
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LX

SECTIO E

2005

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, skr. poczt. 158, Poland

Andrzej Woźniak

*Wpływ przedplonów na plon i jakość technologiczną
ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.)**

Effect of forecrops on the yield and quality of grains of hard wheat (*Triticum durum* Desf.)

ABSTRACT. A field experiment was established in 2003–2004 at Uhrusk Experimental Station of Lublin Agricultural University. The experiment was conducted in a randomized block design with 10 m² plots in 4 replications. The grey-brown rendzina soil, formed from light loam, weak sandy, was classified into a very good rye complex. The experiment concerned four forecrops for hard wheat: pea, potato, hard wheat (1x), hard wheat (2x). Cultivation of hard wheat after pea and potato increase the yield of grain, number of heads per 1 m², mass of grains per head, content of total protein in grain, gluten wet, sedimentation value and grain uniformity in relation to hard wheat (2x) were studied.

KEY WORDS: hard wheat, yield of grain, quality of grain, total protein, gluten wet, sedimentation value, grain uniformity, falling number, vitreosity, crude ash.

Jakość technologiczna ziarna pszenicy zależy od genotypu, czynników siedliska oraz stosowanej agrotechniki [Szwed-Urbaś i in. 1995; Rozbicki 1999; Woźniak 2004; Szwed-Urbaś, Segit 2004]. Z badań Wooding i in. [2000], Johansson i in. [2001], Rachonia [2001] oraz Rachonia i Szumiły [2002] wynika że duże ilości azotu dostarczane pszenicy zwiększają plon ziarna oraz zawartość białka w ziarnie, ale jednocześnie obniżają jego jakość. Achremowicz i in. [1995] oraz Dziki i Laskowski [2002] są zdania, że wysokie dawki azotu stosowane w późnych fazach rozwojowych pszenicy zwiększają udział niskoczą-

steczkowej gliadyny w białku, w wyniku czego pogarszają się właściwości glutenu. Z badań Biskupskiego i Grabskiego [1979] oraz Stankowskiego i in. [2004] wynika, że jest to cecha odmianowa pszenicy, natomiast wysokie dawki azotu w przypadku niektórych odmian poprawiają jakość glutenu, natomiast innych przeciwnie – obniżają. Na jakość technologiczną ziarna pszenicy wpływ wywierają także chemiczne środki ochrony roślin [Ciołek, Makarska 2004], intensywność uprawy [Nowak i in. 2004] oraz następstwo roślin w zmianowaniu [Woźniak 2003]. Jak wynika z badań Woźniaka [2001] oraz Woźniaka i Gontarza [2003], w ziarnie pszenicy jarej wysiewanej trzykrotnie po sobie stwierdzono istotnie mniejszą zawartość białka i glutenu mokrego niż w stanowisku po grochu i ziemniaku. Pogorszeniu uległy również inne parametry jakościowe, w tym wskaźnik sedymentacji Zelenyego oraz gęstość i wyrównanie ziarna.

Celem prowadzonych badań była ocena plonu i wybranych parametrów jakościowych ziarna pszenicy twardej wysiewanej po sobie oraz po przedplonach niebożowych (ziemniak i groch siewny).

METODYKA

Doświadczenie polowe prowadzono w latach 2003–2004 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk, należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczaną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Eksperyment prowadzono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m². Czynnikiem doświadczenia były przedplony: ziemniak, groch siewny oraz stanowisko po 1 lub 2-krotnej uprawie po sobie.

Nawożenie azotem pszenicy twardej wynosiło 140 kg ha⁻¹ i przeprowadzono je w trzech terminach: przed siewem (60 kg ha⁻¹), w fazie strzelania w źdźbło (40 kg ha⁻¹) oraz w fazie kłoszenia (40 kg ha⁻¹). Zabiegi pielęgnacyjne polegały na chemicznym niszczeniu chwastów, chemicznej ochronie przed chorobami i szkodnikami oraz zabezpieczeniu roślin przed wyleganiem. Do niszczenia chwastów użyto herbicydów Puma Super 069 EW i Aminopielik M 450 (1+3 l ha⁻¹) w fazie krzewienia pszenicy. Do ochrony przed wyleganiem zastosowano na początku strzelania w źdźbło Cycocel 460 SL w ilości 1,5 l ha⁻¹. Przeciw chorobom podsuszkowym wykorzystano Alert 375 SC – 1,0 l ha⁻¹, zaś przeciw chorobom liści i kłosa w fazie kłoszenia Tilt CB 37,5 WP – 1 kg ha⁻¹.

Uprawa roli pod pszenicę twardą była typowa dla systemu płuznego. Siew pszenicy twardej (linia LGR 896/23 wyselekcjonowana w Instytucie Genetyki i

Hodowli Roślin AR w Lublinie) przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia, gęstość siewu wynosiła 450 ziaren na 1 m². Nawozy fosforowe (34,0 kg P ha⁻¹) i potasowe (83,0 kg K ha⁻¹) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej.

Program badań obejmował ocenę plonu ziarna i wybranych elementów jego struktury oraz cechy technologiczne ziarna: wyrównanie ziarna (%), gęstość ziarna (kg hl⁻¹), zawartość białka ogółem (%) i glutenu mokrego (%), wskaźnik sedymentacji Zelenyego (ml), liczbę opadania (sekundy), a także szklistość ziarna (%) i zawartość popiołu surowego (%). Oznaczenie zawartości białka, glutenu oraz wskaźnik sedymentacji wykonano na urządzeniu Inframatic, gęstość ziarna zgodnie z normą PN-73R-74007, wyrównanie ziarna BN-69/9131-02, liczbę opadania PN-ISO3093, szklistość ziarna PN-70R-74008, natomiast popiół surowy PN-76R-64795.

Przebieg warunków pogodowych w latach badań, a zwłaszcza rozkład opadów w r. 2003 nie sprzyjały wysokiemu plonowaniu pszenicy twardej. Niedobory opadów wystąpiły w kwietniu i czerwcu 2003 roku w stosunku do okresu wieloletniego (1951–1995) oraz w maju 2004 r. Z kolei nadmiar opadów wystąpił w maju 2003 r. i lipcu 2004 r. W zakresie średnich temperatur powietrza w okresie od siewu do zbioru pszenicy wartości wyższe średnio o 0,9 °C wystąpiły w r. 2003 niż w r. 2004. Warunki te istotnie różnicowały plon i parametry technologiczne ziarna. W r. 2004 ziarno pszenicy charakteryzowała mniejsza zawartość białka i glutenu mokrego, a także liczba opadania.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, a zaistniałe różnice oszacowano testem Tukeya na poziomie istotności $p=0,05$.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badane przedplony istotnie różnicowały plon ziarna pszenicy twardej (tab. 1). W stanowisku po grochu siewnym, ziemniaku lub po sobie plon wynosił od 3,74 do 3,90 t ha⁻¹ i był istotnie wyższy niż po dwukrotnym wysiewie po sobie (o 25,1–28,2%). Największą stabilnością plonowania odznaczała się pszenica wysiewana po grochu siewnym (CV= 9,9%), zaś największą zmiennością w stanowisku po sobie (CV= 28,8%) – tab. 1. Analogicznie do tej cechy kształtowała się liczba kłosów na 1 m² (tab. 1). Istotnie mniejszą obsadę kłosów (średnio o 38–86 na 1 m²) stwierdzono w stanowisku po dwukrotnym wysiewie po sobie w odniesieniu do pozostałych przedplonów. Również masa ziarna z kłosa uzyskała w tym stanowisku istotnie mniejszą wartość (o 21,4–29,3%) niż po innych przedplonach (tab. 2). Obliczona wartość współczynnika zmienności dla tej cechy (CV=24,6–36,1%) świadczy o dużym zróżnicowaniu produktywności kło-

sów, a także o słabym wyrównaniu łanu. Podobnie liczba ziarn w kłosie była istotnie mniejsza w stanowisku po dwukrotnym wysiewie po sobie (o 11,7–22,3%), w stosunku do pozostałych przedplonów (tab. 2).

Tabela 1. Plon ziarna i liczba kłosów na 1 m² pszenicy twardej (średnio z 2003–2004)
Table 1. The yield of grain and number heads per 1 m² of hard wheat (mean from 2003–2004)

Przedplon Forecrop	Plon ziarna (t ha ⁻¹) Yield of grain (t ha ⁻¹)			Liczba kłosów (1 m ²) Number of heads (1 m ²)		
	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	Cv%	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%
Groch siewny Pea	3,90a*	3,30–4,30	9,9	413a	355–456	8,3
Ziemniak Potato	3,82a	2,65–4,68	25,7	448a	405–475	14,7
Pszenica twarda Hard wheat	3,74a	2,72–4,88	28,8	400a	382–433	10,5
2 x pszenica twarda 2 x hard wheat	2,80b	2,03–3,64	28,6	362b	329–473	13,8
Średnio Mean	3,59	–	–	409	–	–

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p=0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p=0.05

CV% – współczynnik zmienności

Coefficient of variation

Pszenica twarda wysiewana po sobie wpływała negatywnie na niektóre parametry technologiczne ziarna (tab. 3). Pogorszeniu uległo wyrównanie ziarna (o 4,9–6,8%), a także jego gęstość w stanie zsypanym (o 0,7–1,2 kg hl⁻¹) w stosunku do stanowiska po grochu siewnym i ziemniaku (tab. 3). Mniejsza była również zawartość białka ogółem (o 0,6–1,0%) i glutenu mokrego (o 1,6–2,0%) niż po przedplonach niezbożowych (tab. 4). W stanowisku, w którym pszenicę wysiewano dwukrotnie po sobie, wskaźnik sedymentacji Zelenyego był istotnie mniejszy (o 10,7–15,5%) niż po innych przedplonach (tab. 5). Zmniejszeniu uległa także zawartość popiołu surowego w ziarnie w odniesieniu do stanowiska po ziemniaku i grochu siewnym (tab. 6).

Tabela 2. Masa ziarna z kłosa i liczba ziaren w kłosie pszenicy twardej (średnio z 2003–2004)
 Table 2. Mass of grains per head and number of grains in head of hard wheat
 (mean from 2003–2004)

Przedplon Forecrop	Masa ziarna z kłosa (g) Mass of grains per head (g)			Liczba ziaren w kłosie Number of grains in head		
	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%
Groch siewny – Pea	1,09a*	0,78–1,35	25,0	29,1a	15,3–34,6	22,9
Ziemniak – Potato	1,02a	0,65–1,40	36,1	26,3a	13,1–31,5	23,5
Pszenica twarda Hard wheat	0,98a	0,67–1,26	31,1	25,6a	13,9–29,6	20,1
2 x pszenica twarda 2 x hard wheat	0,77b	0,63–1,13	24,6	22,6b	14,7–27,0	20,4
Średnio – Mean	0,88	–	–	25,6	–	–

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p=0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p=0.05

CV% – współczynnik zmienności

Coefficient of variation

Tabela 3. Wyrównanie i gęstość ziarna w pszenicy twardej (średnio z 2003–2004)
 Table 3. Grain uniformity and test weight of hard wheat (mean from 2003–2004)

Przedplon Forecrop	Wyrównanie ziarna (%) Grain uniformity (%)		Gęstość ziarna (kg hl ⁻¹) Test weight (kg hl ⁻¹)			
	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV %
Groch siewny – Pea	87,9a	73,0–94,8	12,1	79,0a	77,0–79,5	1,3
Ziemniak – Potato	85,5a	68,2–97,3	18,5	78,8a	74,8–84,4	4,7
Pszenica twarda Hard wheat	83,0b	69,5–95,9	16,1	78,3b	77,2–80,7	1,9
2 x pszenica twarda 2 x hard wheat	81,1b	66,4–95,0	18,2	77,8b	77,1–78,0	0,5
Średnio – Mean	82,9	–	–	78,2	–	–

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p=0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p=0.05

CV% – współczynnik zmienności

Coefficient of variation

Tabela 4. Zawartość białka ogółem i glutenu mokrego w ziarnie pszenicy twardej
(średnio z 2003–2004)

Table 4. Total protein and gluten content in grains of hard wheat (mean from 2003–2004)

Przedplon Forecrop	Białko ogółem (%) Total protein (%)			Gluten mokry (%) Wet gluten (%)		
	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%
Groch siewny – Pea	15,3a	14,0–16,2	6,7	35,8a	33,8–37,0	3,5
Ziemniak – Potato	14,9a	14,0–15,5	4,3	35,8a	35,0–36,5	1,6
Pszenica twarda Hard wheat	14,9a	14,0–15,8	6,1	35,4a	34,3–36,5	2,7
2 x pszenica twarda 2 x hard wheat	14,3b	13,0–16,2	10,3	33,8b	30,9–36,5	7,2
Średnio – Mean	14,9	–	–	35,2	–	–

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p=0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p=0.05

CV% – współczynnik zmienności

Coefficient of variation

Tabela 5. Wskaźnik sedymentacji Zelenyego i liczba opadania pszenicy twardej
(średnio z 2003–2004)

Table 5. Zeleny's sedimentation value and falling number of hard wheat (mean from 2003–2004)

Przedplon Forecrop	Wskaźnik sedymentacji (ml) Sedimentation value (ml)			Liczba opadania (s) Falling number (s)		
	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%
Groch siewny – Pea	58,0a	53,0–64,0	8,4	320a	225–424	28,3
Ziemniak – Potato	54,9a	51,0–59,5	6,5	330a	238–424	28,3
Pszenica twarda Hard wheat	56,4a	52,0–57,3	2,1	323a	235–413	28,7
2 x pszenica twarda 2 x hard wheat	49,0b	39,5–57,3	16,6	320a	247–413	24,8
Średnio – Mean	54,8	–	–	326	–	–

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p=0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p=0.05

CV% – współczynnik zmienności

Coefficient of variation

Tabela 6. Szklistość i zawartość popiołu surowego w ziarnie pszenicy twardej
(średnio z 2003–2004)

Table 6. Vitreosity and crude ash in grains of hard wheat (mean from 2003–2004)

Przedplon Forecrop	Szklistość (%) Vitreosity (%)			Popiół surowy (%) Crude ash (%)		
	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%	Średnio Mean	Zakres zmienności Range of variation	CV%
Groch siewny Pea	88,9a	86,0–92,0	3,1	1,79a	1,71–1,90	4,7
Ziemniak Potato	83,8a	71,0–91,0	9,5	1,80a	1,73–1,98	5,4
Pszenica twarda Hard wheat	85,5a	80,0–89,3	4,6	1,72b	1,60–1,80	4,9
2 x pszenica twarda 2 x hard wheat	84,1a	75,8–90,3	8,4	1,76b	1,67–1,85	4,4
Średnio Mean	85,0	–	–	1,79	–	–

* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p=0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p=0.05

CV% – współczynnik zmienności

Coefficient of variation

Tabela 7. Istotne współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy twardej

Table 7. Significant correlation coefficients (r) among features of hard wheat

	Plon ziarna Yield of grain	Szklistość Vitreosity	Białko ogółem Total protein	Wskaźnik sedymentacji Sedimentation value
Liczba kłosów na 1 m ² Number of heads per 1 m ²	0,60			
Masa ziarna z kłosa Weight of grains in head	0,74			
Białko ogółem Total protein	-0,90	0,57		
Gluten mokry Wet gluten	-0,96	0,65	0,96	
Liczba opadania Falling number		0,58		-0,88

Analizowana pszenica twarda cechowała się znaczną odpornością na porastanie ziarna, mimo że obfite opady atmosferyczne w lipcu 2004 r. sprzyjały temu procesowi (tab. 5). Niezależnie od czynników doświadczenia zmienność tej cechy wahała się od 225 (2004) do 424 s (2003). Dla porównania liczba opadania dla pszenicy jarej (Opatka) w r. 2004 wynosiła od 249 do 308 s., zaś dla pszenicy ozimej (Korweta) od 284 do 332 s (dane nieopublikowane).

Badaną linię pszenicy twardej charakteryzowała duża szklistość ziarna (średnio od 84,1 do 88,9%) i mała zmienność tej cechy ($CV=3,1-9,5\%$) – tab. 6. Przedplon również nie wpływał na szklistość ziarna (tab. 6).

Z analizy korelacji wynika, że między badanymi parametrami pszenicy twardej istnieją ściśle zależności (tab. 7). Plon ziarna był dodatnio skorelowany z liczbą kłosów na 1 m^2 i masą ziarna z kłosa oraz ujemnie z zawartością białka i glutenu mokrego. Wystąpiły także dodatnie korelacje między zawartością białka a glutenem, szklistością ziarna oraz liczbą opadania. Natomiast wskaźnik sedymentacji był ujemnie skorelowany z liczbą opadania.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Badana pszenica twarda (linia LGR 896/23 wyselekcjonowana w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie) odznaczała się dużą zmiennością plonów. Zgodnie z oczekiwaniami najwyższe plony ziarna uzyskano po grochu siewnym i ziemniaku, ale również w stanowisku po sobie. Istotnie niżej o 25,1–28,2% plonowała w stanowisku po dwukrotnym wysiewie po sobie w stosunku do pozostałych przedplonów. W innych badaniach Woźniaka [2003] pszenica jara wysiewana kilkakrotnie po sobie plonowała niżej o 36% niż po przedplonach niezbożowych. Przyczyną obniżki plonów była redukcja kłosów na 1 m^2 , masy ziarna z kłosa oraz liczby ziarn. Potwierdza to również analiza korelacji między omawianymi cechami wyników. Z literatury tematu wiadomo, że powodem obniżki wartości elementów struktury plonu jest porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła i korzeni, a także zachwaszczenie łąnu towarzyszące zmianom zbożowym. Znaczący wpływ w kształtowaniu plonu miały również warunki pogodowe. W okresie wzrostu pszenicy występowały okresy niedoboru opadów (w kwietniu i czerwcu 2003 r. oraz w maju 2004 r.), lub ich nadmiar (w maju 2003 r. i lipcu 2004 r.) w odniesieniu do okresu wieloletniego (1951–1995). Warunki pogodowe determinują także jakość ziarna. W okresie umiarkowanie wilgotnego i ciepłego lata ziarno pszenicy zawiera więcej białka i glutenu, natomiast wilgotne i chłodne sprzyja porastaniu ziarna i słabszemu gromadzeniu białka i glutenu [Rozbicki 1999; Woźniak 2003].

Dwukrotny wysiew pszenicy twardej po sobie istotnie obniżał wyrównanie i gęstość ziarna, a także zawartość białka i glutenu mokrego w ziarnie oraz wartość wskaźnika sedymentacji. Także we wcześniejszych badaniach Woźniaka i Gontarza [2003] wyrównanie ziarna pszenicy jarej zależało od przedplonu, zaś najniższe wartości stwierdzono po trzykrotnej uprawie po sobie. W badaniach Rachonia [2001] cecha ta zależała od lat badań oraz czynników agrotechnicznych. Wysokie dawki azotu i opóźnienie siewu istotnie obniżały wyrównanie ziarna.

Gęstość ziarna decyduje o wartości przemiałowej. Duża wartość tej cechy prognozuje wysoki plon mąki, zaś mała świadczy o pomarszczeniu ziarna i słabym wykształceniu bielma. W badaniach własnych cecha ta kształtowała się mniej korzystnie w stanowisku po sobie niż po przedplonach niezbożowych. W badaniach Rachonia [2001] cecha ta w niewielkim stopniu zależała od elementów agrotechniki.

Zawartość białka w ziarnie jest jednym z ważniejszych kryteriów jakości zbóż. Z literatury [Achremowicz i in. 1995; Ciołek, Makarska 2004; Szwed-Urbaś, Segit 2004; Woźniak 2004] wynika, że zawartość białka w ziarnie jest dodatnio skorelowana z glutenem i w dużej mierze zależy od nawożenia azotem. Jak wiadomo, wysokie dawki azotu zwiększają zawartość białka, ale pogarszają jakość glutenu oraz jego wartość biologiczną. Sądzi się, że jest to powodowane wzrostem ilości mniej wartościowych prolamin i glutelin kosztem albumin i globulin. Innym miernikiem jakości substancji białkowych jest wskaźnik sedymentacji [Rachoń 2001]. Wysoka jego wartość wskazuje na dużą zawartość wysokocząsteczkowej gluteniny w mące, odznaczającej się bardzo dobrą wartością wypiekową. W prowadzonych badaniach stwierdzono również zależności między zawartością białka w ziarnie a jego szklistością. Podobne związki stwierdzili także Ciołek i Makarska [2004] oraz Rachoń [2001].

WNIOSKI

1. Badane przedplony istotnie różnicowały plon ziarna pszenicy twardej. Dwukrotna uprawa pszenicy twardej po sobie istotnie obniżała plon ziarna o 25,1–28,2% w odniesieniu do stanowiska po grochu siewnym, ziemniaku lub po sobie. Przyczyną obniżki plonu ziarna była mniejsza liczba kłosów na 1m², masa ziarna z kłosa i liczba ziarn w kłosie.

2. Dwukrotny wysiew pszenicy twardej po sobie w odniesieniu do pozostałych przedplonów istotnie obniżał wyrównanie i gęstość ziarna, zawartość białka i glutenu mokrego w ziarnie oraz wartość wskaźnika sedymentacji.

3. Tylko uprawa pszenicy twardej po dobrych przedplonach może zapewnić wysoki plon oraz odpowiednią jakość technologiczną ziarna.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy. *Biul. IHAR* 193, 29-34.
- Biskupski A., Grabski J. 1979. Jakość technologiczna ziarna 5 odmian pszenicy ozimej przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu* 124, 5-11.
- Ciołek A., Makarska E. 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i ochrony chemicznej na wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 2, 777-784.
- Dziki D., Laskowski J. 2002. Wpływ nawożenia azotowego pszenicy na właściwości reologiczne ciasta. *Mat. XXXIII Sesji Nauk. Kom. Techn. i Chem. Żywności PAN nt. „Nauka o żywności osiągnięcia i perspektywy”*. AR Lublin, 68.
- Johansson E., Prieto-Linde M.L., Jonsson J.O. 2001. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chemistry* 78, 19-25.
- Nowak W., Zbrozczyk T., Kotowicz L. 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy. *Pam. Puł.* 35, 199-212.
- Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Rozpr. Nauk.* 248, wyd. AR w Lublinie.
- Rachoń L., Szumiło G. 2002. Plonowanie i jakość niektórych polskich odmian i linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Pam. Puł.* 130/2, 619-624.
- Rozbicki J. 1999. Jakość ziarna zbóż na potrzeby przemysłu przetwórczego. *Mat. konf. nt. „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych”*. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa, 13-27.
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 3, 1363-1369.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Grundas S. 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. *Biul. IHAR* 194, 149-154.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2004. Charakterystyka wybranych cech ilościowych u mieszańców pszenicy twardej. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 1, 101-113.
- Wooding A.R., Kavale S., MacRitchie F., Stoddard F.L., Wallace A. 2000. Effects of nitrogen and sulfur fertilizer on protein composition, mixing requirements, and dough strength of four wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, 77, 798-807.
- Woźniak A. 2001. Zawartość i plon białka ogółem w ziarnie pszenicy jarego, pszenicy twardej i jęczmienia jarego w płodozmianach i monokulturze. *Biul. IHAR* 217, 87-93.
- Woźniak A. 2003. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna. *Biul. IHAR* 228, 41-50.
- Woźniak A., Gontarz D. 2003. Wpływ przedplonów i sposobów zróżnicowanego pielęgnowania na jakość ziarna pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 228, 33-39.
- Woźniak A. 2004. Wpływ przedplonu na wybrane cechy jakościowe ziarnie pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 135, 325-330.