

ANDRZEJ WOŹNIAKKatedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna

The influence of different spring wheat in crop rotation on yield and quality of grain

Przedstawiono plon i jakość ziarna pszenicy jarej w zależności od jej udziału w zmianowaniu. Wykazano, że zwiększony udział pszenicy jarej w zmianowaniu do 75 i 100% istotnie obniżał plon ziarna, w odniesieniu do zmianowania z 25% i 50% udziałem pszenicy. Zniżka ta powodowana była głównie mniejszą obsadą kłosów na 1 m², masą ziarna z kłosa oraz masą 1000 ziaren. Drugim czynnikiem doświadczenia były sposoby pielęgnowania roślin. Wykazano, że chemiczne środki ochrony roślin zmniejszały o 6,0% straty plonu ziarna pszenicy jarej, w porównaniu z obiektami bez pestycydów. Uprawa pszenicy jarej w monokulturze obniżała zawartość białka ogółem i glutenu mokrego w ziarnie, w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy). Zmniejszeniu uległa również wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego, a także gęstość i wyrównanie ziarna, w odniesieniu do zmianowań A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy).

Słowa kluczowe: cechy jakościowe ziarna, elementy struktury plonu, plon ziarna, pszenica jara, sposoby pielęgnowania, zmianowanie roślin

The experiment with rotation systems for spring wheat was conducted at the Agricultural Experimental Station in Uhrusk in the years 2000–2002. It was set performed in four replications in plots 10 x 3.75 m and arranged using the randomized blocks design. The grey-brown rendzina soil consisting of light loam and weak sandy was classified as a very good rye-type soil utility complex. The experiment concerned four crop rotations, with varying proportions of spring wheat (25, 50, 75, 100%), and two plant care systems: basic (harrowing) and intensive (harrowing, herbicides, fungicides). The grain yield of spring wheat, var. Eta, was affected by both weather conditions in the years of studies and the rotation and plant care systems. Spring wheat cultivation in monoculture decreased the grain yield by 36% as compared with the crop rotations at 25–50% of wheat. The application of pesticides increased the grain yield by 6.0% when compared to the basic treatment. Spring wheat cultivation in monoculture decreased the content of total protein in grain, wet gluten, sedimentation value, test weight and grain uniformity in comparison to crop rotation A (25% of wheat) and B (50% of wheat).

Key words: care systems, crop rotation, elements of yield structure, grain yield, monoculture, spring wheat, quality of grain

WSTĘP

Uprawa pszenicy w zmianowaniach wysycanych zbożami prowadzi do zmniejszenia plonu ziarna i pogorszenia jego jakości technologicznej. Przyczyną tego jest porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła oraz wzrost zachwaszczenia (Hollins i in., 1986; Pawłowski i Wesołowski, 1986; Gawrońska-Kulesza i Roszak, 1987; Woźniak, 2000, 2001 b). Agrofagi te wpływają niekorzystnie na wzrost i rozwój zbóż już od wczesnych faz rozwojowych. W rezultacie zmniejszeniu ulega produktywność łanu, obsada źdźbeł i kłosów na 1 m², liczba i masa ziaren w kłosie, dorodność ziarna, a także zawartość białka (Pawłowski i Deryło, 1991; Woźniak, 2001 a, 2002). Stosowane w tych warunkach chemiczne środki ochrony roślin oraz zwiększone nawożenie mineralne tylko w niewielkim stopniu przeciwdziałała niżkom plonu oraz spadkowi jego jakości (Brzozowska i in., 1997; Ścigalska, 1997; Wesołowski i Woźniak, 1998).

Celem badań była określenie plonowania pszenicy jarej i wybranych parametrów jakości ziarna w zależności od jej udziału w zmianowaniu i sposobu pielęgnowania roślin.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie płodozmianowe założono w 1997 roku w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do AR w Lublinie. Prezentowane w pracy wyniki zebrano w latach 2000–2002. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczoną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Doświadczenie prowadzono metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m².

Schemat doświadczenia uwzględniał następujące czynniki:

I. Zmianowania z udziałem pszenicy jarej:

- A — 25% pszenicy (ziemniak — owies siewny — groch siewny — pszenica jara),
- B — 50% pszenicy (ziemniak — pszenica jara — groch siewny — pszenica jara),
- C — 75% pszenicy (ziemniak — pszenica jara — pszenica jara — pszenica jara),
- D — 100% pszenicy (monokultura).

II. Sposób pielęgnowania zasiewów:

- pielęgnowanie podstawowe,
- pielęgnowanie intensywne.

Pielęgnowanie podstawowe polegało na bronowaniu zasiewów na początku fazy krzewienia i 2 tygodnie później. W pielęgnowaniu intensywnym, oprócz bronowania, dodatkowo chemicznie niszczone chwasty oraz stosowano chemiczne środki ochrony roślin przed chorobami grzybowymi i szkodnikami. Do siewu wykorzystano ziarno zaprawione preparatem Raxil 02 DS. Do niszczenia chwastów zastosowano mieszaninę herbicydów Chwastox D (5 l·ha⁻¹) i Puma (1 l·ha⁻¹) w fazie krzewienia się pszenicy. W pełni strzelania w źdźbło stosowano retardant Terpal C 420 SL w ilości 2 l·ha⁻¹. Występowanie chorób podsuszkowych ograniczano stosując w fazie krzewienia Alert 375 SC (1 l·ha⁻¹), natomiast pod koniec kłoszenia się zbóż przeciw chorobom liści i kłosa Tilt CB 37,5 (1 kg·ha⁻¹).

Uprawa roli pod poszczególne gatunki roślin była typowa dla systemu płużnego. Siew pszenicy jarej, odmiany Eta, przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia, gęstość siewu wynosiła 550 ziaren na 1 m². Nawożenie fosforowe (60 kg P₂O₅) i potasowe (100 kg K₂O na 1 ha) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej, natomiast azotowe wiosną w dwóch terminach — przed siewem (50 kg·ha⁻¹) oraz w fazie strzelania w źdźbło (30 kg·ha⁻¹).

W pracy przedstawiono cechy wynikowe: plon ziarna, liczbę kłosów, liczbę i masę ziaren w kłosie oraz dorodność ziarna (MTZ). Ponadto program badań obejmował ocenę jakościową ziarna: zawartość białka ogółem (%), glutenu mokrego (%), wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml), liczbę opadania (sekundy), gęstość ziarna (kg·hl⁻¹) oraz wyrównanie ziarna (masa ziarna pozostającego na sitach o wymiarach oczek 2,5 mm × 25 mm do masy przesianego ziarna wyrażona w %). Oznaczenie zawartości białka, glutenu oraz wskaźnik sedymentacyjny wykonano na urządzeniu Inframatic, gęstość ziarna zgodnie z normą PN-73R-74007, wyrównanie ziarna BN-69/9131-02, zaś liczbę opadania PN-ISO3093. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, a różnice między średnimi obiektowymi oszacowano testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

Przebieg warunków pogodowych w latach badań, zwłaszcza w zakresie opadów atmosferycznych, nie sprzyjał dobremu plonowaniu pszenicy jarej. Niedostatek opadów (w maju 2001 r. i 2002 r.) lub ich nadmiar i nierównomierny rozkład (w lipcu 2000 i 2001) zmniejszał krzewienie produkcyjne, a w późniejszym okresie obsadę kłosów na jednostce powierzchni i liczbę ziaren w kłosie. Z kolei okresy posuchy w czerwcu i lipcu 2002 roku korzystnie wpływały na zawartość białka i glutenu mokrego w ziarnie, liczbę opadania oraz wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ziarna pszenicy jarej istotnie zależał od jej udziału w zmianowaniu oraz sposobu pielęgnowania roślin (tab. 1). Największą obniżkę plonu stwierdzono w monokulturze i zmianowaniu C (75% pszenicy), w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy). W monokulturze zmniejszała ta w odniesieniu do zmianowań A i B wynosiła 1,89–1,91 t·ha⁻¹ (ponad 36%). Również w zmianowaniu C plon ziarna był niższy niż w zmianowaniach A i B o 0,79–0,81 t·ha⁻¹ (ponad 15%), lecz istotnie wyższy niż w monokulturze o 1,1 t·ha⁻¹ (25,2%). Zastosowane w pszenicy chemiczne środki ochrony roślin zmniejszyły o 0,27 t·ha⁻¹ straty plonu wywołane przez agrofagi, w stosunku do obiektów pielęgnowanych wyłącznie mechanicznie (pielęgnowanie podstawowe).

Uprawa pszenicy jarej w monokulturze istotnie zmniejszała wartości elementów struktury plonu, w stosunku do uprawy w zmianowaniach (tab. 2–5). Obsada kłosów na 1 m² zmniejszyła się o 17,7% (90,7 kłosów na 1 m²), w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy), masa ziarna z kłosa o 16,3–26,7%, w odniesieniu do zmianowań A–C, zaś masa 1000 ziaren była mniejsza o 15,3–17,3% niż w zmianowaniach A i B. Jedynie liczba ziaren w kłosie w małym stopniu zależała od systemu następstwa roślin.

Tabela 1

Plon ziarna pszenicy jarej w t·ha⁻¹ (średnio w latach 2000–2002)
The yield of grain of spring wheat in t·ha⁻¹ (mean for 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	4,98	4,86	4,32	3,22	4,35
	skrajne extreme	4,60–5,70	4,08–5,40	3,96–4,62	2,38–4,00	
Intensywne Intensive	średnie mean	5,37	5,44	4,40	3,31	4,63
	skrajne extreme	4,78–6,50	4,62–6,12	4,16–5,20	2,44–4,15	
Średnie Mean		5,17	5,15	4,36	3,26	—
Skrajne Extreme		4,60–6,50	4,08–6,12	3,86–5,20	2,38–4,15	—
CV(%)*		8,9	10,3	5,9	15,3	

NIR — LSD (p = 0,05):
 pomiędzy zmianowaniami
 between crop rotations — 0,50
 pomiędzy sposobami pielęgnowania
 between care systems — 0,30
 zmianowanie × sposób pielęgnowania
 crop rotation × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Tabela 2

Obsada kłosów pszenicy jarej na 1 m² (średnio w latach 2000–2002)
Spring wheat heads per 1 m² (mean for 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	496,4	490,5	454,1	422,1	465,8
	skrajne extreme	463–522	451–537	415–517	363–500	363–537
Intensywne Intensive	średnie mean	525,4	492,8	495,1	418,2	482,9
	skrajne extreme	471–625	443–542	450–569	341–532	341–625
Średnie Mean		510,9	491,6	474,6	420,2	—
Skrajne Extreme		463–625	443–542	415–569	341–532	—
CV(%)*		6,9	5,9	8,1	10,8	

NIR — LSD (p = 0,05):
 pomiędzy zmianowaniami
 between crop rotation — 77,0
 pomiędzy sposobami pielęgnowania
 between care systems — r.n.
 zmianowanie × sposób pielęgnowania
 crop rotations × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Jak wiadomo, cecha ta determinowana jest czynnikami odmianowymi oraz przebiegiem pogody, zwłaszcza niedoborem lub nadmiarem opadów w fenofazach strzelanie w źdźbło — kwitnienie. W miejscu badań niedobór opadów wystąpił w maju 2001 roku, w którym spadło zaledwie 23,2 mm deszczu (średnia wieloletnia 57,2 mm), natomiast znaczny nadmiar w czerwcu (114,3 mm) i lipcu (141,3 mm) omawianego roku. Również w lipcu 2000 roku spadło dwukrotnie więcej opadów niż w okresie wieloletnim. Jak podaje Grabarczyk (1983) za Klattem, optymalne opady dla pszenicy jarej wynoszą w maju 65 mm, w czerwcu 70 mm, zaś w lipcu 60 mm. Z analizy współczynników zmienności (CV%) wynika, że liczba ziaren w kłosie w większym stopniu zależała od zmienności warunków pogodowych niż następstwa roślin (tab. 4). Świadczą o tym zbliżone wartości tego współczynnika we wszystkich zmianowaniach (10,1–11,6%). W odniesieniu do innych cech wartość współczynnika zmienności wynosiła: dla plonu ziarna 5,9–15,3%; obsady kłosów na 1 m² 5,9–10,8%; masy ziarna z kłosa 6,6–9,0%; masy 1000 ziaren 8,3–13,9% (tab. 1–3 i 5).

Tabela 3

Masa ziarna z kłosa pszenicy jarej w g (średnio z lat 2000–2002)
Weight of grains per head of spring wheat in g (mean from 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	1,00	0,99	0,95	0,76	0,92
	skrajne extreme	0,91–1,11	0,84–1,09	0,87–1,11	0,65–0,90	0,65–1,11
Intensywne Intensive	średnie mean	1,02	1,10	0,89	0,79	0,95
	skrajne extreme	0,85–1,19	0,98–1,23	0,80–0,98	0,66–0,93	0,66–1,23
Średnie Mean		1,01	1,05	0,92	0,77	—
Skrajne Extreme		0,85–1,19	0,84–1,23	0,80–1,11	0,65–0,93	—
CV(%)*		7,9	9,0	8,5	6,6	

NIR — LSD (p = 0,05):
 pomiędzy zmianowaniami
 between crop rotations — 0,10
 pomiędzy sposobami pielęgnowania
 between care systems — r.n.
 zmianowanie × sposób pielęgnowania
 crop rotation × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Chemiczne środki ochrony roślin zastosowane w pszenicy jarej na poletkach pielęgnowanych intensywnie istotnie zwiększały masę 1000 ziaren, w stosunku do obiektów pielęgnowanych podstawowo (tab. 5). Środki te wpływały również korzystnie na obsadę kłosów na 1 m² i masę ziarna z kłosa, chociaż nie udowodniono tego statystycznie (tab. 2, 3).

Tabela 4

Liczba ziaren w kłosie pszenicy jarej (średnio w latach 2000–2002)
Number of grains per head of spring wheat (mean for 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	26,4	26,5	27,7	24,5	26,3
	skrajne extreme	20,5–29,8	23,0–30,4	21,9–34,7	22,2–30,1	20,5–34,7
Intensywne Intensive	średnie mean	27,2	28,6	24,5	23,6	26,0
	skrajne extreme	23,9–32,9	25,2–35,9	20,2–29,8	19,9–30,7	19,9–35,9
Średnie Mean		26,8	27,6	26,1	24,1	—
Skrajne Extreme		20,5–32,9	23,0–35,9	20,2–34,7	19,9–30,7	—
CV(%)*		11,1	11,4	11,6	10,1	

NIR — LSD (p = 0,05):

pomiędzy zmianowaniami

between crop rotations — r.n.

pomiędzy sposobami pielęgnowania

between care systems — r.n.

zmianowanie × sposób pielęgnowania

crop rotation × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Tabela 5

Masa 1000 ziaren pszenicy jarej w g (średnio w latach 2000–2002)
Weight of 1000 grains of spring wheat in g (mean for 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	38,6	37,7	35,1	31,1	35,6
	skrajne extreme	33,1–49,7	33,5–43,0	31,4–39,6	29,1–34,2	29,1–49,7
Intensywne Intensive	średnie mean	38,7	37,9	36,0	32,9	36,4
	skrajne extreme	33,4–45,5	32,9–43,1	31,9–44,6	30,2–38,0	30,2–45,5
Średnie Mean		38,7	37,8	35,5	32,0	—
Skrajne Extreme		33,1–49,7	32,9–43,1	31,4–44,6	29,1–38,0	—
CV(%)*		13,9	10,1	11,4	8,3	

NIR — LSD (p = 0,05):

pomiędzy zmianowaniami

between crop rotations — 5,4

pomiędzy sposobami pielęgnowania

between care systems — 2,3

zmianowanie × sposób pielęgnowania

crop rotation × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Zależności między plonem ziarna i elementami jego struktury przedstawiają współczynniki korelacji (tab. 6). Wynika z nich, że plon ziarna jest istotnie skorelowany z liczbą kłosów na 1 m² ($r = 0,87$), masą ziarna z kłosa ($r = 0,80$) i masą 1000 ziaren ($r = 0,70$). Ujemne korelacje wystąpiły między liczbą ziaren w kłosie i masą 1000 ziaren ($r = -0,55$). Wyniki te są zgodne z przedstawionymi w literaturze (Woźniak, 2000; Rachon, 2001).

Tabela 6

Współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy jarej
Simple correlation coefficient (r) for particular features of spring wheat

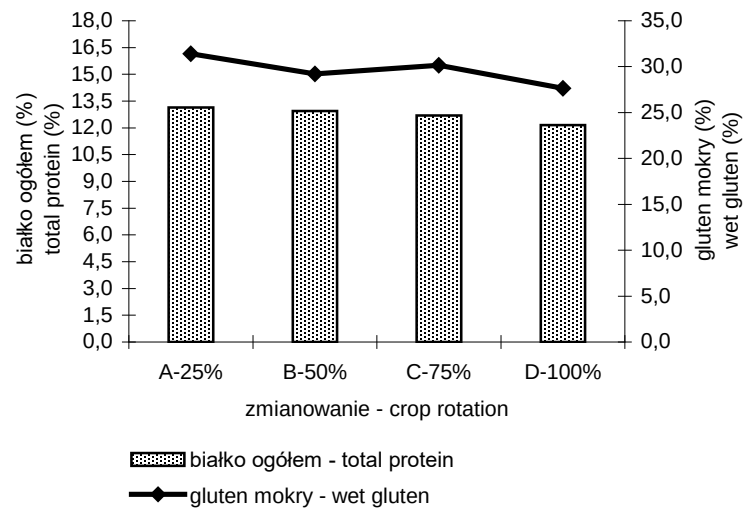
Wyszczególnienie Specification	Plon ziarna Yield of grain	Liczba kłosów (1 m ²) Number of heads (1 m ²)	Masa ziarna z kłosa Weight of grains per head	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per head	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grain
Plon ziarna Yield of grain	1				
Liczba kłosów (1 m ²) Number of heads (1 m ²)	0,87*	1			
Masa ziarna z kłosa Weight of grains per head	0,80*	0,41	1		
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per head	0,22	-0,44	0,26	1	
Masa 1000 ziaren Weight 1000 grain	0,70*	0,51	0,41	-0,55*	1

* Istotne współczynniki korelacji ($p = 0,05$)

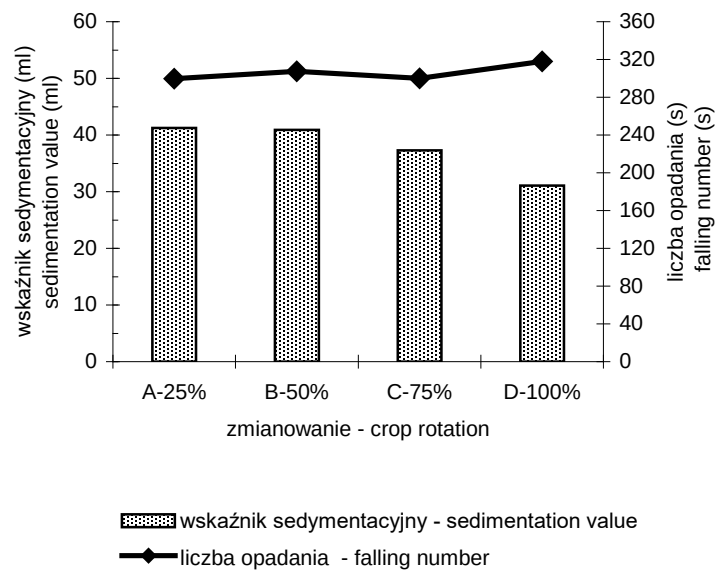
* Significant correlation coefficient ($p = 0,05$)

W omawianych badaniach chemiczne środki ochrony roślin nie wpływały istotnie na cechy jakościowe ziarna, chociaż stwierdzono korzystne ich działanie na niektóre parametry. Ponieważ nie udowodniono tego statystycznie, w pracy przedstawiono jedynie średnie wartości obiektywne (rys. 1–3).

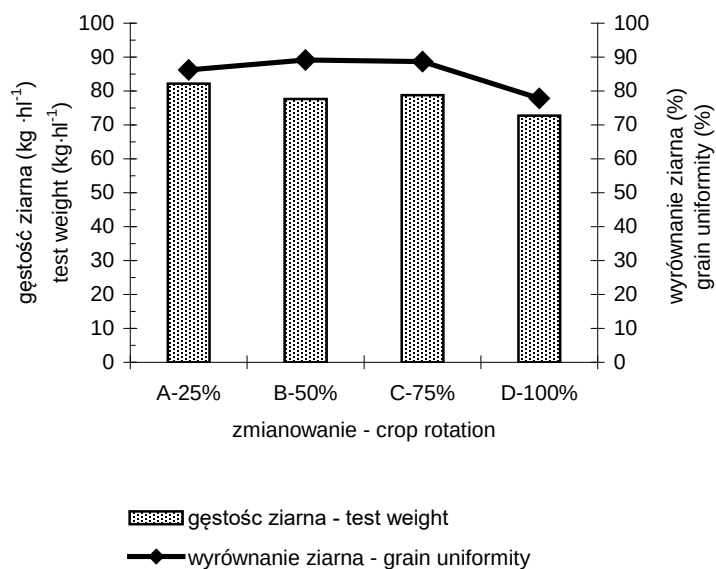
Uprawa pszenicy jarej w monokulturze zmniejszała wartości badanych cech jakościowych ziarna. Zmniejszeniu o 1,0% uległa zawartość białka ogółem w ziarnie oraz o 3,7% glutenu mokrego, w stosunku do zmianowania A (rys. 1). W badaniach Cacak-Pietrzak i wsp. (2002) dotyczących krajowych odmian pszenicy jarej średnia zawartość glutenu mokrego wynosiła powyżej 30%, a więc odpowiadała zawartości ze zmianowań A–C i była wyższa niż w monokulturze. W badaniach Rachonia (2001) zawartość białka i glutenu w pszenicy jarej zależała od poziomu nawożenia azotem. Wysokie dawki azotu istotnie zwiększały zawartość białka ogółem i glutenu mokrego w ziarnie. Znalazło to potwierdzenie także w innych publikacjach (Achremowicz i in., 1995; Dziki i Laskowski, 2002). Z literatury tematu wynika, że na zawartość białka w ziarnie pszenicy oraz jego jakość istotnie wpływa przebieg warunków pogodowych, a zwłaszcza rozkład opadów. Okresy posuchy w czerwcu i lipcu zwiększały zawartość białka i glutenu w ziarnie (Rudnicki, 1998; Rudnicki i wsp. 1999; Rozbicki, 1999). Podobne zależności stwierdzono również w niniejszych badaniach. Wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego w zmianowaniach A–C wynosiła od 37,3 do 41,2 ml i była istotnie wyższa niż w monokulturze (31,1 ml) (rys. 2).



Rys. 1. Zawartość białka ogółem (w s.m.) i glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej
Fig. 1. Total protein (in d.m.) and gluten content in grains of spring wheat



Rys. 2. Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego i liczba opadania pszenicy jarej
Fig. 2. Zeleny's sedimentation value and falling number of spring wheat



Rys. 3. Gęstość i wyrównanie ziarna pszenicy jarej
Fig. 3. Test weight and grain uniformity of spring wheat

W badaniach nad pszenicą jara, w tym omawianą odmianą Eta, wskaźnik ten zawierał się w przedziale od 32 do 47 ml (Cacak-Pietrzak i in., 2002). Uprawa pszenicy jarej w monokulturze zmniejszała także gęstość ziarna o 11,4% oraz jego wyrównanie o 8,4%, w odniesieniu do zmianowań A i B (rys. 3). Z badanych cech jakościowych ziarna jedynie liczba opadania nie zależała od udziału pszenicy w zmianowaniu (rys. 2).

WNIOSKI

1. Uprawa pszenicy jarej w monokulturze obniża plon ziarna o ponad 36%, w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy). Przyczyną tej obniżki była mniejsza obsada kłosów na 1 m², masa ziarna z kłosa oraz masa 1000 ziaren.
2. Chemiczne środki ochrony roślin zmniejszały o 6,0% straty plonu ziarna pszenicy jarej, w stosunku do obiektów pielęgnowanych podstawowo.
3. Uprawa pszenicy jarej w monokulturze zmniejsza zawartość białka ogółem w ziarnie, glutenu mokrego, wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego, a także gęstość i wyrównanie ziarna, w odniesieniu do zmianowania A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy).

LITERATURA

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy. Biul. IHAR, 193: 29 — 34.
- Brzozowska I., Brzozowski J., Jastrzębska M. 1997. Wpływ zabiegów ochronno-nawozowych na plonowanie, zawartość i jakość białka ziarna pszenicy ozimej. Fragm. Agron., 2: 32 — 39.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., Torba J. 2002. Wartość wypiekowa krajowych odmian pszenicy jarej. Mat. XXXIII Sesji Nauk. Kom. Techn. i Chem. Żywności PAN nt. „Nauka o żywności osiągnięcia i perspektywy”. Lublin: 55.
- Dziki D., Laskowski J. 2002. Wpływ nawożenia azotowego pszenicy na właściwości reologiczne ciasta. Mat. XXXIII Sesji Nauk. Kom. Techn. i Chem. Żywności PAN „Nauka o żywności osiągnięcia i perspektywy”. Lublin: 68.
- Gawrońska-Kulesza A., Roszak W. 1987. Plonowanie, zdrowotność i zachwaszczenie roślin uprawianych w zmianowaniu tradycyjnym i uproszczonym. Roczn. Nauk Roln., ser. A, t. 106, z. 3: 45 — 64.
- Grabarczyk S. 1983. Ulepszenie i zagospodarowanie siedliska rolniczego. W: Podstawy agrotechniki. W. Niewiadomski (red.), Warszawa, PWRiL.
- Hollins T. W., Scott P. R., Gregory R. S. 1986. The relative resistance of wheat, rye and triticale to take-all caused by *Gaeumannomyces graminis*. Plant Pathology, 35: 93 — 100.
- Pawłowski F., Wesołowski M. 1986: Studia nad plonowaniem i zachwaszczeniem roślin w monokulturze. Cz. V. Pszenica ozima. Annales UMCS, sect. E, vol. 41: 9 — 21.
- Pawłowski F., Deryło źródnicowanego. 1991. Wpływ źródnicowanego pielęgnowania na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy jarej. Roczn. Nauk Roln. ser. A, 108, 3: 9 — 19.
- Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* desf.). Rozpr. Nauk. 248, wyd. AR w Lublinie.
- Rozbicki J. 1999. Jakość ziarna zbóż na potrzeby przemysłu przetwórczego. Mat. Konf. nt. „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych”. Wyd. Fund. „Rozwój SGGW” Warszawa: 13 — 27.
- Rudnicki F. 1998. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce. Mat. Konf. „Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy”. IUNG Puławy: 51 — 64.
- Rudnicki F., Jaskulski D., Dębowski G. 1999. Reakcja odmian pszenicy jarej na termin siewu i nawożenie azotem w warunkach posusznych. Roczn. Nauk Roln. ser. A, 114, 3-4: 97 — 107.
- Ścisłowska B. 1997. Plonowanie pszenżyta jarego w pięcioletniej monokulturze i w płodozmianie. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Roln., 175, 65: 457 — 461.
- Wesołowski M., Woźniak A. 1998. Produkcyjność roślin w dwóch członach zmianowań na glebie wytworzonej z piasku. Annales UMCS, sect. E, vol. 53: 13 — 18.
- Woźniak A. 2000. Plonowanie pszenicy jarej i pszenżyta jarego w płodozmianie i monokulturze. Biul. IHAR 215: 81 — 90.
- Woźniak A. 2001 a. Zawartość i plon białka ogółem w ziarnie pszenżyta jarego, pszenicy jarej i jęczmienia jarego w płodozmianach i monokulturze. Biul. IHAR, 217: 87 — 93.
- Woźniak A. 2001 b. Studia nad plonowaniem, zachwaszczeniem i zdrowotnością pszenżyta jarego, pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego w płodozmianach i krótkotrwałej monokulturze na glebie rędzinowej środkowowschodniej Lubelszczyzny. Rozprawy naukowe AR w Lublinie, z. 247: 1 — 127.
- Woźniak A. 2002. Produkcyjność pszenżyta jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze. Biul. IHAR 221: 27 — 34.