g N/wazon. U wszystkich badanych odmian pszenicy wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem do dawki 3,6 g N/wazon następowało istotne zwiększenie ogólnej zawartości białka i ilości wymywanego glutenu. Tylko w przypadku rodu NAD 403 zawartość substancji białkowych zwiększała się istotnie do poziomu 2,4 g N/wazon. Zwiększenie dawki azotu powodowało na ogół obniżenie jakości glutenu, a w ziarnie zebranym w roku 2006 również wartości wskaźnika sedymentacyjnego. Poziom nawożenia azotem nie miał wpływu na aktywność enzymów amylolitycznych.

Słowa kluczowe: pszenica jara, plon, jakość ziarna, nawożenie azotem

The responses of 5 new cultivars of spring wheat to increasing nitrogen rates (1.2, 2.4 and 3.6 g N/pot) were investigated in the years 2005 and 2006 using Mitscherlich pots. The cultivars exhibited various reaction to the rates of nitrogen applied. In 2005, cultivars Bombona and Partyzan as well as strain NAD 403 showed significant increase in grain yield at the rate of 2.4 g N/pot, whereas the marked increase in the yield of cv. Raweta was recorded at 3.6 g N/pot. In 2006, the positive effect of fertilization on the yield of cvs Bombona, Raweta and Partyzan was observed at 2.4 g N/pot, while the highest yield of cv. Hewilla was obtained at 3.6 g N/pot. Apart from the amount, also yield quality depended on the rates of nitrogen fertilization. The increase in N rate to 3.6 g per pot resulted in the higher content of total protein and gluten in cvs Bombona, Raweta, Partyzan and Hewilla. With wheat strain NAD 403, significant increase in the content of these components was recorded at 2.4 g N/pot.

The gluten and sedimentation indices were found to decrease with increasing rates of N per pot. The activity of amylolytic enzymes remained at a stable level, irrespective of the nitrogen rate applied.

Key words: grain, nitrogen fertilization, quality, spring wheat, yield

WSTĘP

Pszenica jest zbożem, które ze względu na potencjał produkcyjny oraz wartość technologiczną odgrywa szczególną rolę w gospodarce światowej. Jednym z podstawowych czynników plonotwórczych, równocześnie wywierających wpływ na jakość zbieranego ziarna jest nawożenie azotem (Achremowicz i Zając, 1991–1992; Achremowicz i in., 1993; Fatyga i in., 1994; Achremowicz i in., 1995; Borkowska i in., 1999; Mazurek i in., 1999; Mazurek i Sułek, 1999; Noworolnik i Sułek, 1999; Wróbel, 1999; Borkowska i in., 2002; Woolfolk i in., 2002; Sułek i in., 2002, 2004; Kocoń, 2005; Waclawowicz i in., 2005). Z dotychczas przeprowadzonych badań (Achremowicz i Zając, 1991–1992; Achremowicz i in., 1993; Fatyga i in., 1994; Borkowska i in., 1999; Wróbel, 1999; Waclawowicz i in., 2005) wynika, że wraz ze zwiększaniem poziomu nawożenia azotem następuje wzrost plonowania pszenicy i na ogół poprawiają się również cechy jakościowe ziarna. Zmiany dotyczą przede wszystkim ilości i jakości substancji białkowych, w tym białek glutenowych decydujących o wartości wypiekowej mąki pszennej. Po przekroczeniu optymalnej dawki azotu może nastąpić spadek plonu ziarna oraz pogorszenie jego jakości. Wyniki wielu badań (Achremowicz i Zając, 1993; Fatyga i in., 1994; Achremowicz i in., 1995; Fotyma, 1999; Noworolnik i Sułek, 1999; Borkowska i in., 2002; Ralcewicz i Knapowski, 2004; Waclawowicz i in., 2005) wskazują, że optymalny poziom nawożenia azotem pszenicy jarej zawiera się w szerokim przedziale wynoszącym od 50 do 150 kg N·ha⁻¹, w zależności od typu i zasobności gleby oraz różnych możliwości wykorzystania azotu przez poszczególne odmiany.

Celem badań było określenie zmian wielkości plonu oraz cech jakościowych ziarna nowych odmian pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2005–2006 w hali wegetacyjnej IUNG — PIB w Puławach posługując się wazonami Mitscherlicha (o poj. 7 kg gleby). Badano reakcję nowych odmian pszenicy jarej: Bombona, Raweta, Partyzan, Hewilla oraz rodu NAD 403 na 3 poziomy nawożenia azotem: 1,2; 2,4; 3,6 g N/wazon. Azot podawano w formie NH₄NO₃, stosując ½ dawki przed siewem i ½ dawki w fazie strzelania w źdźbło. Nawożenie pozostałymi składnikami na wazon wynosiło: P₂O₅ — 1 g w postaci KH₂PO₄, K₂O — 1,5 g w postaci K₂SO₄, Mg — 0,6 g w postaci MgSO₄ × 7 H₂O. Ponadto do podłoża dodawano żelazo (50 mg), bor (5 mg) i miedź (3 mg). Siewu dokonano w końcu marca. W fazie drugiego liścia pozostawiono (po przerywce) po 10 roślin w wazonie. Wilgotność gleby utrzymywano przez cały okres wegetacji na poziomie 60% polowej pojemności wodnej. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach. Po zbiorze określono plon oraz cechy jakościowe ziarna: masę 1000 ziaren, zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla (N

× 5,83), ilość i jakość glutenu mokrego (ICC 155), wskaźnik sedymentacyjny (ICC 116/1) oraz liczbę opadania (ICC 107/1). Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji w układzie kompletnie zrandomizowanym osobno dla każdego roku badań. Istotność różnic oceniano testem Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza statystyczna wykazała interakcję lat z badanymi cechami, dlatego wyniki przedstawiono osobno dla każdego roku badań.

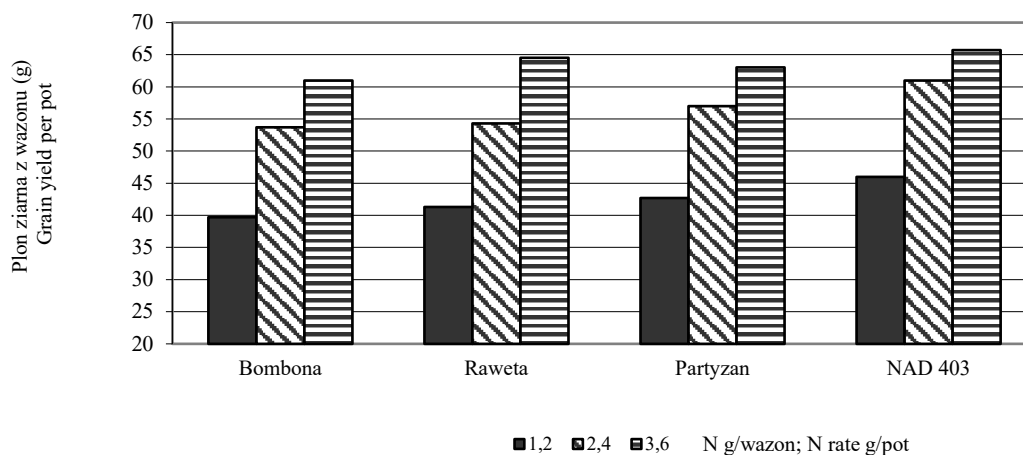
Przebieg warunków pogodowych w poszczególnych latach badań był zróżnicowany (tab. 1).

Tabela 1

Temperatura i usłonecznienie w latach 2005–2006 Temperature and insolation in the years 2005–2006

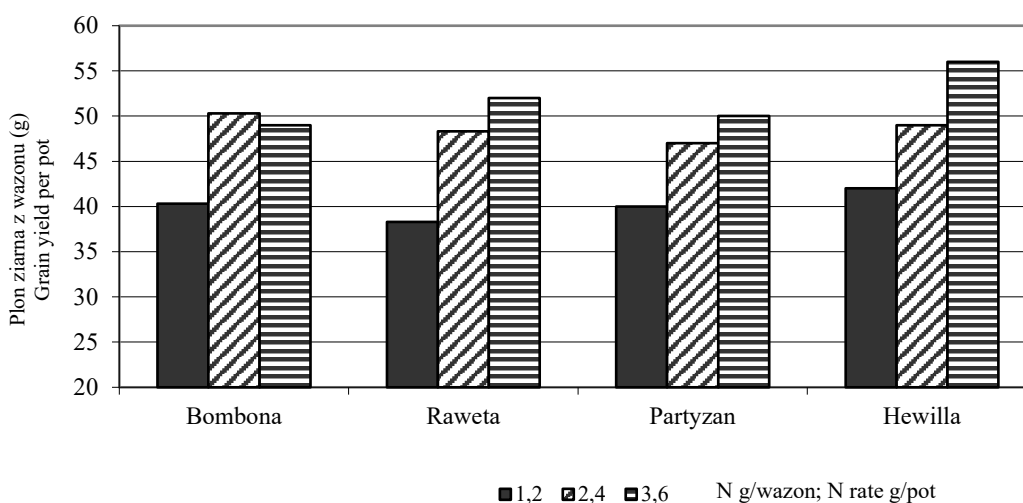
Miesiąc Month	Temperatura — temperature °C				Usłonecznienie — insolation			
	dekada — decade							
	I	II	III	średnio mean	I	II	III	średnio mean
	2005							
Kwiecień April	8,8	11,0	7,1	9,0	7,9	5,1	6,4	6,5
Maj May	11,1	11,2	18,8	13,7	4,8	6,9	12,6	8,1
Czerwiec June	13,7	17,3	18,3	16,4	5,7	8,6	12,1	8,8
Lipiec July	19,9	20,1	20,0	20,0	11,6	8,5	7,7	9,3
Sierpień August	16,9	16,9	17,9	17,3	5,8	7,2	9,2	7,4
	2006							
Kwiecień April	6,7	8,0	13,0	9,2	5,1	3,2	9,4	5,9
Maj May	13,6	14,5	13,6	13,9	9,3	8,8	6,0	8,0
Czerwiec June	12,3	18,5	22,2	17,7	6,9	12,7	9,6	9,7
Lipiec July	22,3	21,5	23,6	22,4	14,8	10,7	12,9	12,8
Sierpień August	18,8	18,6	15,9	17,8	4,5	7,0	6,7	6,0

W roku 2006 w czasie dojrzewania ziarna, w miesiącu czerwcu a szczególnie w lipcu, wystąpiło większe usłonecznienie i wyższe temperatury, w porównaniu z rokiem 2005, co wpłynęło istotnie na plonowanie oraz cechy jakościowe ziarna. Średni plon ziarna w roku 2005 był wyższy o 19% w porównaniu do plonu uzyskanego w roku 2006 (rys. 1, 2). Wynikało to m.in. z większej masy 1000 ziaren (tab. 2, 3). Na plon ziarna badanych odmian pszenicy jarej istotny wpływ miała również zastosowana dawka azotu. Spośród badanych pszenic, niezależnie od roku zbioru, najwyżej plonowały odmiany Hewilla, Raweta oraz ród NAD 403.



NIR_{0,05} dla interakcji czynników = 8,9
 LSD_{0,05} for factors interaction = 8,9

Rys. 1. Wpływ nawożenia azotem (g/wazon) na plon ziarna odmian pszenicy jarej (zbiór 2005)
Fig. 1. Influence of nitrogen fertilization (g/pot) on grain yield of spring wheat cultivars (2005)



NIR_{0,05} dla interakcji czynników = 6,3
 LSD_{0,05} for factors interaction = 6,3

Rys.2. Wpływ nawożenia azotem (g/wazon) na plon ziarna odmian pszenicy jarej (zbiór 2006)
Fig. 2. Influence of nitrogen fertilization (g/pot) on grain yield of spring wheat cultivars (2006)

Na cechy odmianowe jako czynnik różnicujący plony ziarna w warunkach zwiększonego nawożenia azotem wskazują również wyniki naszej wcześniejszej pracy (Sułek i in., 2004) oraz badania przeprowadzone przez innych autorów (Fotyma, 1999; Borkowska

i in., 2002). W roku 2005 spośród badanych pszenic efektywne wykorzystanie intensywnego nawożenia azotem (3,6 g N/wazon) wystąpiło wyłącznie w przypadku odmiany Raweta, natomiast u pozostałych odmian istotny wzrost plonu ziarna następował tylko do dawki 2,4 g N/wazon. W roku 2006 istotny wzrost plonowania po zastosowaniu dawki 3,6 g N/wazon wystąpił tylko u odmiany Hewilla, pozostałe odmiany reagowały istotnym wzrostem plonu ziarna już po zwiększeniu dawki z 1,2 do 2,4 g N/wazon.

Tabela 2

Cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej w zależności od dawek azotu (zbiór 2005)
Grain quality traits of spring wheat cultivars depending on nitrogen fertilization (2005)

Wyszczególnienie Specification	Dawka N g/wazon N rate (g/pot)	Odmiana — Cultivar				Średnio Mean
		Bombona	Raweta	Partyzan	NAD 403	
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)	1,2	41,5	46,5	38,5	44,7	42,8
	2,4	44,8	47,9	38,9	47,5	44,8
	3,6	44,8	48,4	38,0	46,5	44,7
Średnio — Mean		43,7	47,6	38,5	46,2	
NIR _{0,05} dla dawek N – 2,0; odmian – 2,6; interakcji – r.n. LSD _{0,05} for rates N – 2,0; cultivars – 2,6; interactions – r.n.						
Zawartość białka ogółem Protein content (% s.m)	1,2	12,5	12,4	12,0	10,9	11,9
	2,4	16,5	16,2	14,7	14,6	15,5
	3,6	17,6	18,3	16,3	15,1	16,8
Średnio — Mean		15,5	13,5	15,6	14,3	
NIR _{0,05} dla dawek N – 0,6; odmian – 0,8; interakcji – 1,2 LSD _{0,05} for rates N – 0,6; cultivars – 0,8; interactions – 1,2						
Ilość glutenu Gluten content (%)	1,2	28,3	26,5	28,4	19,8	25,7
	2,4	40,1	39,3	36,5	36,2	38,0
	3,6	42,9	50,2	41,2	37,0	42,8
Średnio — Mean		37,0	39,6	35,4	31,0	
NIR _{0,05} dla dawek N – 1,2; odmian – 1,7; interakcji – 2,7 LSD _{0,05} for rates N – 1,2; cultivars – 1,7; interactions – 2,7						
Indeks glutenowy Gluten index	1,2	84	69	85	91	82
	2,4	78	53	86	80	74
	3,6	82	47	77	77	71
Średnio — Mean		81	56	83	83	
NIR _{0,05} dla dawek N – 5,3; odmian – 6,8; interakcji – 10,5 LSD _{0,05} for rates N – 5,3; cultivars – 6,8; interactions – 10,5						
Wskaźnik sedymentacyjny Sedimentation index (cm ³)	1,2	67	75	90	69	75
	2,4	65	79	93	72	77
	3,6	63	79	95	77	78
Średnio — Mean		65	78	93	73	
NIR _{0,05} dla dawek N – r.n.; odmian – 15; interakcji – r.n. LSD _{0,05} for rates N – r.n.; cultivars – 15; interactions – r.n.						
Liczba opadania Falling number (s)	1,2	451	468	405	375	424
	2,4	480	470	442	303	423
	3,6	466	420	401	375	415
Średnio — Mean		466	453	416	351	
NIR _{0,05} dla dawek N – r.n.; odmian – 71; interakcji – r.n. LSD _{0,05} for rates N – r.n.; cultivars – 71; interactions – r.n.						

r.n. – Różnice nieistotne; Not significant

Tabela 3

Cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej w zależności od dawek azotu (zbiór 2006)
Grain quality treats of spring wheat cultivars depending on nitrogen fertilization (2006)

Wyszczególnienie Specification	Dawka N g/wazon N rate (g/pot)	Odmiana— Cultivar				Średnio Mean
		Bombona	Raweta	Partyzan	Hewilla	
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)	1,2 2,4 3,6	32,5 34,5 30,0	34,3 30,7 33,7	30,0 28,3 31,5	33,7 31,7 33,6	32,4 31,3 32,1
Średnio — Mean		32,3	32,9	29,9	33,0	
NIR _{0,05} dla dawek N – r.n.; odmian – r.n.; interakcji – r.n. LSD _{0,05} for rates N – r.n.; cultivars – r.n.; interactions – r.n.						
Zawartość białka ogółem Protein content (% s.m)	1,2 2,4 3,6	16,1 17,3 18,0	12,8 18,5 20,2	13,7 17,4 18,8	12,8 16,4 17,2	13,9 17,4 18,5
Średnio — Mean		17,2	17,2	16,7	15,4	
NIR _{0,05} dla dawek N – 0,2; odmian – 0,3; interakcji – 0,5 LSD _{0,05} for rates N – 0,2; cultivars – 0,3; interactions – 0,5						
Ilość glutenu Gluten content (%)	1,2 2,4 3,6	26,8 39,5 42,1	26,5 46,4 57,1	33,3 47,0 54,3	30,7 40,0 43,4	33,3 46,9 54,3
Średnio — Mean		36,1	43,3	44,8	38,0	
NIR _{0,05} dla dawek N – 0,7; odmian – 0,9; interakcji – 1,5 LSD _{0,05} for rates N – 0,7; cultivars – 0,9; interactions – 1,5						
Indeks glutenowy Gluten index	1,2 2,4 3,6	97 93 89	79 56 49	87 71 64	80 82 80	86 76 71
Średnio — Mean		93	61	74	81	
NIR _{0,05} dla dawek N – 2,4; odmian – 3,1; interakcji – 5,3 LSD _{0,05} for rates N – 2,4; cultivars – 3,1; interactions – 5,3						
Wskaźnik sedymentacyjny Sedimentation index (cm ³)	1,2 2,4 3,6	81 72 69	72 63 67	79 77 76	78 73 75	77 71 71
Średnio — Mean		74	67	77	75	
NIR _{0,05} dla dawek N – 1,4; odmian – 1,8; interakcji – 3,1 LSD _{0,05} for rates N – 1,4; cultivars – 1,8; interactions – 3,1						
Liczba opadania Falling number (s)	1,2 2,4 3,6	419 468 412	451 452 419	376 467 442	392 437 410	409 466 421
Średnio — Mean		433	454	428	413	
NIR _{0,05} dla dawek N – r.n.; odmian – 18; interakcji – r.n. LSD _{0,05} for rates N – r.n.; cultivars – 18; interactions – r.n.						

r.n. – Różnice nieistotne; Not significant

Korzystne oddziaływanie azotu na wielkość plonów pszenicy stwierdzono w wielu pracach (Fatyga i in., 1994; Fotyma, 1999; Mazurek i in., 1999; Mazurek i Sułek, 1999; Noworolnik i Sułek, 1999; Wróbel, 1999; Ralcewicz i Knapowski, 2004; Waclawowicz i in., 2005). W doświadczeniach przeprowadzonych przez Fatygę i wsp. (1994) oraz Wróbla (1999) najwyższe plony uzyskano stosując azot w dawce 120 kg·ha⁻¹, natomiast zdaniem Waclawowicza i wsp. (2005) oraz Fotymy (1999) optymalną dla plonowania pszenicy jarej jest dawka 150 kg N·ha⁻¹. Borkowska i wsp. (1999) wykazali jednak, że zbyt intensywne nawożenie pszenicy azotem może prowadzić do silnego wylegania roślin oraz porażenia chorobami grzybowymi i tym samym spadku plonu ziarna.

W roku 2005 masa 1000 ziaren wykazywała istotny wzrost przy poziomie nawożenia 2,4 g N/wazon u odmiany Bombona i rodu NAD 403 (tab. 2). Zależności takiej nie stwierdzono w przypadku odmian Raweta i Partyzan. Korzystne oddziaływanie azotu na masę 1000 ziaren wykazali również Wróbel (1999) oraz Waławowicz i wsp. (2005). W roku 2006, podobnie jak we wcześniejszych badaniach przeprowadzonych w IUNG (Mazurek i Sułek, 1999; Mazurek i in., 1999; Noworolnik i Sułek, 1999; Sułek i in., 2002, 2004) u żadnej z badanych odmian pszenicy zastosowane w uprawie nawożenie azotem nie miało wpływu na tę cechę (tab. 3). Natomiast wyniki uzyskane przez Achremowicza i Zajęca (1991–1992), Achremowicza i wsp. (1993) oraz Borkowską i wsp. (1999) wskazują, że zwiększenie dawki azotu może wpływać niekorzystnie na masę 1000 ziaren. Zdaniem Waławowicza i wsp. (2005) oddziaływanie nawożenia azotem na masę 1000 ziaren uwarunkowane jest m.in. zasobnością gleby w ten składnik.

Warunki pogodowe w roku 2006 były bardziej sprzyjające dla odkładania się substancji białkowych w ziarnie wszystkich badanych odmian pszenicy. Średnia zawartość białka ogółem w ziarnie zebranym w roku 2006 i 2005 wynosiła odpowiednio: 16,6 i 14,7% (tab. 2, 3). Na ilość substancji białkowych istotny wpływ miało zastosowane w uprawie nawożenie azotem. W roku 2005 wraz ze wzrostem dawki azotu istotnie zwiększała się ogólna zawartość białka i ilość wymywanego glutenu u odmian Bombona, Raweta i Partyzan, natomiast u rodu NAD 403 zwiększenie dawki azotu z 2,4 do 3,6 g N/wazon nie wpłynęło istotnie na te składniki. W roku 2006 u wszystkich odmian obserwowano efektywne wykorzystanie intensywnego nawożenia azotem. Zwiększenie dawki azotu z 1,2 do 3,6 g N/wazon spowodowało wzrost zawartości białka ogółem, w zależności od odmiany, od 1,9 do 7,4 punktu procentowego. Ilość wymywanego glutenu wzrosła natomiast od 12,7 do 30,6 punktu procentowego. Przeprowadzona analiza korelacji wykazała istotny dodatni związek pomiędzy nawożeniem azotem a zawartością białka ogółem oraz ilością glutenu w ziarnie pszenicy jarej (odpowiednio: $r = 0,745$ i $r = 0,811$) (tab. 4). Korzystne oddziaływanie nawożenia azotem na ogólną zawartość białka wystąpiło również w naszych wcześniejszych pracach oraz badaniach innych autorów (Achremowicz i Zajęca, 1991–1992; Achremowicz i in., 1993; Fatyga i in., 1994; Achremowicz i in., 1995; Mazurek i Sułek, 1999; Noworolnik i Sułek, 1999; Wróbel, 1999; Bly i Woodard, 2003; Ralcewicz i Knapowski, 2004; Waławowicz i in., 2005). Fatyga i wsp. (1994) oraz Bly i Woodard (2003) wykazali, że na ogólną zawartość białka wpływ miała nie tylko dawka, ale i sposób aplikacji azotu. Stwierdzono, że stosowanie azotu według techniki tzw. dawek podzielonych oddziałuje korzystniej na ogólną zawartość białka, w porównaniu do takiej samej dawki azotu zastosowanej jednorazowo. Badania własne (Sułek i in., 2002, 2004) wskazują, że forma azotu nie wpływa znacząco na ten składnik. W obu latach badań pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem jakość glutenu ulegała obniżeniu. Największe pogorszenie jakości glutenu odnotowano u odmiany Raweta. We wcześniejszych badaniach przeprowadzonych w IUNG (Mazurek i Sułek, 1999) nawożenie azotem nie miało wpływu na jakość glutenu.

W ziarnie zebranym w roku 2005 wartości wskaźnika sedymentacyjnego nie zależały istotnie od dawki azotu. W roku 2006 największymi wartościami tego wskaźnika cechowało się ziarno nawożone najmniejszymi dawkami azotu (1,2 g N/wazon).

U wszystkich badanych odmian pszenicy zwiększenie poziomu nawożenia azotem do 2,4 g N/wazon spowodowało spadek wartości wskaźnika sedymentacyjnego. Dalsze istotne jego obniżenie po zastosowaniu maksymalnej dawki azotu (3,6 g N/wazon) wystąpiło u odmiany Bombona, natomiast u odmian Raweta i Hewilla nastąpił jego wzrost. W badaniach Mazurka i wsp. (1999) oraz Ralcewicz i Knapowskiego (2004) wzrastające dawki nawożenia azotem wpłynęły korzystnie na wartości wskaźnika sedymentacyjnego. Ralcewicz i Knapowski (2004) wykazali, że zwiększenie dawki azotu np. o 30 kg·ha⁻¹ spowodowało wzrost wartości omawianego wskaźnika o 5,8 cm³.

Tabela 4

Współczynniki korelacji pomiędzy nawożeniem azotem a wybranymi cechami jakościowymi ziarna
Correlation coefficients between nitrogen fertilization and grain quality traits in spring wheat

Cechy Factors	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	Zawartość białka ogółem Protein content	Ilość glutenu Gluten content	Indeks glutenowy Gluten index	Wskaźnik sedymentacyjny Sedimentation index	Liczba opadania Falling number
Nawożenie azotem Nitrogen fertilization	0,010	0,745*	0,811*	-0,403	0,043	0,006

* Współczynnik statystycznie istotny ($\alpha = 0,05$); Statistically significant coefficient ($\alpha = 0.05$)

W badanym ziarnie niezależnie od roku zbioru aktywność enzymów amylolitycznych była niska (wartości liczby opadania powyżej 300 s) i nie zależała od zastosowanego nawożenia azotem (tab. 4). Z naszych wcześniejszych badań (Sułek i in., 2002, 2004) wynika, że na tę cechę wpływ mają przede wszystkim właściwości odmianowe oraz przebieg warunków pogodowych w czasie wzrostu rośliny i zbioru ziarna. Mazurek i wsp. (1999) wykazali, że nie zależy ona zarówno od dawki jak i terminu nawożenia azotem.

WNIOSKI

1. Badane odmiany pszenicy wykazywały odmienną reakcję na zastosowane w doświadczeniu dawki azotu. W roku 2005 zwiększenie nawożenia do poziomu 2,4 g N/wazon spowodowało wzrost plonu ziarna u odmian Bombona i Partyzan oraz rodu NAD 403, natomiast wykorzystanie intensywnego nawożenia azotem (3,6 g N/wazon) obserwowano tylko w przypadku odmiany Raweta. W roku 2006 istotna zwyczajka plonu ziarna przy dawce 2,4 g N/wazon wystąpiła u odmian Bombona, Raweta i Partyzan, natomiast odmiana Hewilla plonowała najwyżej przy dawce 3,6 g N/wazon.
2. U wszystkich badanych odmian pszenicy, za wyjątkiem rodu NAD 403, wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem do dawki 3,6 g N/wazon następowało istotne zwiększenie ogólnej zawartości białka i ilości wymywanego glutenu. Zwiększone nawożenie azotem powodowało na ogół obniżenie jakości glutenu, a w ziarnie zebranym w 2006 roku również wartości wskaźnika sedymentacyjnego. Poziom nawożenia azotem nie miał wpływu na aktywność enzymów amylolitycznych.
3. Przeprowadzona analiza korelacji wykazała istotny dodatni związek pomiędzy nawożeniem azotem a zawartością białka ogółem oraz ilością glutenu wymytego z ziarna badanych odmian pszenicy jarej.

LITERATURA

- Achremowicz B., Zając J. 1991–1992. Wpływ podwyższonego nawożenia azotowego na wartość technologiczną ziarna pięciu odmian pszenicy jarej. *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, Biol.* 1–2, 32: 9 — 15.
- Achremowicz B., Zając J., Styk B. 1993. Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. *Rocz. Nauk Rol., ser. A*, 110 (1–2): 149 — 157.
- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 193: 29 — 34.
- Bly A. G., Woodard H. J. 2003. Nitrogen management. *Agron. J.* 95: 335 — 338.
- Borkowska H., Grundas S., Styk B. 1999. Plonowanie kilku odmian pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotowego. *Annales UMCS, Sec. E*, 54: 21 — 29.
- Borkowska H., Grundas S., Styk B. 2002. Wysokość i jakość plonów niektórych odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotowego. *Annales UMCS, Sec. E*, 57: 99 — 103.
- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M. 1994. Wysokość i jakość plonu pszenicy jarej pod wpływem różnych dawek azotu. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXII*, 254: 113 — 119.
- Fotyma E. 1999. Pobranie i wykorzystanie azotu przez pszenicę ozimą i jarą. *Pam. Puł.* 118: 143 — 152.
- ICC No. 107/1: Determination of the „Falling Number” according to Hagberg-Perten as a measure of the degree of alpha-amylase activity in grain and flour.
- ICC No. 116/1: Determination of sedimentation value (acc. to Zeleny) as an approximate measure of baking quality.
- ICC No. 155: Determination of the wet gluten quantity and quality (Gluten Index acc. to Perten) of whole wheat meal and wheat flour (*Triticum aestivum*).
- Kocoń A. 2005. Nawożenie jakościowej pszenicy jarej i ozimej a plon i jakość ziarna. *Pam. Puł.* 139: 57 — 64.
- Mazurek J., Jaśkiewicz B., Kluczyński Z. 1999. Plonowanie i jakość plonu pszenicy jarej w zależności od techniki nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 118: 257 — 261.
- Mazurek J., Sułek A. 1999. Porównanie różnych dawek i technik nawożenia azotem na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 118: 271 — 274.
- Noworolnik K., Sułek A. 1999. Porównanie efektywności nawożenia azotem zbóż jarych. *Pam. Puł.* 114: 289 — 293.
- Ralczewicz M., Knapowski T. 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu i wartość technologiczną pszenicy jarej. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 2: 969 — 978.
- Sułek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 2002. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy jarej w zależności od sposobu nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 130: 709 — 718.
- Sułek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A. 2004. Wpływ różnych sposobów aplikacji azotu na plon, elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 2: 543 — 551.
- Wacławowicz R., Parylak D., Śniady R. 2005. Następczy wpływ nawożenia organicznego oraz mineralnego azotowego na plonowanie oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 139: 277 — 288.
- Woolfolk C. W., Raun W. R., Johnson G. V., Thomason W. E., Mullen R. W., Wynn K. J., Freeman K. 2002. Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat. *Agron. J.* 94: 429 — 434.
- Wróbel E. 1999. Reakcja pszenicy jarej na dawkę i termin stosowania azotu. *Pam. Puł.* 118: 447 — 454.