

¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Poland

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

Alicja Sułek¹, Grażyna Cacak-Pietrzak², Alicja Ceglińska²

Wpływ różnych sposobów aplikacji azotu na plon,
elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna
odmian pszenicy jarej

The effect of different methods of nitrogen application on yielding, yield components structure and
some quality characters of spring wheat cultivars

ABSTRACT. The influence of different methods of nitrogen application on yielding, yield components structure and grain quality characteristics of spring wheat cultivars was examined in field experiments conducted in the years 1996–1998. It was found that the methods of N application did not significantly influence the growth and development of spring wheat cultivars during plants vegetation. The weather conditions had a bigger influence on spring wheat cultivars yield and quality characteristics than nitrogen fertilization. The better yielding of Banti and Igna varieties was connected with number of heads in the 1996–1997 years. The better yielding of Igna varieties was caused by higher values of some yield structure components, especially grain yield from head and grain number per head.

KEY WORDS: spring wheat, cultivar, N fertilization, yield structure elements, grain quality

Do ważnych czynników agrotechnicznych, mających wpływ na plon, elementy jego struktury oraz cechy jakościowe ziarna, zalicza się nawożenie azotem. W nawożeniu pszenicy ważną rolę odgrywa nie tylko wielkość dawki azotu, ale również termin jej stosowania i sposób aplikacji [Budzyński i in. 1996; Mazurek i in 1987; Mazurek i in. 1999]. W ostatnich latach coraz częściej stosuje się nawozy dolistnie w formie płynnej, łącząc nawożenie azotem ze stosowaniem mikroelementów i fungicydów. Taki sposób aplikacji nawozów ma na celu zwiększenie efektywności nawożenia przy zachowaniu dobrej jakości plonu

[Czuba 1994, Stankowski i in. 1999]. Wprowadzenie do praktyki produkcyjnej roztworu saletrano-mocznikowego (RSM) oraz płynnego koncentratu azotowo-magnezowo-mikroelementowego (INSOL) stwarza konieczność oceny ich wpływu na plonowanie, elementy struktury plonu oraz na jakość plonu.

Celem niniejszej pracy jest określenie wpływu różnych sposobów aplikacji azotu na plon ziarna, elementy jego struktury oraz na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej.

METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1996–1998 w Stacji Doświadczalnej Osiny na glebie kompleksu pszennego dobrego, metodą podbłoków losowanych w czterech powtórzeniach. Przedplonem dla pszenicy był rzepak ozimy. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: A – sposoby nawożenia, B – odmiany pszenicy jarej: Sigma, Igna i Banti.

Tabela 1. Charakterystyka sposobów nawożenia azotem

Table 1. Characteristics of nitrogen application methods

Sposób nawożenia N Method of nitrogen application	Dawka (kg/ha) i forma nawożenia azotem Dose (kg/ha) and form of nitrogen application		
	Przed siewem	Strzelanie w źdźbło Shooting (31)*	Kłoszenie Heading (50)*
I	45, sypka granular**	45, sypka	-
II	40, sypka granular	30, sypka granular	20, sypka granular
III	40, sypka granular	30, płynna liquid***	20, płynna liquid***
IV	40, sypka granular	30, płynna liquid****	20, płynna liquid****
V	40, sypka granular	30, płynna liquid***+fungicyd	20, płynna liquid***+fungicyd

*Według skali Zadoksa acc. to Zadoks; **Saletra amonowa Ammonium nitrate

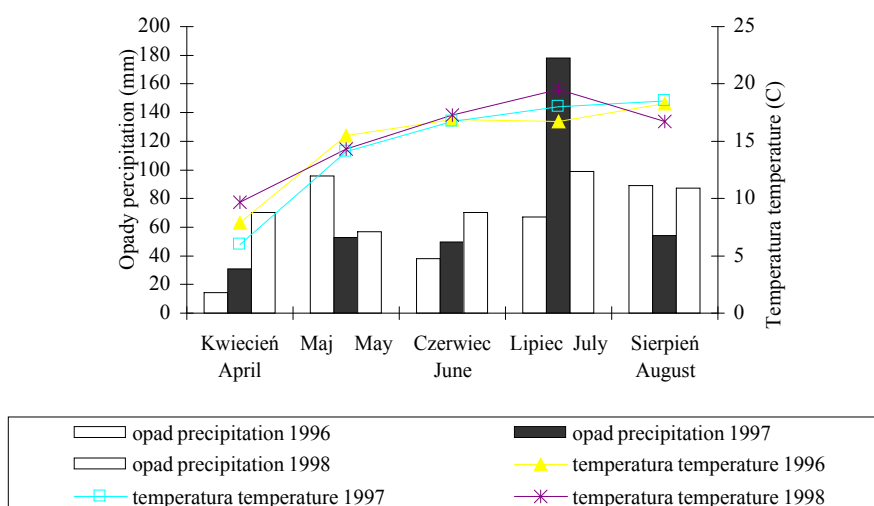
RSM *RSM + Insol

Nawożenie fosforem (72 kg/ha P₂O₅) i potasem (72 kg/ha K₂O) stosowano przed siewem, natomiast azot w dawce 90 kg/ha według schematu (tab. 1). Pozostałe czynności i zabiegi wykonano według zaleceń IUNG. Zbiór wykonano w fazie dojrzałości pełnej: określono plon ziarna z jednostki powierzchni, liczbę kłosów z 1 m², masę 1000 ziarn, plon ziarna z kłosa oraz liczbę ziarn z kłosa. Po zbiorze przeprowadzono ocenę fizyczno-chemiczną ziarna, obejmującą określenie: gęstości w stanie usypowym, celności, twardości przy użyciu przystawki

Brabendera do farinografu (szczelina mieląca 100/5), szklistości, zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla ($N \times 5,7$), zawartości popiołu oraz liczby opadania metodą Hagberga-Pertena [Jakubczyk, Haber 1983]. Wyniki obliczono statystycznie według metody bloków losowanych z dwoma zmiennymi. Do określenia istotności cech jakościowych ziarna w zależności od roku zbioru, odmiany oraz sposobu nawożenia azotem zastosowano analizę wariancji.

WYNIKI

Przebieg warunków pogody w poszczególnych sezonach wegetacji różnił się istotnie (ryc. 1), co znalazło odzwierciedlenie we wzroście, plonowaniu oraz jakości uzyskanego ziarna. Uwzględnione sposoby nawożenia azotem nie miały wpływu na przebieg faz rozwojowych pszenicy jarej, stwierdzono natomiast istotne różnice odmianowe.



Rycina 1. Przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji, Osiny 1996–1998
Figure 1. Weather conditions during vegetation period, Osiny 1996–1998

W roku 1996, ze względu na wystąpienie opadów śniegu w pierwszej i drugiej dekadzie kwietnia, siewy wykonano 24 kwietnia (tab. 2). Upały i znikome ilości opadów w trzeciej dekadzie kwietnia spowodowały, że wschody były nierównomierne. Duże ilości wilgoci i wysoka temperatura do połowy czerwca sprzyjały wzrostowi i rozwojowi zbóż, które odrobiły opóźnione siewy – strze-

lanie w źdźbło i kłoszenie wystąpiło w optymalnym terminie. Częste opady i ochłodzenie pod koniec czerwca oraz w lipcu i sierpniu opóźniły dojrzewanie oraz były przyczyną podwyższonej aktywności amylolitycznej ziarna.

W roku 1997, podobnie jak w roku wcześniejszym, wystąpiły bardzo niekorzystne warunki siewu. Po kilkudniowym ociepleniu w pierwszych dniach kwietnia nastąpiło długotrwałe ochłodzenie z przymrozkami i bardzo częstymi opadami deszczu i śniegu. Siew wykonano 11 kwietnia, okres wschodów trwał bardzo długo (24 dni). Mimo niekorzystnych warunków pogody wschody były bardzo dobre. Po znacznej poprawie pogody w maju wzrost i rozwój pszenicy był intensywny. Fazy strzelania w źdźbło i kłoszenia były nieznacznie opóźnione w stosunku do roku wcześniejszego. Po bardzo dużych opadach w lipcu wystąpiło wyleganie pszenicy.

Tabela 2. Przebieg wzrostu i rozwoju odmian pszenicy jarej w latach 1996–1998
Table 2. Growth and development of spring wheat cultivars in the years 1996–1997

Fazy rozwojowe Growth stages	Lata badania Years	Odmiana Cultivar					
		Sigma		Igna		Banti	
		data date	liczba dni no of days	data date	liczba dni no of days	data date	liczba dni no of days
Siew – wschody Sow-emergence	1996	24.04-4.05	11	24.04-4.05	10	24.04-4.05	10
	1997	11.04-5.05	24	11.04-5.05	24	11.04-5.05	24
	1998	7.04-21.04	14	7.04-20.04	13	7.04-20.04	20
Wschody-krzewienie Emergence-tillering	1996	4.05-17.05	13	4.05-17.05	13	4.05-17.05	13
	1997	5.05-19.05	14	5.05-19.05	14	5.05-19.05	14
	1998	21.04-15.04	24	20.04-15.04	24	20.04-15.05	24
Krzewienie – strzelanie w źdźbło Tillering-shooting	1996	17.05-27.05	10	17.05-27.05	10	17.05-27.05	10
	1997	19.05-28.05	9	19.05-27.05	8	19.05-27.05	8
	1998	15.04-21.05	6	15.04-21.05	6	15.04-21.05	6
Strzelanie w źdźbło – kłoszenie Shooting-heading	1996	27.05-15.06	19	27.05-15.06	19	27.05-15.06	19
	1997	28.05-20.06	23	27.05-19.06	23	27.05-17.06	21
	1998	21.05-10.06	20	21.05-10.06	20	21.05-8.06	18
Kłoszenie – dojrzałość woskowa Heading-wax maturity	1996	15.06-29.07	44	15.06-25.07	40	15.06-25.06	40
	1997	28.06-9.08	42	19.06-6.08	17	17.06-5.05	18
	1998	10.06-27.07	47	10.06-27.07	47	8.06-25.07	47
Dojrzałość woskowa – dojrzałość pełna Wax maturity- full maturity	1996	29.07-19.08	21	25.07-19.08	25	26.07-10.08	15
	1997	9.08-15.08	6	6.08-13.08	7	5.08-12.08	7
	1998	27.08-10.08	14	27.07-10.08	14	25.07-7.08	13
Długość okresu wegetacji Vegetation period	1996	24.04-19.08	118	24.04-19.08	117	24.04-10.08	107
	1997	11.04-15.08	118	11.04-13.08	93	11.04-12.08	92
	1998	7.04-10.08	125	7.04-10.08	124	7.04-7.08	128

W roku 1998 siew wykonano 7 kwietnia w bardzo wilgotną glebę, po siewie również występowały częste opady. Wschody wystąpiły po 14 dniach i były bardzo równomierne. Wysokie temperatury w maju oraz zapas wilgoci w glebie sprzyjały wzrostowi zbóż do fazy strzelania w źdźbło. W pierwszej dekadzie czerwca nastąpił wzrost temperatury, co spowodowało, że pszenica wykłosiła się 10 czerwca. W okresie wypełniania ziarna wystąpiły umiarkowane opady i wysoka temperatura, dlatego w tym roku badań ziarno wykazywało się największą szklistością, celnością i masą 1000 ziarn.

W latach 1996 i 1997 nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu nawożenia azotem na plon, jak również współdziałania sposobu nawożenia azotem z badanymi odmianami pszenicy jarej w kształtowaniu plonu i elementów jego struktury (tab. 3).

Tabela 3. Struktura plonu odmian pszenicy jarej
Table 3. Yield components of spring wheat cultivar

Plon ziarna i elementy struktury plonu Grain yield and yield components	Odmiana Cultivar			NIR LSD ($\alpha=0,05$)
	Sigma	Igna	Banti	
Plon ziarna w t/ha Grain yield	4,40	4,83	4,92	0,12
Liczba kłosów na 1 m ² Number of heads per 1 m ²	466	549	539	18,74
Masa 1000 ziarn Weight of 100 grain (g)	40,0	39,1	40,6	ni ns
Plon ziarna z kłosa w g Grain yield per head (g)	0,94	0,89	0,91	ni ns
Liczba ziarn z kłosa Number of kernel per head	23,5	22,0	22,0	1,50

Podobnie jak w pracy Mazurka i in. [1999], stwierdzono istotne różnice pomiędzy odmianami dotyczące wielkości plonu z jednostki powierzchni. Istotnie najwyższy plon uzyskano z odmian Igna i Banti. Wyższe plonowanie tych odmiany było związane z większą liczbą kłosów na jednostce powierzchni.

W roku (1998) o korzystnym wpływie warunków pogodowych na rozwój pszenicy wielkość plonu z jednostki powierzchni była zróżnicowana współdziałaniem sposobu nawożenia azotem z badanymi odmianami (tab. 4). Odmiana Sigma istotnie najwyższej plonowała na obiektach II, III i IV, przy zastosowaniu nawożenia azotem w trzech terminach, natomiast odmiana Igna na obiekcie V, gdzie stosowano nawożenie azotem w trzech terminach w formie sypkiej i płynnej wraz z fungicydami. Wyższe plonowanie na tych obiektach związane było z wyższym plonem ziarna z kłosa. Zróżnicowany sposób nawożenia azotem nie wpłynął istotnie na plonowanie odmiany Banti. Wyniki badań Mazurka i in.

Tabela 4. Wpływ sposobu nawożenia azotem na plon i elementy struktury plonu odmian pszenicy jarej w roku 1998
 Table 4. The effect of method of nitrogen application on grain yield and yield components of spring wheat cultivars in year 1998

Sposób nawożenia azotem Method of nitrogen application	Plon ziarna Grain yield t/ha		Liczba kłosów na 1 m ² Number of heads per 1 m ²		Masa 1000 ziarn Weight of 1000 grains g		Plon ziarna z kłosa Grain yield per head g		Liczba ziarn z kłosa Number of grains per head													
	odmiana cultivar		odmiana cultivar		odmiana cultivar		odmiana cultivar		odmiana cultivar													
	Sigma	Igna	Banti	X*	Sigma	Igna	Banti	X*	Sigma	Igna	Banti	X*										
I	5,16	5,77	5,59	5,51	534	582	589	568	42,3	38,2	39,7	40,1	0,96	0,99	0,94	0,97	25,3	25,3	22,9	24,5		
II	5,51	5,99	5,61	5,71	573	590	550	571	40,1	37,6	33,4	37,0	0,96	1,01	1,02	1,00	26,0	26,5	24,7	25,7		
III	5,33	5,71	5,54	5,53	547	593	578	572	41,0	37,7	39,7	39,4	0,99	0,96	0,96	0,97	18,4	18,0	16,7	17,7		
IV	5,37	5,89	5,64	5,63	557	564	569	563	42,6	38,4	39,4	40,1	0,96	1,04	0,99	1,00	19,4	19,9	18,6	19,3		
V	4,69	6,58	5,69	5,65	575	612	557	581	41,3	39,1	43,5	41,3	0,81	1,07	1,02	0,97	15,9	18,4	17,4	17,3		
Srednio Mean	5,21	5,99	5,61		557	588	568		41,5	38,2	39,1		0,94	1,02	0,98		21,0	21,7	2,1			
NIR																						
I-nawożenia fertilization		ni ns				ni ns				3,41					ni ns				ni ns			
II-odmian cultivars		0,23			24,02					1,96					0,04				1,03			
interakcji nawożenia x odmiana fertilization x cultivar		0,53	0,63		ni ns					4,38	5,07				0,09	0,13			ni ns			

X* Srednio Mean

[1999], Podolskiej i Mazurka [1998] oraz Wróbla i Szemplińskiego [1999] wskazują na to, że sposób podania azotu wywiera istotny wpływ na plonowanie pszenicy. Zdaniem Mazurka i in. [1999] użycie wyłącznie sypkiej formy nawozu powoduje obniżenie plonowania pszenicy w stosunku do obiektów, w których stosowano część nawozu w formie płynnej.

W roku 1998 stwierdzono współdziałanie czynników doświadczenia w kształtowaniu się masy 1000 ziarn. Ziarno odmiany Banti było istotnie lepiej wykształcone na obiekcie V (nawożenie azotem w trzech terminach w formie sypkiej i płynnej wraz z fungicydami) w stosunku do odmiany Igna, natomiast na obiekcie II (nawożenie w trzech terminach – forma sypka) uzyskano istotnie niższą wartość w porównaniu z odmianą Sigma. Różne sposoby aplikacji azotu nie różnicowały masy 1000 ziarn u odmian Sigma i Igna. Wyniki badań innych autorów wskazują, że na masę 1000 ziaren istotny wpływ może mieć dawka i sposób aplikacji azotu [Mazurek i Sułek 1999] oraz cechy odmianowe [Mazurek i in. 1999].

Tabela 5. Cechy fizyczno-chemiczne ziarna w zależności od roku zbioru, odmiany i sposobu nawożenia azotem

Table 5. Physical and chemical properties of grain depending on harvest year, cultivar and method of nitrogen fertilization

Czynniki doświadczenia Experimental factors	Gęstość w stanie usypowym Test weight kg/hl	Celność Selectness %	Twardość Hardness j.B	Szklistość Glassiness %	Białko ogólne Total protein % s.m.	Popiół Ash % s.m	Liczba opadania Falling numbers
Rok Year							
1996	77,6	61	580	34	13,4	1,88	184
1997	76,1	59	530	39	12,6	1,89	286
1998	75,4	66	590	62	12,8	1,78	295
NIR LSD ($\alpha=0,05$)	1,2	4	36	9	0,6	0,06	49
Odmiana Cultivar							
Sigma	77,6	68	600	54	12,6	1,88	243
Igna	75,6	55	530	47	12,4	1,82	298
Banti	76,3	63	570	34	15,0	1,85	224
NIR LSD ($\alpha=0,05$)	1,1	9	42	12	0,5	ni ns	43
Sposób nawożenia N Method of nitrogen fertilization							
I	76,3	65	550	44	13,0	1,83	250
II	76,1	68	570	43	12,8	1,86	248
III	76,6	63	550	46	12,7	1,85	256
IV	76,5	60	580	46	12,8	1,88	260
V	76,4	63	580	46	12,8	1,83	261
NIR LSD ($\alpha=0,05$)	ni ns	5	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	ni ns

ni – nieistotne, ns – not significant

Stwierdzono istotne różnice w plonowaniu i elementach struktury plonu pomiędzy badanymi odmianami pszenicy jarej. Najwyżej plonowała odmiana Igna. Wyższe plonowanie tej odmiany było związane z istotnie wyższymi wartościami elementów struktury plonu (liczba kłosów, plon ziarna z kłosa i liczba ziarn z kłosa).

Cechy fizyczne i skład chemiczny ziarna badanych odmian pszenicy nie zależał istotnie od sposobu aplikacji azotu, niewielkie i nieregularne zmiany stwierdzono jedynie w celności ziarna (tab. 5). Na brak wpływu sposobu nawożenia azotem na cechy jakościowe ziarna wskazują również wyniki badań Stankowskiego i in. [1999].

Na kształtowanie się jakości ziarna istotny wpływ, podobnie jak w pracy Mazurka i Sułek [1999] oraz Podolskiej i Stankowskiego [2001], wywarł przebieg warunków pogodowych w latach badań. Duża ilość opadów w roku 1996 była przyczyną podwyższonej aktywności amylolitycznej ziarna. Wysoką jakością (najwyższa szklistość, celność, masa 1000 ziarn, niska aktywność enzymów amylolitycznych) cechowało się ziarno ze zbioru roku 1998, w którym w okresie wypełniania ziarna opady były umiarkowane, a temperatura wysoka. Cechy jakościowe ziarna związane były również z odmianą, czyli zależały od genotypu, co jest zgodne z danymi literaturowymi [Mazurek i in. 1999; Wróbel, Szempliński 1999; Podolska, Stankowski 2001].

WNIOSKI

1. Uwzględnione w doświadczeniu sposoby nawożenia azotem nie wpłynęły na przebieg faz wzrostu i rozwoju badanych odmian pszenicy jarej.
2. Pogoda w okresie wegetacji wywarła większy wpływ na plonowanie pszenicy jarej niż uwzględnione w doświadczeniu sposoby nawożenia azotem.
3. Wyższe plonowanie odmian Igna i Banti w okresie 1996–1997 związane było z większą obsadą kłosów na jednostce powierzchni. W roku 1998 wyższe plonowanie odmiany Igna było wynikiem wyższych wartości plonu ziarna z kłosa i liczby ziarn z kłosa.
4. Cechy jakościowe ziarna badanych odmian pszenicy zależały bardziej od przebiegu warunków pogody w okresie wegetacji oraz cech genetycznych niż zastosowanych w doświadczeniu sposobów aplikacji azotu.

PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., Szempliński W., Dubis B., Majewska K. 1996. Rolnicza, jakościowa i energetyczna ocena różnych sposobów odchwaszczania i nawożenia azotem jarej pszenicy chlebowej. Cz. I. Plon i jakość technologiczna ziarna. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 112, 81–92.
- Czuba R. 1993. Efekt dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz. II. Reakcja roślin na dolistne stosowanie azotu łącznie z mikroelementami. *Rocz. Gleb.* 44, 3/4, 79–87.
- Jakubczyk T., Haber T. 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Skrypty SGGW-AR, Warszawa.
- Mazurek J., Biskupski A., Maj L. 1987. Wpływ nawożenia azotowego i ilości wysiewu na plonowanie oraz wartość technologiczną odmian pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 164, 215–226.
- Mazurek J., Jaśkiewicz B., Klupczyński Z. 1999. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od techniki nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 118, 263–269.
- 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.
- 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.
- Stankowski S., Piech M., Podolska G., Mazurek J. 1999. Wpływ różnych sposobów nawożenia azotem na jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 118, 405–413.
- Wróbel E. 1999. Reakcja pszenicy jarej na dawkę i termin stosowania azotu. *Pam. Puł.* 118, 447–453.
- Wróbel E., Szempliński W. 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118, 463–469.

