

MARIA RALCEWICZ
TOMASZ KNAPOWSKI

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wysokość plonu ziarna i zawartość białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari

The influence of some agrotechnical factors on grain yield and total protein content in the Almari winter wheat

W latach 1994–1998 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Minikowie koło Bydgoszczy przeprowadzono doświadczenie polowe, w celu zbadania wpływu czynnika pozanawozowego, którym jest termin siewu oraz zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu ziarna oraz zawartość i plon białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari. Badano dwa terminy siewu (I czynnik): optymalny i opóźniony o dwa tygodnie oraz 4 poziomy nawożenia azotem (II czynnik): 0, 80, 120 i 160 kg N·ha⁻¹. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie w porównaniu do terminu optymalnego spowodowało istotne obniżenie plonu ziarna i plonu białka ogółem, natomiast wzrost zawartości białka ogółem. Zastosowane zróżnicowane nawożenie azotem, w zakresie dawek 0–160 kg·ha⁻¹, spowodowało średnio wzrost plonu ziarna oraz zawartości i plonu białka ogółem. Udowodnione różnice w plonie ziarna uzyskano jedynie przy dawce 80 kg·ha⁻¹, natomiast w plonie białka do dawki 120 kg·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: nawożenie azotem, plon ziarna, pszenica ozima, termin siewu, zawartość białka ogółem, plon białka ogółem

The influence of sowing date and nitrogen fertilization level on grain yield, total protein content and protein yield was studied in the winter wheat cv. Almari. The field trials were carried out at the research station in Minikowo near Bydgoszcz in the years 1994–1998. Two sowing dates (optimal and two weeks delayed) and four levels of fertilization (0, 80, 120 and 160 kg N·ha⁻¹) constituted the factors of the experiment. The delay of sowing date significantly decreased grain yield and total protein yield, but increased the protein content. Generally, the nitrogen fertilization increased both the grain yield and the protein content. However, the significant differences have been proven only for the dose of 80 kg per ha in grain yield, and for the dose of 120 kg per ha in total protein yield.

Key words: grain yield, nitrogen fertilization, protein yield, sowing date, total protein content, winter wheat

WSTĘP

Systematyczne wprowadzanie nowych środków produkcji oraz postęp biologiczny powodują, że ocena oddziaływania poszczególnych zabiegów agrotechnicznych i ich interakcja na produktywność i jakość zbóż jest zagadnieniem ciągle aktualnym. Producenci poszukują takich rozwiązań technologicznych, które umożliwiają uzyskiwanie wysokich i stabilnych plonów o wysokiej jakości. W związku z tym istnieje konieczność określenia, które z elementów agrotechniki będą o tym decydowały w największym stopniu (Jończyk, 1998). Wpływ nawożenia mineralnego, a zwłaszcza azotem, determinuje wysokość i jakość plonów zbóż (Micelli i in., 1992; Kłupczyński i in., 2000; Knapowski i in., 2002). Stosowanie azotu należy jednak rozpatrywać w powiązaniu z innymi czynnikami m.in. terminem siewu, który może warunkować jego działanie (Podolska, 1997). Pszenica ozima jako zboże o największych wymaganiach w stosunku do stanowiska i agrotechniki oraz o dużym potencjale plonowania i wysokiej wartości ziarna odgrywa w tych rozważaniach szczególną rolę (Jończyk, 1998). Obserwowany, w ostatnich latach, wzrost areалу uprawy pszenicy ozimej stwarza dodatkowo konieczność poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych oraz weryfikacji ocen poszczególnych elementów agrotechniki.

W związku z powyższym przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było określenie wpływu terminu siewu i zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu ziarna oraz zawartość i plon białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1994–1998 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Minikowie na glebie płowej typowej, według międzynarodowej klasyfikacji FAO-UNESCO jest to Albic Luvisols. Gleba ta zaliczana do kompleksu żytniego bardzo dobrego charakteryzowała się średnią i wysoką zasobnością w przyswajalne formy fosforu i potasu oraz obojętnym odczynem.

Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Przedmiotem badań była pszenica ozima odmiany Almari, którą wysiano w następujących terminach (I czynnik):

- (optymalny) termin siewu (20.09.1994., 25.09.1995., 27.09.1996., 19.09.1997.),
- (opóźniony) termin siewu (10.10.1994., 09.10.1995., 11.10.1996., 06.10.1997.).

Nawożenie azotem (II czynnik) zastosowano w formie saletry amonowej uwzględniając trzy poziomy nawożenia + obiekt kontrolny bez azotu (N_0):

- 80 kg $N \cdot ha^{-1}$ (N_{80}) zastosowano jednorazowo w okresie ruszenia vegetacji wiosennej,
- 120 kg $N \cdot ha^{-1}$ (N_{120}) podzielono: 2/3 w okresie ruszenia vegetacji wiosennej i 1/3 w pełni strzelania w źdźbło,
- 160 kg $N \cdot ha^{-1}$ (N_{160}) podzielono: 1/2 w okresie ruszenia vegetacji wiosennej, 1/4 w pełni strzelania w źdźbło i 1/4 na początku kłoszenia.

Stosowano jednolity poziom nawożenia fosforem i potasem, odpowiednio: 26 kg $P \cdot ha^{-1}$ i 100 kg $K \cdot ha^{-1}$. Przedplonem dla pszenicy ozimej odmiany Almari był owies zbierany na

zieloną masę. Zabiegi agrotechniczne, poza czynnikami doświadczenia, przeprowadzono zgodnie z wymogami dla danego gatunku.

W doświadczeniu określono wysokość plonu ziarna pszenicy ozimej oraz oznaczono zawartość azotu ogólnego metodą Kiejdahla.

Uzyskane 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 azotowym a otrzymanymi wynikami badanych cech pszenicy ozimej, uzyskane wyniki poddano analizie korelacji prostej, której istotne współczynniki przedstawiono w tabeli 2.

WYNIKI I DYSKUSJA

Termin siewu jest jednym z czynników agrotechnicznych, który decyduje o plonowaniu pszenicy ozimej (Ruszkowski i in., 1991; Podolska 1997). Z dotychczasowych badań wynika, że odmiany pszenicy niejednakowo reagują na termin siewu. Na podstawie zmian wielkości plonu ziarna, odmiany i rody pszenicy ozimej można podzielić na dwie grupy różniące się reakcją na termin siewu: wrażliwe na każde opóźnienie terminu siewu, np. odmiana Portal oraz wrażliwe na opóźnienie siewu do dwóch tygodni, np. odmiany Wanda i Kaja (Podolska, 1997). Efektem wysiewu pszenicy ozimej w terminie opóźnionym o dwa tygodnie (10–15 października), w stosunku do optymalnego (20–25 wrzesień), było obniżenie plonów ziarna w zakresie od 7% do 13% w zależności od klasy bonitacyjnej gleby (Jończyk, 1998). Żaden z badanych czynników agrotechnicznych, m.in. nawożenie azotem, nie kompensował ujemnego wpływu opóźnionego terminu siewu na plonowanie pszenicy (Kuś i in., 1991; Jończyk, 1998). W przeprowadzonych badaniach, średnio istotnie wyższy plon ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari uzyskano w optymalnym terminie siewu, który wynosił $3,74 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie w stosunku do terminu optymalnego spowodowało spadek plonu ziarna w kolejnych latach badań średnio o: 19%, 15%, 24% i 25% (tab. 1).

O możliwościach produkcyjnych pszenicy ozimej decydują cechy odmianowe jak również czynniki agrotechniczne, a mianowicie nawożenie mineralne, szczególnie dawka azotu (Kuś i in., 1991; Mazurek, 1994; Klupczyński i Ralcewicz, 1998; Podolska i Stankowski, 2001; Rutkowska, 2002). Klupczyński i Ralcewicz (1997) stwierdzili istotny wzrost plonu ziarna pszenicy ozimej pod wpływem zastosowanej dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, chociaż maksymalne przyrosty plonu uzyskali po zastosowaniu dawki $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dalsze podwyższanie dawki azotu, powyżej $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, podobnie jak w badaniach przeprowadzonych przez innych autorów (Krauze i in., 1983; Domska i Rogalski, 1993), powodowało niewielkie tendencje do wzrostu plonu ziarna mieszczące się w granicach błędu doświadczenia. Natomiast w badaniach Wróbla i Szemplińskiego (1999) pszenica ozima reagowała istotnym przyrostem plonu ziarna nawet do dawki $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W badaniach własnych natomiast udowodniony statystyczny przyrost plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari stwierdzono po zastosowaniu nawożenia azotem na poziomie $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, zarówno w całym okresie, jak i w każdym roku badań.

Zastosowanie tej dawki azotu powodowało istotny wzrost o 30% plonu ziarna w porównaniu do plonu uzyskanego z obiektu kontrolnego (tab. 1).

Tabela 1

Wysokość plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari (t·ha⁻¹)
Grain yield of the Almari variety of winter wheat (t·ha⁻¹)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) — Fertilization (II factor) (kg·ha ⁻¹)				Średnia Mean
		N = 0	N = 80	N = 120	N = 160	
1995	optimalny — optimal	4,13	5,70	5,82	7,19	5,71
	opóźniony — late	3,70	4,61	5,15	4,93	4,60
Średnia — Mean		3,91	5,15	5,48	6,06	5,15
1996	optimalny — optimal	3,20	4,07	4,30	4,17	3,93
	opóźniony — late	2,87	3,50	3,63	3,40	3,35
Średnia — Mean		3,03	3,78	3,97	3,78	3,64
1997	optimalny — optimal	2,40	3,08	3,34	3,55	3,09
	opóźniony — late	1,85	2,40	2,63	2,48	2,34
Średnia — Mean		2,13	2,74	3,00	3,02	2,72
1998	optimalny — optimal	3,14	3,52	4,52	4,49	3,92
	opóźniony — late	1,90	3,13	3,50	3,24	2,94
Średnia — Mean		2,52	3,33	4,01	3,87	3,43
Lata Years	optimalny — optimal	3,22	4,09	4,49	4,85	4,16
	opóźniony — late	2,58	3,41	3,73	3,51	3,31
Średnia — Mean		2,90	3,75	4,11	4,18	3,74
NIR — LSD _{p=0,05} dla — for:						
	(I) — termin siewu (I) — sowing date	(II) — nawożenie N (II) — fertilization N		I × II		II × I
1995	0,270	0,511		0,541		0,722
1996	0,141	0,266		n.i.		n.i.
1997	0,149	0,281		0,298		0,398
1998	0,151	0,285		0,302		0,403
Lata — Years	0,232	0,500		n.i.		n.i.

Tabela 2

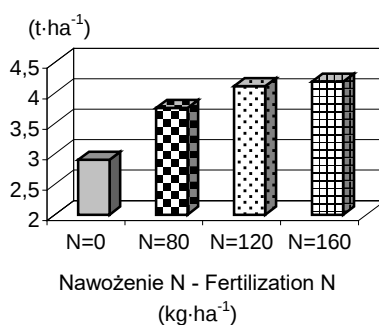
Współczynniki korelacji prostej badanych zależności
The correlation coefficients of the studied relationships

Parametr Parameter	1 termin siewu — 1 sowing date			
	nawożenie N fertilization N	plon ziarna grain yield	zawartość białka protein content	plon białka protein yield
Nawożenie N — Fertilization N	—	0,52	0,74	0,61
Plon ziarna — Grain yield	0,52	—	0,63	0,97
Zawartość białka — Protein content	0,74	0,63	—	0,80
Plon białka — Protein yield	0,61	0,97	0,80	—
Parametr Parameter	2 termin siewu — 2 sowing date			
	nawożenie N fertilization N	plon ziarna grain yield	zawartość białka protein content	plon białka protein yield
Nawożenie N — Fertilization N	—	n.i.	0,80	0,52
Plon ziarna — Grain yield	n.i.	—	0,68	0,96
Zawartość białka — Protein content	0,80	0,68	—	0,81
Plon białka — Protein yield	0,52	0,96	0,81	—

n.i. — Nieistotne; Not significant

W przeprowadzonych badaniach, jedynie w odniesieniu do optymalnego terminu siewu, stwierdzono istotną korelację pomiędzy zastosowanym nawożeniem azotowym a plonem ziarna pszenicy ozimej (tab. 2). Podobnie jak w cytowanych wcześniej

publikacjach w omawianym doświadczeniu własnym, działanie azotu było tym mniejsze im większa była jego dawka (rys. 1). Niezależnie od lat uprawy i terminu siewu, średnio najwyższy plon ziarna pszenicy ozimej uzyskano po zastosowaniu $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 1). Jednak przyrost plonu ziarna po zastosowaniu tej dawki w porównaniu do dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyniósł jedynie $0,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a w dwóch z czterech lat badań, tj. 1996 i 1998, zastosowane nawożenie azotem na poziomie $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało, podobnie jak w badaniach Knapowskiego i wsp. (2002), nawet obniżenie plonu ziarna w stosunku do dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Po zastosowaniu dawki azotu na poziomie $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ odnotowano średnio, wzrost o $0,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ plonu ziarna w stosunku do dawki $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.



Rys. 1. Średni plon ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari w zależności od poziomu nawożenia azotem
Fig. 1. The average yield in winter wheat grain of the Almari variety as a function of the nitrogen fertilization

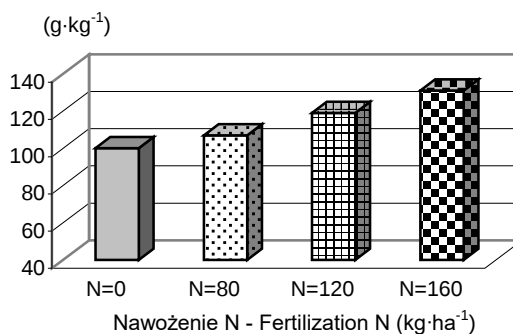
Istotny wzrost zawartości białka w ziarnie pszenicy ozimej determinowany był, niezależnie od lat uprawy i poziomu nawożenia azotem, opóźnieniem terminu siewu. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie spowodowało udowodniony statystycznie wzrost zawartości białka ogółem średnio o $10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w stosunku do optymalnego terminu siewu (tab. 3).

Stwierdzono istotną dodatnią korelację pomiędzy dawką azotu a zawartością białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Almari (tab. 2). Tę zależność zauważono zarówno dla optymalnego ($r = 0,74$), jak i opóźnionego o dwa tygodnie terminu siewu ($r = 0,80$). Niezależnie od lat uprawy, po zastosowaniu dawki $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ stwierdzono istotny wzrost o $7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ zawartości białka w ziarnie w stosunku do obiektu kontrolnego. Zwiększenie dawek azotu o kolejne $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało istotny wzrost zawartości białka w ziarnie o $12 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 3, rys. 2). Stwierdzony w badaniach własnych dodatni wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem na zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy znajduje z reguły potwierdzenie w danych literaturowych (Fatyga, 1990; Wójcikiewicz i in., 1995; Klupczyński i Ralcewicz, 1997, 1998; Wróbel i Szempliński, 1999; Klupczyński i in., 2000).

Tabela 3

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Almari ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Protein content in winter wheat grain of the Almari variety ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) — Fertilization (II factor) ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)				Średnia Mean
		N = 0	N = 80	N = 120	N = 160	
1995	optimalny — optimal	101	108	119	137	116
	opóźniony — late	109	118	133	143	126
Średnia — Mean		105	113	126	140	121
1996	optimalny — optimal	101	110	120	134	116
	opóźniony — late	107	118	126	141	123
Średnia — Mean		104	114	123	137	120
1997	optimalny — optimal	97	102	112	117	107
	opóźniony — late	103	106	114	126	113
Średnia — Mean		100	104	113	122	110
1998	optimalny — optimal	80	84	103	119	97
	opóźniony — late	102	108	123	131	116
Średnia — Mean		91	96	113	125	106
Lata Years	optimalny — optimal	95	101	114	127	109
	opóźniony — late	105	112	124	136	119
Średnia — Mean		100	107	119	131	114
NIR — LSD _{p = 0,05} dla — for:		(I) — termin siewu (I) — sowing date	(II) — nawożenie N (II) — fertilization N	I × II		II × I
1995		5,8	5,6	n.i.		n.i.
1996		n.i.	7,8	n.i.		n.i.
1997		1,1	1,8	1,8		2,5
1998		1,1	3,3	3,1		4,7
Lata — Years		10,0	5,4	n.i.		n.i.



Rys. 2. Średnia zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Almari w zależności od poziomu nawożenia azotem

Fig. 2. The average total protein content in winter wheat grain of the Almari variety as a function of the nitrogen fertilization

Wysokość plonu białka z jednostki powierzchni jest wypadkową plonu ziarna i procentowej zawartości białka w ziarnie (Fatyga, 1990; Rutkowska, 2002). W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, iż plon białka istotnie, dodatnio korelował z plonem

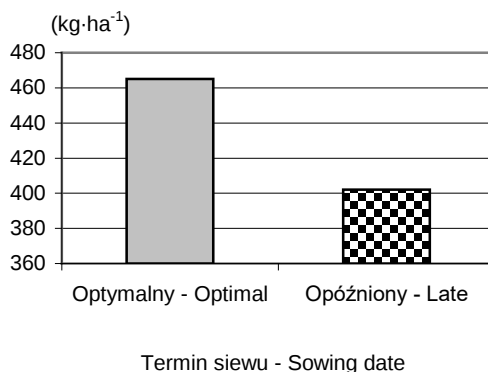
ziarna pszenicy ozimej oraz z zawartością białka, zarówno w pierwszym i drugim terminie siewu, odpowiednio: $r = 0,97$; $r = 0,80$ i $r = 0,96$; $r = 0,81$ (tab. 2). Uzyskany w 1997 roku najniższy plon białka (tab. 4) jest konsekwencją niskiego procentowego udziału tego składnika w ziarnie badanej odmiany (tab. 3) i jej najniższego plonu ziarna w omawianym roku (tab. 1).

Zdecydowanie wyższy, udowodniony statystycznie, średni plon białka ogółem pszenicy ozimej uzyskano w optymalnym terminie siewu i był on wyższy o 16% w porównaniu do plonu uzyskanego w opóźnionym o dwa tygodnie terminie siewu (tab. 4). Tendencje te potwierdziły się we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia, w których wysiew pszenicy w I terminie siewu (19–27 wrzesień) spowodował wzrost plonu białka od 12% do 26% w porównaniu do II terminu siewu (06–11 październik, rys. 3). Z danych literaturowych wynika (Fatyga, 1990; Szempliński i in., 1995), że czynnikiem najsilniej wpływającym na wzrost zawartości i plonu białka w zbożach jest nawożenie azotem. Działanie azotu, w odniesieniu do plonu białka, dotyczy wszystkich zastosowanych dawek azotu (tab. 4).

Tabela 4

Wysokość plonu białka ogólnego pszenicy ozimej odmiany Almari ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
The total protein yield in winter wheat of the Almari variety ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) — Fertilization (II factor) ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)				Średnia Mean
		N = 0	N = 80	N = 120	N = 160	
1995	optymalny — optimal	417	617	693	986	678
	opóźniony — late	403	544	685	705	585
Średnia — Mean		410	585	689	846	632
1996	optymalny — optima	323	448	516	558	462
	opóźniony — late	307	413	457	479	414
Średnia — Mean		315	431	487	518	438
1997	optymalny — optima	233	314	375	415	335
	opóźniony — late	192	254	299	313	265
Średnia — Mean		213	284	337	364	300
1998	optymalny — optimal	252	297	466	534	387
	opóźniony — late	193	338	431	424	347
Średnia — Mean		222	317	449	479	367
Lata Years	optymalny — optimal	306	419	512	623	465
	opóźniony — late	274	387	468	480	402
Średnia — Mean		290	404	490	552	434
NIR — LSD $p = 0,05$ dla — for:		(I)– termin siewu (I)– sowing date	(II)– nawożenie N (II)– fertilization N	I $\times$ II		II $\times$ I
1995		55,3	73,4	75,8		103,9
1996		43,7	36,9	n.i.		n.i.
1997		40,2	27,3	39,2		38,7
1998		35,3	30,4	37,3		43,0
Lata — Years		16,8	82,6	n.i.		n.i.



Rys. 3. Średni plon białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari w zależności od terminu siewu
Fig. 3. The average total protein yield in winter wheat of the Almari variety in dependence on sowing date

Dawka azotu na poziomie $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowała średnio istotny wzrost plonu białka o $114 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu do obiektu kontrolnego. Zwiększenie dawki azotu o $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało uzyskanie kolejnych 86 kg białka ogółem z hektara. Plon białka pszenicy ozimej uzyskany po zastosowaniu $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ był o $62 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyższy w stosunku do uzyskanego po zastosowaniu $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, jednak nie przekroczył on progu statystycznej istotności. Według Domskiej i Rogalskiego (1993) najbardziej efektywnie na plon białka wpływała dawka $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast według Wójcikiewicza i wsp. (1995) dawka $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, co znalazło potwierdzenie w badaniach własnych.

WNIOSKI

1. Wysokość plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari była istotnie determinowana terminem siewu i dawką azotu. Opóźnienie terminu siewu spowodowało obniżenie plonu ziarna o około 25%. Natomiast udowodnione różnice w plonach ziarna uzyskano tylko przy dawce $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.
2. Opóźnienie terminu siewu jak i zastosowane zróżnicowane nawożenie azotem w całym zakresie dawek powodowało istotny wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie odmiany Almari.
3. Wzrastające dawki nawożenia azotem do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowały średnio istotny wzrost plonu białka ogółem.

LITERATURA

- Domska D., Rogalski L. 1993. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wartość odżywczą białka żyta i pszenicy uprawianych w warunkach północno-wschodniej Polski. *Fragm. Agron.* 3 (39): 59 — 67.
- Fatyga J. 1990. Wpływ terminów siewu i nawożenia azotem na wysokość i jakość plonów ziarna pszenicy jarej. *Rocz. Nauk Roln., ser. A*, 109 (1): 71 — 83.

- Jończyk K. 1998. Czynniki agrotechniczne najsilniej różnicujące plon pszenicy ozimej. *Rocz. AR Poznań CCCVII*, Roln. 52: 43 — 49.
- 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., Ralcewicz M. 1998. Wpływ nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. *Rocz. AR Poznań, CCCVII*, Roln. 52: 17 — 24.
- Kłupczyński Z., Knapowski T., Ralcewicz M., Murawska B. 2000. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wartość technologiczną chlebowych odmian pszenicy ozimej. *Fertilizers and Fertilization* 3 (4): 61 — 72.
- Knapowski T., Ralcewicz M., Kłupczyński Z. 2002. The estimation of choosen parameters of the baking value of winter wheat on the influence of nitrogen fertilization. *Mengen und Spurenelemente*, Vol. 21, 290 — 295.
- Krauze A., Domska D., Koter M. 1983. Wpływ wysokiego nawożenia azotem i mikroelementów na plon białka pszenicy oraz jego wartość biologiczną. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.* 238: 109 — 119.
- Kuś J., Filipiak K., Jończyk K. 1991. Wpływ siedmiu wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 98: 7 — 21.
- Mazurek J. 1994. Porównanie plonowania zbóż ozimych: pszenżyta, żyta, pszenicy i jęczmienia na glebach lżejszych przy stosowaniu różnych dawek azotu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* LVIII, 162: 155 — 158.
- Micelli F., Martin M., Zerbi G. 1992. Yield, quality and nitrogen efficiency in winter wheat fertilized with increasing N levels at different times. *J. Agron. Crop Sci.* 168: 337 — 344.
- Podolska G. 1997. Reakcja nowych odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. II. Wpływ terminu siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. Cz. III. Wpływ nawożenia azotem na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR.* 204: 163 — 172.
- 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.
- Ruszkowski M., Jaworska K., Podolska G. 1991. Struktura plonu rodów pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu. *Biul. IHAR* 177: 109 — 114.
- Rutkowska A. 2002. Efektywność późnych dawek azotu w nawożeniu pszenicy jakościowej. *Pam. Puł.* 130: 647 — 652.
- Szempliński W., Budzyński W., Majewska K. 1995. The effect of the method of nitrogen fertilisation on yield and quality of bredmaking wheat. *Fragm. Agron.* 2 (46): 168 — 169.
- Wójcikiewicz M., Błażej J., Rząsa B. 1995. Produkcyjność pszenicy ozimej przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Roln.* 32: 125 — 131.
- Wróbel E., Szempliński W. 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118: 463 — 469.