

<sup>1</sup>Akademia Rolnicza w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-442 Szczecin, Poland

<sup>2</sup>Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, Poland

Sławomir Stankowski<sup>1</sup>, Grażyna Podolska<sup>2</sup>, Krzysztof Pacewicz<sup>1</sup>

Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna  
odmian pszenicy ozimej

---

The effect of nitrogen fertilization on yielding and grain quality of winter wheat cultivars

ABSTRACT. Field experiments were conducted by the Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Puławy on 2 locations (Miecze, Osobne) in 2001/2002 and 2002/2003 on good wheat soil complex. The studied factors were: 3 nitrogen fertilization levels (80 = 40 + 30 + 10, 120 = 60 + 40 + 20, 160 = 60 + 60 + 40 kg N ha<sup>-1</sup>) and 4 winter wheat cultivars (Kobra, Korweta, Sakwa, Zyta). The nitrogen doses were applied at the following phases: the vegetation beginning, the shooting in stalk and the earing. The following traits were estimated: grain yield, weight of 1000 grains, test weight, falling number by Hagberg-Perten method, gluten content, gluten weakening, Zeleny test of flour sedimentation and the farinographic traits, water absorption of flour, dough resistance, dough weakening and the valorimeter value. The effect of increased nitrogen dose from 80 to 160 kg per ha was different in 2 locations. In Miecze there was no yield increase and in Osobne the average increase of yield amounted to 0.57 t ha<sup>-1</sup>. The results indicate that the effect of fertilization on the size and the filling of the grain as well as the resistance to sprouting was insignificant or very low. The application of an increased nitrogen fertilization dose caused an increase of the other quality traits. Only for gluten weakening there were no significant difference. The reaction of cultivars was similar in the years of experiment and locations. Zyta and Korweta cultivars had a better quality of grain than Kobra and Sakwa.

KEY WORDS: winter wheat, cultivars, nitrogen fertilization, yield, grain quality

Nawożenie azotem jest jednym z ważniejszych czynników agrotechnicznych, wpływających na wysokość plonu i jakość ziarna zbóż [Harasim 1999; Wróbel, Szempliński 1999; Rutkowska 2002; Wołoszyk i in. 2003]. Zwiększenie dawki

azotu wpływa z reguły dodatnio na zawartość białka w ziarnie i inne cechy określające jego wartość wypiekową [Achremowicz i in. 1988; Mazurek, Sułek 1999; Podolska, Stankowski 2001]. Jakość ziarna uzależniona jest również w znacznym stopniu od właściwości odmianowych i modyfikowana warunkami glebowo-klimatycznymi [Krzywy i in. 1986; Gooding, Smith 1998]. Celem niniejszej pracy jest ocena jak poprzez stosowanie wysokich dawek nawożenia azotu można poprawić plonowanie i wartość wypiekową odmian pszenicy ozimej oraz jaki jest modyfikujący wpływ na wymienione cechy warunków siedliskowych.

#### METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzone były w latach 2001/2002 i 2002/2003 w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych IUNG w Puławach na terenie województwa podlaskiego w dwóch miejscowościach – Miecze i Osobne – na glebie zaliczonej do kompleksu pszenego dobrego. Badanymi czynnikami były: trzy poziomy nawożenia azotem ( $80 = 40+30+10$ ,  $120 = 60+40+20$ ,  $160 = 60+60+40$  kg N ha<sup>-1</sup>) oraz cztery odmiany pszenicy ozimej (Kobra, Korweta, Sakwa, Zyta).

Dawki azotu stosowano w następujących fazach: ruszenie wegetacji, strzelanie w źdźbło, kłoszenie. Doświadczenia wykonano w układzie podbloków w trzech replikacjach. Pszenicę wysiewano w terminie optymalnym dla rejonu. Gęstość siewu wynosiła 3,5 mln ziarn kielkujących na hektar. Pielęgnację zasiewów prowadzono zgodnie z zaleceniami IOR. Glebę nawożono fosforem i potasem na podstawie jej zasobności w te składniki.

Oznaczono plon ziarna, przeliczając uzyskane wyniki na 15% wilgotność. Materiał do oznaczeń jakościowych stanowiły próby ziarna, średnie dla kombinacji doświadczalnych nawożenia x odmiany z poszczególnych lat i miejscowości. Oznaczono następujące cechy ziarna: masę 1000 ziaren, gęstość ziarna w stanie zsypanym, liczbę opadania metodą Hagberga-Pertena, zawartość glutenu mokrego, rozplywalność glutenu, wskaźnik sedymentacji mąki Zelenyego. W badaniach posługiwano się metodami ogólnie przyjętymi w laboratoriach zbożowo-młynarskich i piekarskich [Jakubczyk, Haber 1983]. Cechy farinograficzne – wodochłonność mąki, rezystencję ciasta, rozmięczenie ciasta i wartość walorymetryczną – oznaczono na valorigrafie QA-203 z mieszalnikiem 50 gramowym. Mąkę do analiz otrzymano na aparacie wymiałowym QC-109, przy średnim wyciągu 41%.

Wyniki opracowano statystycznie przy pomocy analizy wariancji w pojedynczych latach oraz jako syntezę z lat i miejscowości w układzie podbloków losowych dla plonu ziarna i układzie kompletnej randomizacji dla cech jakości-

wych ziarna i mąki. Wartości półprzedziałów ufności wyliczono przy zastosowaniu testu Tukeya na poziomie istotności  $p=0,05$ .

## WYNIKI

Reakcja pszenicy na zwiększone nawożenie azotem z 80 do 160 kg ha<sup>-1</sup> była niejednakowa w zależności od miejsca prowadzenia badań (tab. 1). W miejscowości Miecze nie zaobserwowano wzrostu plonu ziarna pod wpływem nawożenia, zaś w miejscowości Osobne podwyższenie plonu stwierdzono przy wzroście dawki z 80 do 160 kg, średnio o 0,57 t ha<sup>-1</sup>. Spowodowane to było lokalnymi warunkami pogodowymi. Wpływ nawożenia na zmiany plonu badanych odmian był podobny, co wskazuje na to, że cechują się one podobnymi wymaganiami nawozowymi. Na podobną prawidłowość wskazują również wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych COBORU (Kaczyński, Cyfert 2001). Najwyższą plonującą odmianą w Osobnem była Sakwa, natomiast w Mieczach odmiany Sakwa i Korweta plonowały lepiej niż odmiana Zyta. Największe zróżnicowanie wyników spowodowane było warunkami meteorologicznymi panującymi w latach badań (tab. 2). W roku 2003, o małej ilości opadów i wysokiej temperaturze w okresie wegetacji plon pszenicy był niższy średnio o około 2,0 t ha<sup>-1</sup> w porównaniu z uzyskanymi wynikami w poprzednim roku badań. W drugiej kolejności dotyczyło to odmian, a dopiero w trzeciej – nawożenia.

Tabela 1. Plon ziarna pszenicy ozimej (t ha<sup>-1</sup>) w zależności od nawożenia azotem (N) i odmiany (O) w 2 miejscowościach w latach 2002–2003

Table 1. Grain yield (t ha<sup>-1</sup>) as affected by nitrogen fertilization (N) and cultivar (O) at 2 location in 2002-2003 years

Czynnik Factor		Miecze			Osobne		
		2002	2003	$\bar{x}$	2002	2003	$\bar{x}$
N kg ha <sup>-1</sup>	80	7,92	5,96	6,94	7,84	5,06	6,45
	120	8,09	5,87	6,98	8,16	5,38	6,77
	160	8,06	6,11	7,08	8,50	5,91	7,02
Odmiana Cultivar	Sakwa	8,78	6,35	7,57	8,90	6,20	7,55
	Korweta	7,99	6,24	7,12	8,17	5,56	6,86
	Kobra	7,79	5,86	6,83	7,80	5,53	6,66
	Zyta	7,54	5,48	6,51	7,79	4,52	6,16
$\bar{x}$		8,02	5,98	7,00	8,16	5,45	6,81
NIR <sub>0,05</sub>	N	ni ns	ni ns	ni ns	0,426	0,271	0,238
LSD <sub>0,05</sub>	O	0,536	ni ns	0,549	0,629	0,353	0,309

ni – nieistotne, ns – not significant

Tabela 2. Zróżnicowanie plonu i cech jakościowych ziarna (w procentach średniej ogólnej) w zależności od nawożenia azotem (N), odmian (O), miejscowości (M) i lat (L)  
 Table 2. Differences in yield and quality traits (in percent of total mean) as affected by nitrogen fertilization (N), cultivars (O), locations (M) and years (L)

Cecha Trait	N	O	M	L	$\bar{x}$
Plon, t ha <sup>-1</sup> Yield	6,5	18	2,8	34	6,91
Masa 1000 ziarn, g Weight of 1000 grains	2,0	9,2	5,8	3,2	44,9
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight, kg hl <sup>-1</sup>	0,4	2,7	0,2	3,0	80,5
Liczba opadania Falling number, s	1,9	15	1,7	10	232
Zawartość glutenu Gluten content, %	8,8	6,4	13	29	40,5
Rozpływalność glutenu Gluten weakening, mm	9,2	30	71	81	5,73
Sedymentacja mąki Zeleny test, cm <sup>3</sup>	12	36	6,2	15	29,6
Wodochłonność mąki Water absorption, %	1,6	10	2,1	10	72,8
Rezystancja ciasta Dough resistance, min	15	63	20	4,5	7,36
Rozmiękczenie ciasta, j. Br. Dough weakening, B.U.	29	137	56	4,0	28,3
Wartość walorometryczna Valorimeter value, j.u.	7,0	29	12	4,1	65,2

Zastosowanie zwiększonego nawożenia azotem z 80 do 160 kg ha<sup>-1</sup> nie spowodowało zasadniczych zmian masy 1000 ziaren i gęstości ziarna w stanie zsypanym (tab. 3). Różnice były co prawda istotne, ale nie przekraczały 2% w przypadku pierwszej z nich, a w przypadku drugiej kształtowały się na poziomie poniżej 1%. Achremowicz, Zając [1993] i Cacak-Pietrzak i in. [1999] podają, że w miarę wzrostu dawki azotu występuje niewielkie zmniejszenie dorodności ziarna. Wyniki wcześniejszych badań Piecha, Stankowskiego [1987] i Stankowskiego, Mortensen [1997] wskazują na to, że wymienione cechy nie podlegają zmienności pod wpływem nawożenia. Zatem nawożenie jest czynnikiem nie mającym zasadniczego wpływu na wielkość ziarna i jego wypełnienie, jakkolwiek zdarzają się przypadki znacznego wzrostu masy ziarniaków pod wpływem wysokich dawek azotu [Rutkowska 2002]. Brak reakcji na nawożenie stwierdzono również w przypadku kolejnej cechy, jaką jest liczba opadania. Jest ona uzależniona w głównej mierze od właściwości odmianowych i przebiegu pogody w latach, a zwłaszcza ilości opadów w okresie dojrzewania [Stankowski i in. 1999].

Tabela 3. Cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej w zależności od odmiany (O) i nawożenia azotem (N). Średnia z lat i miejscowości  
 Table 3. Quality traits of winter wheat grain as affected by cultivars (O) and nitrogen fertilization (N). Mean from years and locations

Cecha Trait	Odmiana Cultivar				NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	N, kg ha <sup>-1</sup>			NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>
	Zyta	Kor- weta	Kobra	Sakwa		80	120	160	
Masa 1000 ziarn, g Weight of 1000 grains	46,9	42,8	45,6	44,5	0,76	45,5	44,7	44,6	0,59
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight, kg hl <sup>-1</sup>	81,7	80,0	81,0	79,5	0,35	80,7	80,5	80,4	0,27
Liczba opadania Falling number, s	217	228	252	233	24,1	231	231	235	ni ns
Zawartość glutenu Gluten content, %	42,0	40,7	39,5	39,6	1,21	38,6	40,7	42,1	0,94
Rozpływalność glutenu Gluten weakening, mm	5,66	4,61	6,36	6,27	1,021	5,39	5,87	5,92	ni ns
Sedymentacja mąki Zeleny test, cm <sup>3</sup>	35,0	33,0	26,0	24,3	2,58	27,7	30,0	31,1	ni ns
Cechy farinograficzne Farinogramm traits									
Wodochłonność mąki Water absorption, %	76,3	73,3	68,7	72,8	0,80	72,1	73,0	73,2	0,62
Rezystancja ciasta Dough resistance, min	9,78	8,75	5,15	5,73	0,652	6,89	7,19	7,98	0,507
Rozmięczenie ciasta, j. Br. Dough weakening, B.U.	10,0	12,1	48,7	42,3	7,12	33,4	26,2	25,1	5,54
Wartość walorymetryczna Valorimeter value, j.u.	74,7	72,9	55,8	57,5	2,17	63,0	65,0	67,6	1,68

ni – nieistotne, ns – not significant

Zawartość glutenu wzrastała systematycznie w miarę zwiększania nawożenia z 80 do 160 kg ha<sup>-1</sup>, średnio o 3,5%. Wyniki badań Piecha, Stankowskiego [1988] wskazują na równomierny wzrost zawartości glutenu przy zwiększaniu nawożenia, zaś Podolskiej, Stankowskiego [2001] oraz Krzywego i in. [1986] – na tym silniejszy wzrost, im wyższa jest dawka azotu. Rozpływalność glutenu była niewielka, średnio wynosiła 5,7 mm i nie ulegała zmianie w miarę zwiększania dawki azotu.

Wpływ nawożenia azotem na wszystkie cechy farinograficzne mąki był istotny (tab. 3) Wzrost wodochłonności mąki był stosunkowo niewielki, bez praktycznego znaczenia – różnica pomiędzy wartościami dla skrajnych wariantów wynosiła 1,1%. Wyniki wcześniejszych badań nie są jednoznaczne. Biskupski i Grabski [1979] oraz Piech i Stankowski [1988] nie uzyskali istotnego wzrostu wodochłonności mąki pod wpływem nawożenia, podczas gdy Haber i in. [1981] i Cacak-Pietrzak i in. [1999] stwierdzili korzystny wpływ podwyższo-

nego nawożenia na tę cechę. Rezystancja ciasta i wartość walorymetryczna zwiększały istotnie swoje wartości pod wpływem nawożenia. Rozmiękczenie ciasta było generalnie niewielkie – od 33,4 do 25,1 i zmniejszało się przy zwiększeniu nawożenia od 80 do 160 kg. Wyniki uzyskane przez innych autorów wskazują na to, że podwyższone nawożenie może mieć korzystny wpływ na zmniejszenie rozmiękczenia [Cacak-Pietrzak i in. 1999; Podolska, Stankowski 2001] lub nie wpływać na tę cechę [Biskupski, Grabski 1979]. Nie stwierdzono zróżnicowanej reakcji na nawożenie w latach i w miejscowościach, w których wykonywano badania, w przypadku wymienionych cech jakościowych ziarna i mąki, co świadczy o tym, że zmiany jakości ziarna i mąki pod wpływem wyższych dawek azotu były niezależne od warunków siedliskowych. Największe zróżnicowanie cech jakościowych (tab. 2) występowało pod wpływem warunków siedliskowych (lata, miejscowości) oraz właściwości odmianowych. Wpływ zróżnicowanych dawek nawożenia był znacznie słabszy.

Badane w doświadczeniach odmiany wykazywały się podobnymi wymaganiami nawozowymi. Wyższą jakość, biorąc pod uwagę badane parametry jakościowe ziarna, stwierdzono u odmian Zyta i Korweta, niższą u Kobry i Sakwy. Jest to zgodne z wynikami badań COBORU [Kaczyński 2003], według których dwie pierwsze odmiany kwalifikowane są jako pszenice jakościowe, a dwie pozostałe jako chlebowe.

#### WNIOSKI

1. Reakcja pszenicy na zwiększone nawożenie azotem z 80 do 160 kg ha<sup>-1</sup> była niejednakowa w zależności od miejsca prowadzenia badań. W miejscowości Miecze nie zaobserwowano wzrostu plonu ziarna pod wpływem nawożenia, zaś w miejscowości Osobne zwiększa plonu wynosiła średnio 0,57 t ha<sup>-1</sup>. Wpływ nawożenia na zmiany plonu badanych odmian był podobny.

2. Nawożenie azotem nie miało praktycznie wpływu na cechy fizyczne ziarna – masę 1000 ziaren i gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz na liczbę opadania.

3. Parametry jakościowe ziarna, z wyjątkiem rozplywalności glutenu, istotnie wzrastały pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem. Reakcja badanych odmian na nawożenie była podobna.

4. Odmiany Zyta i Korweta cechowały się wyższą jakością niż odmiany Kobra i Sakwa.

## PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Dziamba Sz., Styk B. 1988. Wpływ nawożenia mineralnego na jakość ziarna trzech odmian pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 166, 7–15.
- Achremowicz 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.
- Biskupski A., Grabski J. 1979. Jakość technologiczna ziarna 5 odmian pszenicy ozimej przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 124, 5–11.
- 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.
- Gooding M. J., Smith G.P. 1998. The potential to use climate, variety and nitrogen relationships to optimise wheat quality. In: *Short Communications. Fifth ESA Congress 28 June – 2 July 1998*, 229–230.
- Haber T., Piątek J., Czuchaj D., Dziewulska T. 1981. Wpływ poziomu i terminu nawożenia azotowego na wartość technologiczną pszenicy „Alfa” i „Kolibri”). *Zesz. Nauk. SGGW-AR*, 14, 67–79.
- Harasim A. 1999. Efektywność produkcji pszenicy ozimej w różnych stanowiskach w zależności od poziomu nawożenia azotem i ochrony roślin. *Pam. Puł.* 118, 159–166.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.). 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. SGGW-AR, Warszawa.
- Kaczyński L. 2001. *Pszenica ozima. Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. COBORU Słupia Wielka*, 19–36.
- Kaczyński L., Cyfert R. 2001. *Pszenica ozima. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Zboża ozime, 2001. COBORU* 5, 3–11.
- Krzywy E., Krupa J., Wołoszyk Cz. 1986. Wpływ nawożenia azotem na plony ziarna i wartość technologiczną dwu odmian pszenicy ozimej. Wpływ nawożenia na jakość plonów. *Symp. Nauk. Olsztyn, 24–25 czerwca 1986*, 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.
- Piech M., Stankowski S. 1987. Wpływ dawek i terminów nawożenia azotem oraz ilości wysiewu na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. Cz. 1. Plon ziarna i komponenty plonu. *Biul. IHAR* 161, 11–22.
- Piech M., Stankowski S. 1988. Wpływ dawek i terminów nawożenia azotem oraz ilości wysiewu na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. Cz. 2. 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.
- Rutkowska A. 2002. Efektywność późnych dawek azotu w nawożeniu pszenicy jakościowej. *Pam. Puł.* 130, 647–652.
- Stankowski S., Mortensen L. 1997. Wpływ zwiększonego stężenia CO<sub>2</sub> i nawożenia azotem na jakość ziarna pszenicy. *Biul. IHAR* 204, 191–196.
- Stankowski S., Piech M., Podolska G., Mazurek J. 1999. Wpływ różnych sposobów nawożenia azotem na jakość ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 118, 405–412.
- Wołoszyk Cz., Stankowski S., Izewska A., Świdarska-Ostapiak M. 2003. Wpływ następczy kompostów z komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem różnych komponentów, przy dwóch poziomach nawożenia NPK, na wielkość plonu i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Zesz. Prob. Post. Nauk. Rol.* 494, 551–557.
- Wróbel E., Szempliński W. 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118, 463–469.

