

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy
ul. Seminaryjna 5, 85-326 Bydgoszcz, Poland

Tomasz Knapowski, Maria Ralcewicz

Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej
w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem

Estimation of the quality features of winter wheat corn and flour in the relation to diversified
nitrogen fertilization

ABSTRACT. In the years of 1998–2003 a field experiment was performed. The aim of this experiment was to determine the influence of different levels of nitrogen (0, 80, 120, 160 kg ha⁻¹) on the grain yield and the technological parameters quality of two winter wheat cultivars (Begra, Korweta). On the basis of the results it was found out that winter wheat – cultivar Korweta was characterized by a higher grain yield in comparison to cultivar Begra. Begra was characterized by more profitable values of technological parameters (sedimentation ratio, bread volume, falling number and gluten weakening) in relation to cultivar Korweta. After the use of nitrogen in the dose of 120 kg ha⁻¹ average essential increase of grain yield of winter wheat was found. Diverse fertilization with nitrogen, in all practical doses, determined the average protein content in grain in the studied cultivars of winter wheat. Values of the investigated technological parameters of winter wheat cultivars showed height tendencies in all ranges of nitrogen doses. It was shown that the optimum nitrogen doses having influence on the most important quality parameters, i.e. gluten content, sedimentation ratio and bread volume, are as follows: 160 kg N ha⁻¹, 80 kg N ha⁻¹ and 120 kg N ha⁻¹.

KEY WORDS: winter wheat, nitrogen fertilization, grain yield, technological parameters

Pszenica jakościowa jest najbardziej towarową rośliną zbożową, ponieważ jej ziarno stanowi cenny surowiec na cele konsumpcyjne. Zawartość białka ogólnego i mokrego glutenu w ziarnie pszenicy i mące, z pominięciem ich jakości, nie jest wystarczająca dla właściwej oceny wartości technologicznej ziarna uprawianych odmian [Cygankiewicz 1997]. Wysoka zawartość tych związków

nie zawsze koresponduje z dobrą wartością wypiekową [Achremowicz i in. 1995]. W kształtowaniu wartości wypiekowej szczególnie ważną rolę odgrywają frakcje białka zapasowego gliadyny i gluteniny, tworzące strukturę ciasta, a po wypieku – pieczywa [Bichoński 1995b; Johansson, Svensson 1995; Waga, Cygankiewicz 1996]. Jak dowiodły liczne badania [Knapp, Harms 1988; Szempliński i in. 1995; Cacak-Pietrzak i in. 1999; Wróbel, Szempliński 1999; Klupeczyński i in. 2000; Knapowski i in. 2002], na wartość wypiekową ziarna i mąki pszenicy w dużym stopniu wpływa nawożenie azotem. Stałe zwiększanie dawek nawozów azotowych, które prowadzą do uzyskania większej wydajności ziarna z hektara, nie zawsze jest równoznaczne ze wzrostem jego jakości. W związku z tym podjęto próbę określenia dawki azotu, która pozwoliłaby na osiągnięcie wysokiego plonu ziarna pszenicy ozimej o wymaganych standardach jakościowych.

METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1998–2003 w RZD w Minkowie na glebie płowej typowej, według międzynarodowej klasyfikacji FAO-UNESCO jest to Albic Luvisols. Gleba ta, zaliczana do kompleksu żytniego bardzo dobrego, cechowała się obojętnym odczynem, a zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu kształtowały się w zakresie odpowiednio: 77–108 mg P kg⁻¹ gleby, 129–221 mg K kg⁻¹ gleby i 33–65 mg Mg kg⁻¹ gleby. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Wielkość poletek doświadczalnych do siewu i nawożenia wynosiła 25 m², natomiast zbioru dokonano z powierzchni 15 m². Przedmiotem badań były dwie odmiany pszenicy ozimej: Begra i Korweta (1 czynnik). Nawożenie azotem zastosowano w formie saletry amonowej (2 czynnik), uwzględniając trzy poziomy nawożenia: 80 kg N ha⁻¹ (N₈₀) – stosowano jednorazowo w okresie ruszenia vegetacji wiosennej – w fazie 23 wg skali Zadoksa; 120 kg N ha⁻¹ (N₁₂₀) podzielono na 2/3 w okresie ruszenia vegetacji wiosennej (faza 23 wg skali Zadoksa) i 1/3 w pełni strzelania w źdźbło – w fazie 34 wg skali Zadoksa; natomiast 160 kg N ha⁻¹ (N₁₆₀) – podzielono następująco: 1/2 w okresie ruszenia vegetacji wiosennej (faza 23 wg skali Zadoksa), 1/4 w pełni strzelania w źdźbło (faza 34 wg skali Zadoksa) i 1/4 na początku kłoszenia – w fazie 50–51 wg skali Zadoksa oraz obiekt kontrolny bez azotu (N₀). Stosowano jednolity poziom nawożenia fosforem i potasem, w dawce odpowiednio 26 kg P ha⁻¹ i 100 kg K ha⁻¹. Przedplonem dla pszenicy ozimej był owies zbierany na zieloną masę. Zabiegi agrotechniczne przeprowadzono zgodnie z wymaganiami właściwymi dla tego gatunku. W doświadczeniu określono wysokość plonu ziarna oraz oznaczono

następujące wskaźniki wartości wypiekowej: w śrucie ziarna – zawartość białka ogólnego (% N \times 5,7; wg Kjeldahla, PN-75A-04018), - liczbę opadania (wg Hagberga, PN-ISO-3093), natomiast w mące pszennej – zawartość i rozpuszczalność glutenu (PN-A-74-043), wskaźnik sedymentacji (test wg Zeleny'ego, PN-ISO-5529), - objętość pieczywa uzyskaną ze 100 g mąki (PN-A-74108).

Wyniki badań opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji, a różnice graniczne oszacowano według testu Tukeya przy poziomie istotności $p=0,05$. W celu poznania związków i zależności pomiędzy nawożeniem azotem a otrzymanymi wartościami badanych cech jakościowych pszenicy ozimej uzyskane wyniki poddano analizie korelacji prostych i regresji liniowej.

WYNIKI

W przeprowadzonym doświadczeniu średnio istotnie wyższy plon ziarna charakteryzował się odmianę Korweta, w porównaniu z drugą z badanych odmian, Begra był on wyższy o 18,4% (tab. 1). Podobne zależności stwierdzono we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia. Na podstawie obliczonej analizy wariancji i współczynników korelacji prostej stwierdzono istotny wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej (tab. 1, tab. 2). Wzrastające dawki nawożenia azotem do poziomu 120 kg ha⁻¹ spowodowały wzrost wysokości plonu ziarna, podobnie jak w doświadczeniach z pszenicą ozimą, przeprowadzonych przez innych autorów [Wójcikiewicz i in. 1995; Klupczyński, Ralcewicz 1997; Kruczek, Wójtowicz 1998; Klupczyński i in. 2000; Podolska, Stankowski 2001]. Mazurek [1994] oraz Knapowski i in. [2002] uzyskali istotny wzrost plonu ziarna pod wpływem dawki azotu na poziomie 80 kg ha⁻¹. Z kolei w badaniach Wróbla i Szemplińskiego [1999] pszenica ozima reagowała istotnym przyrostem plonu ziarna do dawki 160 kg N ha⁻¹. Stwierdzono również istotny wpływ interakcji badanych odmian i zastosowanego nawożenia azotem na plonowanie ziarna pszenicy ozimej (tab. 1). Na każdym z zastosowanych obiektów nawozowych istotnie wyższy plon ziarna otrzymano dla odmiany Korweta. Natomiast istotny wzrost plonowania, zarówno dla odmiany Begra, jak i Korweta, uzyskano w wyniku zwiększania dawek nawozów azotowych do poziomu 120 kg N ha⁻¹.

Przy określaniu jakości ziarna zwraca się uwagę na właściwości enzymatyczne, zwłaszcza na aktywność amylolityczną, która jest charakteryzowana przez liczbę opadania. Określa nam ona przydatność badanego ziarna do dalszego wykorzystania. W przeprowadzonym doświadczeniu uzyskano średnie wartości liczby opadania u odmian Begra i Korweta na poziomie odpowiednio 346 s i 381 s (tab. 3), co świadczy o niskiej aktywności alfa-amylazy i nie dyskwalifi-

Tabela 1. Plon ziarna pszenicy ozimej, t ha⁻¹
Table 1. Winter wheat grain yield, t ha⁻¹

Odmiana Cultivar 1 czynnik 1 factor	Nawożenie N N fertilization 2 czynnik 2 factor kg ha ⁻¹				Średnio Mean
	N 0	N 80	N 120	N 160	
Begra	2,14	3,12	3,63	3,26	3,04
Korweta	2,44	3,71	4,15	4,04	3,59
Srednio Mean	2,29	3,42	3,89	3,65	3,31
NIR _{p=0,05}	I	II	I × II	II × I	
LSD _{p=0,05}	0,404	0,465	0,231	0,307	

Tabela 2. Istotne współczynniki korelacji prostej między badanymi cechami pszenicy ozimej
Table 2. Values of significant correlation coefficients between the features of winter wheat

Parametr Parameter	cv. Begra						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Nawożenie N Fertilization N	-						
2. Plon ziarna Grain yield	0,65	-					
3. Zawartość białka Protein content	0,70	-	-				
4. Liczba opadania Falling number	0,51	-	-	-			
5. Zawartość glutenu Gluten content	0,68	-	0,90	-	-		
6. Rozpływalność glutenu Gluten weakening	-	-	0,49	-	0,53	-	
7. Wskaźnik sedymentacji Sedimentation ratio	-	-	0,77	-	0,83	-	-
8. Objętość pieczywa Bread volume	-	0,57	-	-	-	-	0,51
	cv. Korweta						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Nawożenie N Fertilization N	-						
2. Plon ziarna Grain yield	0,73	-					
3. Zawartość białka Protein content	0,55	-	-				
4. Liczba opadania Falling number	0,66	-	-	-			
5. Zawartość glutenu Gluten content	0,50	-	0,97	-	-		
6. Rozpływalność glutenu Gluten weakening	-	-	-	-	-	-	
7. Wskaźnik sedymentacji Sedimentation ratio	-	-	0,95	-	0,95	-	-
8. Objętość pieczywa Bread volume	-	0,55	-	-	-	-	-

kuje badanego ziarna z punktu jego przydatności do wypieku (tab. 3). Podobne wyniki w stosunku do odmiany Begra uzyskali w swoje pracy Subda i in. [1997a]. Podwyższanie dawek azotu do poziomu 120 kg ha⁻¹, niezależnie od lat badań i odmian, powodowało istotny wzrost wartości liczby opadania według Hagberga, w porównaniu z wartościami otrzymanymi na obiektach N₈₀ i N₀ była ona wyższa odpowiednio: o 9,7% i 17,8%. Dalsze zwiększanie nawożenia azotem do dawki 160 kg ha⁻¹ powodowało wzrost wartości omawianej cechy jakościowej w porównaniu z wartością uzyskaną na obiekcie N₁₂₀, nie osiągając jednak poziomu statystycznej istotności. Wyniki te są zgodne z badaniami przeprowadzonymi przez Klupczyńskiego i in. [2000].

Tabela 3. Wpływ nawożenia azotem na wartości parametrów technologicznych badanych odmian pszenicy ozimej

Table 3. The effect of nitrogen fertilisation on technological parameters of winter wheat cultivars

Parametr Parameter	Odmiana 1 czynnik Cultivar 1 factor	Nawożenie N N fertilisation 2 czynnik 2 factor kg ha ⁻¹				Średn. Mean	NIR _{p=0,05} LSD _{p=0,05}			
		N 0	N 80	N 120	N 160		I	II	IxII	IxI
Liczba opadania Falling number [s]	Begra	312	334	363	375	346	21,3	23,6	ni ns	ni ns
	Korweta	337	364	404	419	381				
	Średnio Mean	325	349	383	397	364				
Zawartość białka Protein content, g kg ⁻¹	Begra	96	108	116	126	112	ni ns	4,8	ni ns	ni ns
	Korweta	95	103	112	120	108				
	Średnio Mean	96	106	114	123	110				
Zawartość glutenu Gluten content, %	Begra	20,1	22,9	26,7	31,9	25,4	ni ns	2,02	ni ns	ni ns
	Korweta	21,0	25,4	29,9	33,7	27,5				
	Średnio Mean	20,6	24,2	28,3	32,8	26,5				
Rozpływalność glutenu Gluten weakening, mm	Begra	1	3	4	3	3	0,8	1,4	ni ns	ni ns
	Korweta	3	4	4	4	4				
	Średnio Mean	2	4	4	4	4				
Wskaźnik sedymentacji Sedimentation ratio, cm ³	Begra	37,6	46,0	49,5	55,0	47,0	2,93	5,06	ni ns	ni ns
	Korweta	34,1	38,4	43,9	47,1	40,9				
	Średnio Mean	35,9	42,2	46,7	51,1	44,0				
Objętość pieczywa Bread volume, cm ³	Begra	466	489	505	515	494	9,5	9,4	6,1	8,3
	Korweta	459	473	479	487	475				
	Średnio Mean	462	481	492	501	484				

Z badanych odmian pszenicy ozimej średnio wyższą zawartością białka ogólnego w ziarnie charakteryzowała się odmiana Begra – 112 g kg⁻¹ (tab. 3). Zależność tę stwierdzono również w czterech pierwszych latach prowadzenia doświadczenia, gdy wartość omawianego parametru dla powyższej odmiany była istotnie wyższa w porównaniu z zawartością białka uzyskaną dla odmiany Korweta, odpowiednio o 5,4%; 2,5%; 6,3% i 9,7%. Jedynie w roku 2003 odmianę Korweta charakteryzowała istotnie wyższa zawartość białka w ziarnie w porównaniu z odmianą Begra i to wyższa o 4,0%. W badaniach Subdy i in. [2002] zawartość ta, zarówno dla odmiany Begra jak i Korweta, kształtowała się na tym poziomie. Stwierdzono, że średnio dla lat jak i w każdym roku badań, zawartość białka ogólnego w ziarnie była istotnie determinowana zróżnicowanym nawożeniem azotowym (tab. 3). Zastosowane wzrastające dawki azotu do poziomu 160 kg ha⁻¹ powodowały średnio wzrost zawartości białka w porównaniu z zawartością uzyskaną na obiektach N₀, N₈₀ i N₁₂₀ odpowiednio o 28%, 16% i 8%. Zależność oddziaływania nawożenia azotem na zawartość omawianej cechy potwierdzają obliczone istotnie współczynniki korelacji prostej zarówno dla odmiany Begra (r=0,70), jak i odmiany Korweta – r=0,55 (tab. 2). Korzystny

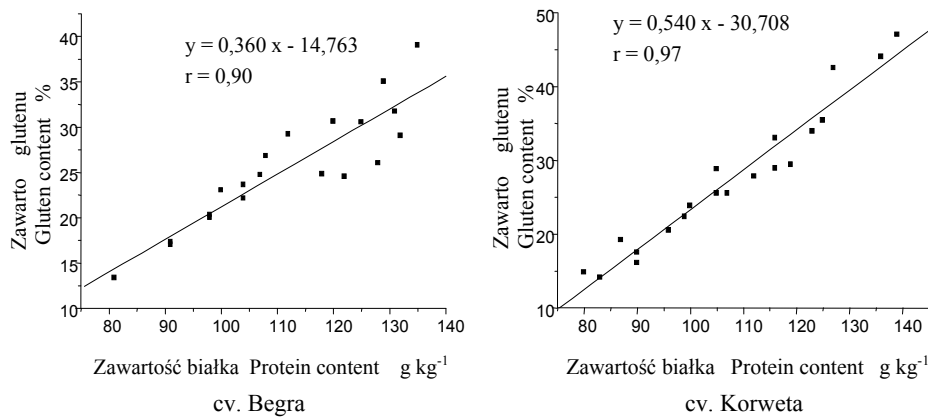
wpływ zwiększania dawek nawozów azotowych na kształtowanie się zawartości białka w ziarnie pszenicy znalazł potwierdzenie w pracach innych autorów [Chevalier 1975; Szempliński i in. 1995; Biskupski 1997; Cacak-Pietrzak i in. 1999]. Na podstawie równania regresji można również obliczyć, że wraz ze wzrostem dawki azotu, np. o 10 kg ha^{-1} , zawartość białka ogólnego w ziarnie badanych odmian pszenicy ozimej może zwiększyć się o $1,83 \text{ g kg}^{-1}$ (dla odmiany Begra) i $1,56 \text{ g kg}^{-1}$ (dla odmiany Korweta) – tab. 4.

Tabela 4. Współczynniki regresji i determinacji (d) dla zależności między nawożeniem azotem (x) a badanymi parametrami (y)

Table 4. The regression and determination coefficients (d) for the relationships between nitrogen fertilization and parameters

Parametr Parameter	Odmiana Cultivar	y = ax + b		
		a	b	d (%)
Plon ziarna Grain yield	Begra	0,008	2,31	42,25
	Korweta	0,011	2,62	53,29
Liczba opadania Falling number	Begra	0,406	309,69	26,01
	Korweta	0,531	333,03	43,56
Zawartość białka Protein content	Begra	0,183	95,27	49,00
	Korweta	0,156	93,75	30,25
Zawartość glutenu Gluten content	Begra	0,071	19,04	46,24
	Korweta	0,079	20,35	25,00

Średnio dla lat badań zawartość mokrego glutenu wynosiła 26,5% (tab. 3). Podobnie jak w badaniach Subdy i in. [2002] wyższą wartością omawianej cechy jakościowej pszenicy ozimej cechowała się odmiana Korweta. Zastosowane zróżnicowane nawożenie azotem istotnie determinowało zawartość mokrego glutenu w ziarnie pszenicy ozimej. Potwierdzają to również obliczone istotne współczynniki korelacji prostej ($r = 0,68$ dla odmiany Begra, $r = 0,50$ dla odmiany Korweta; tab. 2). W przeprowadzonym doświadczeniu zastosowane kolejne wzrastające dawki azotu do poziomu 160 kg ha^{-1} powodowały wzrost zawartości mokrego glutenu w porównaniu z wartością tej cechy uzyskaną na obiektach N_0 , N_{80} i N_{120} odpowiednio: o 12,2%; 8,6% i 4,5%. Stwierdzono, że zawartość glutenu była dodatnio skorelowana z zawartością białka ogólnego w ziarnie ($r = 0,90$ dla odmiany Begra; $r = 0,97$ dla odmiany Korweta; tab. 2). Niższe współczynniki korelacji dla powyższej zależności stwierdzili Achremowicz i in. [1995], Cygankiewicz [1997] oraz Subda i in. [2002]. Na podstawie obliczonego równania regresji można również obliczyć, że wraz ze zwiększeniem zawartości białka ogólnego w ziarnie, np. o 10 g kg^{-1} , nastąpi wzrost zawartości mokrego glutenu o 3,6% u odmiany Begra i 5,4% u odmiany Korweta (ryc. 1).



Rycina 1. Zależności pomiędzy zawartością białka a mokrego glutenu w ziarnie badanych odmian pszenicy ozimej

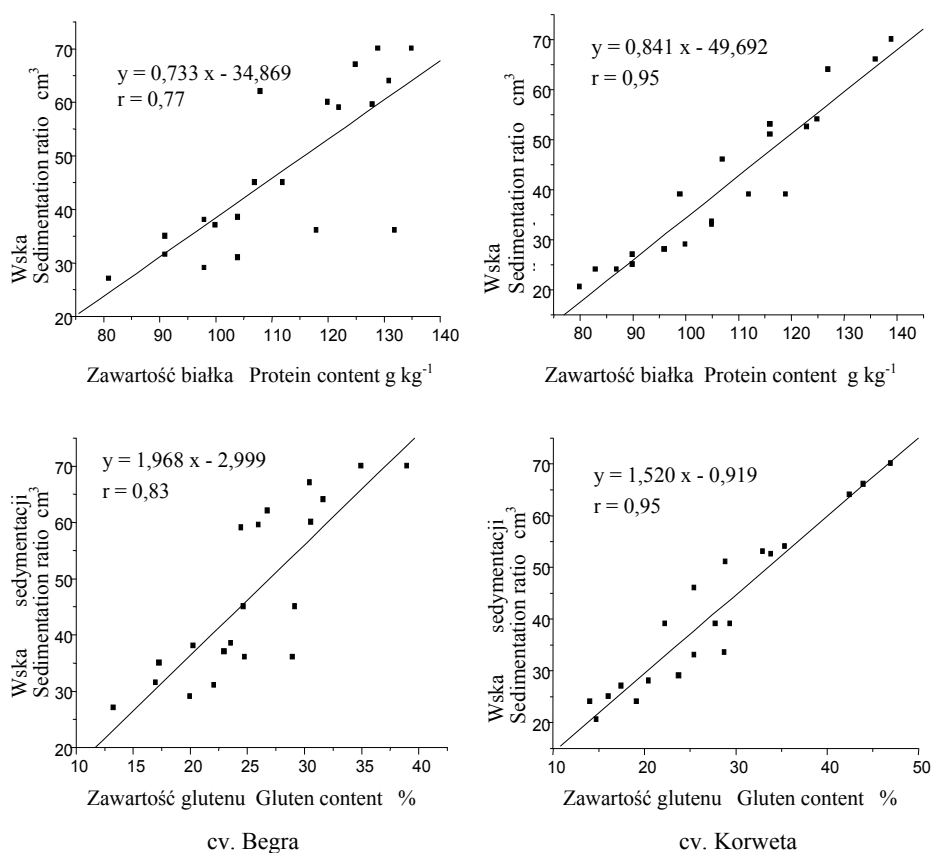
Figure 1. The relation between protein content and gluten content of winter wheat cultivar

W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono, że rozplýwalność glutenu istotnie zależała od obydwu badanych czynników (tab. 3). Średnio istotnie wyższą wartością rozplýwalności glutenu cechowała się odmiana Korweta i była ona wyższa o 1 mm w porównaniu z wartością uzyskaną dla odmiany Begra. Odmienne wyniki otrzymali w swoim doświadczeniu Subda i in. [2002]. Jedynie dawka 80 kg N ha⁻¹ powodowała istotny niekorzystny wzrost rozplýwalność glutenu w porównaniu z wartością uzyskaną na obiekcie No. Dalsze zwiększanie nawożenia azotowego pozostawało bez wpływu na wartość omawianej cechy jakościowej. Należy jednak podkreślić, że w całym zakresie stosowanych dawek azotu rozplýwalność glutenu badanych odmian pszenicy ozimej mieściła się w ramach wartości granicznych (0–6 mm), co świadczy o uzyskaniu mąki odpowiedniej do wypieku pieczywa.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że średnio istotnie wyższą wartością testu sedymentacji wykazywała się odmiana Begra i to wyższą o 14,9% w porównaniu z odmianą Korweta (tab. 3). Bichoński [1995a] dowodzi, że żadna polska odmiana pszenicy ozimej nie wykazała wyższego wskaźnika sedymentacji od odmiany Begra. Potwierdzają to również badania Wróbla i Szemplińskiego [1999], Knapowskiego i in. [2002] oraz Subdy i in. [2002]. Średnio dla lat uprawy zróżnicowane nawożenie azotem modyfikowało wartość wskaźnika sedymentacji. Podwyższanie poziomu nawożenia tym składnikiem powodowało wzrost wartości testu sedymentacji w mące, podobnie jak we wcześniej przeprowadzonych doświadczeniach z pszenicą ozimą [Klupczyński, Ralcewicz 1997; Wróbel, Szempliński 1999; Klupczyński i in. 2000; Knapowski

i in. 2002]. Jednak udowodniony statystycznie maksymalny wzrost wartości omawianej cechy jakościowej stwierdzono po zastosowaniu 80 kg N ha^{-1} , w porównaniu z obiektem kontrolnym był on wyższy o 17,5% (tab. 3).

Wartość wskaźnika sedymentacji, podobnie jak w badaniach Subdy i in. [1997b], była ściśle dodatnio skorelowana z zawartością białka ogólnego i mokrego glutenu w ziarnie badanych pszenic ozimych (tab. 2). Współczynniki determinacji dla tych zależności wynosiły odpowiednio 59,3% i 68,9% (dla odmiany Begra) oraz 90,3% i 90,3% (dla odmiany Korweta). Obliczone równanie regresji wskazuje również na to, że wraz ze zwiększeniem zawartości białka, np. o 10 g kg^{-1} , oraz zawartości mokrego glutenu, np. o 5%, może nastąpić wzrost wartości wskaźnika sedymentacji, odpowiednio o $7,33 \text{ cm}^3$ i $9,84 \text{ cm}^3$ u odmiany Begra oraz $8,41 \text{ cm}^3$ i $7,69 \text{ cm}^3$ u odmiany Korweta (ryc. 2).



Rycina 2. Zależności pomiędzy wskaźnikiem sedymentacji a zawartością białka i mokrego glutenu w ziarnie badanych odmian pszenicy ozimej

Figure 2. The relation between sedimentation ratio and protein content and gluten content of winter wheat cultivars

Badane cechy jakościowe ziarna i mąki pszenicy ozimej wpływają na jakość otrzymanego pieczywa. Podobnie jak w pracy Subdy i in. [2002], w przeprowadzonych badaniach średnio istotnie najwyższą objętością pieczywa wykazywała się odmiana Begra i to wyższą o 4% w porównaniu z odmianą Korweta (tab. 3). Chleb badanych odmian pszenicy ozimej charakteryzowała dobra objętość pieczywa (Begra – 494 cm³, Korweta – 475 cm³). Zwiększanie nawożenia azotowego pszenicy ze 120 do 160 kg ha⁻¹ wyraźnie poprawiało parametry jakościowe ziarna (zawartość glutenu i wskaźnik sedymentacji), a przez to jej wartość wypiekową, co znalazło odzwierciedlenie w objętości pieczywa uzyskanego ze 100 g mąki [Wróbel, Szempliński 1999]. W przeprowadzonym doświadczeniu wzrastające nawożenie azotem wpływało korzystnie na objętość pieczywa. Najwyższą wartość omawianego parametru stwierdzono w wyniku zastosowania 160 kg N ha⁻¹, jednak statystycznie istotna okazała się dawka azotu na poziomie 120 kg ha⁻¹. Objętość pieczywa uzyskana na obiekcie N₁₂₀ była wyższa w porównaniu z wartościami otrzymanymi na obiektach N₈₀ i N₀ odpowiednio o 2,3% i 6,5%.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono również istotny wpływ interakcji badanych odmian i zastosowanego nawożenia azotem na objętość pieczywa (tab. 3). Na wszystkich obiektach nawozowych istotnie wyższą wartość badanej cechy otrzymano dla odmiany Begra w porównaniu z odmianą Korweta. Natomiast najkorzystniejszymi dawkami azotu w stosunku do wartości objętości pieczywa okazały się: 160 kg ha⁻¹ dla odmiany Begra i 80 kg ha⁻¹ dla odmiany Korweta.

WNIOSKI

1. Pszenica ozima odmiany Korweta cechowała się istotnie wyższym plonem ziarna w porównaniu z odmianą Begra.

2. Po zastosowaniu azotu do dawki 120 kg ha⁻¹ stwierdzono średnio istotny wzrost wysokości plonu ziarna pszenicy ozimej.

3. Pszenica ozima odmiany Begra wykazywała się istotnie wyższymi wartościami testu sedymentacji i objętości pieczywa oraz istotnie niższymi wartościami liczby opadania i rozplywalności glutenu w stosunku do odmiany Korweta.

4. Zróżnicowane nawożenie azotem, w całym zakresie stosowanych dawek, istotnie determinowało średnią zawartość białka ogólnego w ziarnie badanych odmian pszenicy ozimej.

5. Wartości parametrów technologicznych badanych odmian pszenicy ozimej wykazywały tendencje wzrostowe w całym zakresie stosowanych dawek azotu. Za optymalne dawki nawożenia azotem, dla najważniejszych wyróżników wartości wypiekowej, tj. zawartości mokrego glutenu, wskaźnika sedymentacji i objętości pieczywa, przyjęto odpowiednio: 160 kg ha⁻¹, 80 kg ha⁻¹ i 120 kg ha⁻¹.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 193, 29–34.
- Bichoński A. 1995a. Cechy technologiczne wybranych krajowych i zachodnioeuropejskich form pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 193, 19–27.
- Bichoński A. 1995b. Wartość ważniejszych cech technologicznych z kolekcji pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 194, 123–129.
- Biskupski A. 1997. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plon i cechy jakościowe ziarna odmian pszenżyta, pszenicy i żyta. Cz. 1. Plon ziarna i zawartość białka. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rol.* 65, 9–13.
- 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.
- Chevalier H. 1975. The influence of Potassium Dressings on Wheat Quality. Fertilizer Use and Protein Production. *Mat. 11 Kolokwium Międzynarodowego Instytutu Potasowego w Bernie. Bern.*
- Cygankiewicz A. 1997. Wartość technologiczna ziarna materiałów hodowlanych pszenicy ozimej i jarej na tle badań własnych i światowych. *Biul. IHAR* 204, 219–235.
- Johansson E., Svensson G. 1995. Contribution of the high molecular glutenin subunit 21* to bread making quality of Swedish wheats. *Cereal Chem.* 70, 500–511.
- Kłupczyński Z., Ralcewicz M. 1997. Wpływ nawożenia azotem, fosforem i potasem na wartość technologiczną jakościowych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 3, 103–110.
- Kłupczyński Z., Knapowski T., Ralcewicz M., Murawska B. 2000. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wartość technologiczną chlebowych odmian pszenicy ozimej. *Nawozy Nawożenie* 3, 61–72.
- Knapowski T., Ralcewicz M., Kłupczyński Z. 2002. The estimation of chosen parameters of the baking value of winter wheat on the influence of nitrogen fertilization. *Mengen und Spurenelemente* 21, 290–295.
- Knapp J.S., Harms C.L. 1988. N fertilization and plant growth regulator effects on yield and quality of four wheat cultivars. *J. Prod. Agric.* 1, 94–98.
- Kruczek G., Wójtowicz J. 1998. Wpływ nawożenia azotowego na plonowanie i skład chemiczny ziarna pszenicy. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 330, *Sesja Naukowa* 54, 119–126.
- Mazurek J. 1994. Porównanie plonowania zbóż ozimych: pszenżyta, żyta, pszenicy i jęczmienia na glebach lżejszych przy stosowaniu różnych dawek azotu. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie* 58, *Rol.* 162, 155–158.
- Podolska G., Stankowski S. 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 218/219, 127–134.
- Subda H., Karolini-Skaradzińska Z., Kunowski P., Czubaszek A., Gil Z. 1997a. Skład chemiczny i wartość wypiekowa mąki pszennej. Cz. 1. Skład chemiczny. *Biul. IHAR* 201, 95–99.
- Subda H., Prorok D., Gębura E., Zeler J. 1997b. Skład chemiczny i wartość wypiekowa mąki pszennej. Cz. 2. Wartość wypiekowa. *Biul. IHAR* 201, 101–107.
- Subda H., Jarosławska A., Unton A., Karolini-Skaradzińska Z. 2002. Ocena wybranych cech chemicznych pszenicy ozimej na jakość ciasta i chleba. *Biul. IHAR* 223/224, 111–119.
- Szempliński W., Budzyński W., Majewska K. 1995. The effect of the method of nitrogen fertilisation on yield and quality of breadmaking wheat. *Fragm. Agron.* 2, 168–169.
- Waga J., Cygankiewicz A. 1996. Możliwości oszacowania jakości technologicznej ziarna pszenicy na podstawie wyników analizy elektroforetycznej białek gliadynowych i glutenowych. *Biul. IHAR* 197, 15–18.
- Wójcikiewicz M., Błazej J., Rząsa B. 1995. Produkcyjność pszenicy ozimej przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rol.* 32, 125–131.
- Wróbel E., Szempliński W. 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118, 463–469.