

ANDRZEJ WOŹNIAK**DARIUSZ GONTARZ**Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy ozimej w zmianowaniu i poziomu agrotechniki na cechy jakościowe ziarna*

The influence of different participation of winter wheat in crop rotation and agrotechnical level on the quality of grain

W badaniach przedstawiono kształtowanie się wyróżników jakości ziarna pszenicy ozimej w zależności od jej udziału w zmianowaniu i poziomu agrotechniki. Wykazano, że przebieg warunków pogodowych w latach badań istotnie różnicował cechy technologiczne ziarna pszenicy ozimej, tj. zawartość białka ogółem, glutenu mokrego, wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego, liczbę opadania oraz gęstość i wyrównanie ziarna. Z badanych czynników doświadczenia większy wpływ na cechy technologiczne ziarna wywarł poziom agrotechniki niż udział pszenicy ozimej w zmianowaniu. Intensywny poziom agrotechniki istotnie zwiększał zawartość białka ogółem i glutenu mokrego oraz wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego w ziarnie pszenicy ozimej, w stosunku do poziomu zminimalizowanego.

Słowa kluczowe: cechy technologiczne ziarna, poziom agrotechniki, pszenica ozima, zmianowanie

An experiment was conducted with rotation systems for winter wheat at the Agricultural Experimental Station of Uhrusk in the years 2003–2004. It was set in the randomized blocks design with four replications, on plots 10 m². The grey-brown rendzina soil, formed from light loam, weak sandy, was classified into a very good rye-type soil utility complex. The experiment concerned four crop rotations with varying proportion of winter wheat (25, 50, 75, 100%) and two agrotechnical level: minimized (nitrogen 90 kg·ha⁻¹, harrowing) and intensive (nitrogen 140 kg·ha⁻¹, harrowing, herbicides, fungicides). The minimized agrotechnical level decreased content of total protein in grain, wet gluten and sedimentation value in relation to the intensive agrotechnical level.

Key words: agrotechnical level, crop rotation, winter wheat, quality of grain

* Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2003–2006 jako projekt badawczy

WSTĘP

Ziarno pszenicy wykorzystywane na cele przemysłu młynarskiego i piekarskiego powinno mieć wysoką wartość technologiczną, która zależy od odmiany, warunków siedliska i agrotechniki. Odmiany chlebowe i jakościowe w porównaniu do ogólnoużytkowych wyróżniają się wyższą zawartością białka i glutenu, wartością wskaźnika sedymentacji oraz wysoką liczbą opadania. Ważnymi cechami technologicznymi są także gęstość i wyrównanie ziarna, zawartość popiołu, a także właściwości przemiałowe i wypiekowe (Rozbicki, 1999; Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński, 1997).

Istotny wpływ na jakość technologiczną ziarna ma nawożenie azotem oraz termin i sposób jego stosowania (Cacak-Pietrzak i in., 1999; Budzyński i in., 2004; Chrzanowska-Drożdż i in., 2004; Nowak i in., 2004). Duże ilości azotu zwiększają plon ziarna oraz zawartość białka w ziarnie, ale jednocześnie obniżają jego jakość (Wooding i in., 2000; Vereijken i in., 2000; Johansson i in., 2001). Zdaniem Achremowicza i wsp. (1995) oraz Dziki i Laskowskiego (2002) wysokie dawki azotu, zwłaszcza stosowane w późnych fazach rozwojowych pszenicy zwiększają udział niskocząsteczkowej gliadyny w białku, w wyniku tego pogarszają się właściwości glutenu. Z badań Biskupskiego i Grabskiego (1979) oraz Stankowskiego i wsp. (2004) wynika, że wysokie dawki azotu w przypadku niektórych odmian poprawiają jakość glutenu, natomiast innych przeciwnie, obniżają ją. Można sądzić, że jest to wynikiem interakcji między odmianami a warunkami siedliskowymi i agrotechnicznymi, które wpływają na cechy fizyczne ziarna i relacje ilościowe w jego składzie chemicznym (Budzyński i in., 2004). Na jakość ziarna wpływają także środki ochrony roślin oraz dobór przedplonów. Klimont i Osińska (2004) wykazali, że herbicydy z grupy regulatorów wzrostu (2,4-D, MCPA) stosowane w pszenicy ozimej zwiększają zawartość białka i glutenu w ziarnie. Z badań Woźniaka (2003, 2004) oraz Woźniaka i Gontarza (2003) wynika, że w ziarnie pszenicy jarej wysiewanej przez 3 lata po sobie było istotnie mniej białka i glutenu mokrego niż po grochu i ziemniaku. W stanowisku tym zmniejszyła się również wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, a także gęstość i wyrównanie ziarna.

Celem prowadzonych badań była ocena cech technologicznych ziarna pszenicy ozimej uprawianej w warunkach zróżnicowanego jej udziału w zmianowaniu i poziomu agrotechniki.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie płodozmianowe założono w 1997 roku w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie na rędzinie mieszanej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczonej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Prezentowane w pracy wyniki pochodzą z lat 2003–2004. 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 ozimej:

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

II. Poziom agrotechniki:

- a — zminimalizowany,
- b — intensywny.

W zminimalizowanym poziomie agrotechniki stosowano nawożenie azotem w ilości $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 3 terminach: $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ przed siewem, $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wiosną w fazie krzewienia oraz $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na początku kłoszenia. Zabiegi pielęgnacyjne ograniczono jedynie do bronowania zasiewów w fazie krzewienia.

W intensywnym poziomie agrotechniki stosowano nawożenie azotem w ilości $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w trzech terminach: przed siewem $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, wiosną w fazie krzewienia $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz na początku kłoszenia $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zabiegi pielęgnacyjne w pszenicy polegały na chemicznym niszczeniu chwastów, chemicznej ochronie przed chorobami oraz zabezpieczeniu roślin przed wyleganiem. Do niszczenia chwastów jednoliściennych i dwuliściennych stosowano Pumę Super 069 EW (fenoxaprop-P-etylu) — $1 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ wiosną po rozpoczęciu wegetacji oraz Aminopielik Max 570 SL (2,4 D + mekoprop-P) — $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ w fazie krzewienia. Do ochrony pszenicy przed wyleganiem użyto na początku strzelania w źdźbło Cycocel 460 SL (chlorek chloromekwatu) w ilości $2,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przeciw chorobom podsuszkowym wykorzystano w fazie strzelania w źdźbło fungicyd Alert 375 SC (flusilazol + karbendazym) — $1,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, zaś przeciw chorobom liści i kłosa, w fazie kłoszenia, Tilt CB 37,5 WP (propikonazol + karbendazym) — $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przed siewem ziarno zaprawiono preparatem Raxil 02 DS (tebukonazol).

Uprawa roli pod poszczególne gatunki roślin była typowa dla systemu płuznego. Siew pszenicy ozimej, odmiany Korweta, przeprowadzono w trzeciej dekadzie września, gęstość siewu wynosiła 450 ziaren na 1 m^2 . Nawożenie fosforowe ($60 \text{ kg P}_2\text{O}_5$) i potasowe ($100 \text{ kg K}_2\text{O}$ na 1 ha) stosowano przed wykonaniem orki siewnej. Zbiór pszenicy ozimej wykonano w pierwszej dekadzie sierpnia.

W pracy przedstawiono cechy jakościowe ziarna: zawartość białka ogółem (%), glutenu mokrego (%), wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml), liczbę opadania (sekundy), gęstość ziarna ($\text{kg} \cdot \text{hl}^{-1}$) oraz wyrównanie ziarna (masa ziarna pozostającego na sitach o wymiarach oczek $2,5 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 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 różnicował cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. Wysoka temperatura i umiarkowane opady w czerwcu i lipcu 2003 roku, sprzyjały większej zawartości białka i glutenu w ziarnie, a także wyższej wartości wskaźnika sedymentacji

Zeleny'ego, w stosunku do wilgotniejszego i chłodniejszego sezonu wegetacyjnego 2004 roku.

WYNIKI

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej kształtowała się odmiennie w latach badań oraz w zależności od poziomu agrotechniki (tab. 1). Niższe sumy opadów oraz wyższe temperatury powietrza w sezonie wegetacyjnym 2003 roku sprzyjały większemu gromadzeniu białka w ziarnie pszenicy niż w 2004 roku.

Tabela 1

Zawartość białka ogółem w % (w s.m.) w ziarnie pszenicy ozimej
Total protein content in % (of d.m.) in grain of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	13,9	14,3	14,1	11,7	12,4	12,0	12,8	13,4	13,1
B — 50%	14,0	14,8	14,4	12,2	13,4	12,8	13,1	14,1	13,6
C — 75%	13,4	13,9	13,7	12,2	12,8	12,5	12,8	13,4	13,1
D — 100%	13,9	13,8	13,8	12,0	12,8	12,4	12,9	13,3	13,1
Średnio Mean	13,8	14,2	14,0	12,0	12,8	12,4	12,9	13,5	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — Between years 0,6

Pomiędzy poziomem agrotechniki — Between agrotechnical level 0,6

Lata × zmianowanie — Years × crop rotations 1,1

* Poziom zminimalizowany; Minimized level

** Poziom intensywny; Intensive level

Tabela 2

Zawartość glutenu mokrego (%) w ziarnie pszenicy ozimej
Content of wet gluten (%) in grain of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	33,8	33,0	33,4	25,1	27,8	26,4	29,5	30,4	29,9
B — 50%	35,4	36,6	36,0	26,8	31,9	29,3	31,1	34,3	32,7
C — 75%	32,5	34,4	33,5	26,7	29,1	27,9	29,6	31,8	30,7
D — 100%	35,4	35,9	35,6	26,2	29,3	27,7	30,8	32,6	31,7
Średnio Mean	34,3	35,0	34,6	26,2	29,5	27,8	30,2	32,2	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — Between years 1,8

Pomiędzy poziomem agrotechniki — Between agrotechnical level 1,8

Lata × zmianowanie — Years × crop rotations 3,4

Intensywny poziom agrotechniki, w stosunku do poziomu zminimalizowanego zwiększał o 0,6% zawartość białka w ziarnie. Także zmianowanie z 50% udziałem

pszenicy zwiększało zawartość białka w ziarnie w odniesieniu do pozostałych obiektów. Podobnie kształtowała się zawartość glutenu mokrego w ziarnie. Ilość jego zależała od warunków pogodowych w okresie wegetacji oraz poziomu agrotechniki (tab. 2). W 2003 roku była ona o 6,8% wyższa niż w 2004 roku. Również na obiektach intensywnie nawożonych i chemicznie pielęgnowanych zawartość glutenu w ziarnie była o 2,0% większa niż na obiektach ze zminimalizowanym poziomem agrotechniki.

Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego modyfikowały warunki pogodowe, udział pszenicy w zmianowaniu oraz poziom agrotechniki (tab. 3). Wartość wskaźnika w 2003 roku była istotnie większa niż w 2004 roku. Również zmianowanie z 50% udziałem pszenicy istotnie zwiększało jego wartość, w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy) i C (75% pszenicy). Intensywny poziom agrotechniki powodował wzrost wartości wskaźnika sedymentacji (z 39,5 do 44,9 ml), w stosunku do poziomu zminimalizowanego.

Tabela 3

Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego (ml) pszenicy ozimej
Sedimentation value (ml) of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	42,0	43,3	42,6	33,5	43,8	38,6	37,8	43,5	40,6
B — 50%	46,0	49,2	47,6	35,8	49,9	42,8	40,9	49,6	45,2
C — 75%	40,2	41,7	40,9	35,3	42,1	38,7	37,8	41,9	39,8
D — 100%	45,8	44,1	44,9	37,2	44,9	41,1	41,5	44,5	43,0
Średnio Mean	43,5	44,6	44,0	35,4	45,2	40,3	39,5	44,9	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — Between years 2,2

Pomiędzy zmianowaniami — Among crop rotations 4,2

Pomiędzy poziomem agrotechniki — Between agrotechnical levels 2,2

Lata × zmianowanie — Years × crop rotations 4,6

Lata × poziomem agrotechniki — Years × agrotechnical levels 3,7

Tabela 4

Liczba opadania (w sekundach) pszenicy ozimej
Falling number (in seconds) of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	354	382	368	271	274	272	312	328	320
B — 50%	375	388	381	305	312	309	340	350	345
C — 75%	359	373	366	289	326	308	324	350	337
D — 100%	383	382	383	287	321	304	335	352	343
Średnio Mean	368	381	375	288	308	298	328	345	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — Between years 60

Liczba opadania różnicowała się jedynie pod wpływem warunków pogodowych (tab. 4). Mniej korzystnie na tę cechę wpływały nadmierne opady w lipcu 2004 roku niż w bardziej suchym i cieplejszym okresie wegetacyjnym 2003 roku. Podobnie gęstość ziarna różnicowały jedynie warunki pogodowe w latach badań (tab. 5). Także wyrównanie ziarna zależało istotnie od lat badań, ale dla tej cechy większa wartość stwierdzono w 2004 roku niż 2003 r. (tab. 6).

Tabela 5

Gęstość ziarna ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) w pszenicy ozimej
Test weight ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	80,3	80,1	80,2	76,8	77,5	77,1	78,5	78,8	78,7
B — 50%	80,0	79,3	79,7	77,4	77,7	77,5	78,7	78,6	78,6
C — 75%	79,7	79,7	79,7	76,1	77,8	77,0	77,9	78,8	78,3
D — 100%	78,3	78,9	78,6	76,4	77,0	76,7	77,3	77,9	77,6
Średnio Mean	79,6	79,5	79,5	76,7	77,5	77,1	78,1	78,5	—

NIR ($p = 0,05$) — LSD ($p = 0,05$)

Pomiędzy latami — Between years 2,2

Tabela 6

Wyrównanie ziarna (%) w pszenicy ozimej
Grain uniformity (%) of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	82,7	81,7	82,2	91,3	91,0	91,1	87,0	86,4	86,7
B — 50%	82,1	83,3	82,7	92,6	92,5	92,6	87,4	87,9	87,6
C — 75%	82,9	81,3	82,1	87,8	94,2	91,0	85,4	87,7	86,5
D — 100%	81,6	81,1	81,3	87,1	90,8	88,9	84,3	85,9	85,1
Średnio Mean	82,3	81,8	82,1	89,7	92,1	90,9	86,0	87,0	—

NIR ($p = 0,05$) — LSD ($p = 0,05$)

Pomiędzy latami — Between years 6,6

Analiza korelacji wskazuje na występowanie zależności między niektórymi parametrami jakościowymi pszenicy (tab. 7). Wynika z niej, że zawartość białka ogółem w ziarnie była silnie dodatnio skorelowana z zawartością glutenu mokrego oraz wskaźnikiem sedymentacji. Istotne korelacje stwierdzono także między zawartością glutenu mokrego i wskaźnikiem sedymentacji oraz między gęstością ziarna i wyrównaniem.

Tabela 7

Współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy ozimej
Simple correlation coefficients (r) among features of winter wheat

Wyszczególnienie Specification	Białko ogółem Total protein	Gluten mokry Wet gluten	Gęstość ziarna Test weight	Wyrównanie ziarna Grain uniformity	Liczba opadania Falling number
Gluten mokry Wet gluten	0,89*				
Gęstość ziarna Test weight	0,22	0,38			
Wyrównanie ziarna Grain uniformity	-0,44	-0,16	0,79*		
Liczba opadania Falling number	0,37	0,36	0,26	-0,21	
Wskaźnik sedymentacji Sedimentation value	0,72*	0,72*	0,32	-0,29	-0,32

* Istotny współczynnik korelacji; Significant correlation coefficient

PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Wyróżniki jakości technologicznej ziarna pszenicy ozimej zależały od warunków pogodowych, poziomu agrotechniki oraz w mniejszym stopniu udziału pszenicy w zmianowaniu. W okresie umiarkowanie wilgotnego i ciepłego lata (2003 r.) ziarno zawierało więcej białka i glutenu, wykazywało wyższą wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, a także liczbę opadania oraz gęstość. Jedynie wyrównanie ziarna w 2004 roku uzyskało większą wartość niż w 2003 roku. Podobne zależności potwierdzają również badania Rozbickiego (1999), Woźniaka (2003) oraz Budzyńskiego i wsp. (2004).

W prowadzonych badaniach stwierdzono istotnie większy wpływ poziomu agrotechniki na jakość technologiczną ziarna niż udział pszenicy ozimej w zmianowaniu. Wykazano, że intensywny poziom agrotechniki zwiększał zawartość białka i glutenu w ziarnie oraz wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, w odniesieniu do poziomu zminimalizowanego. Było to wynikiem stosowania na tych obiektach wysokich dawek nawozów azotowych i środków ochrony roślin, których istotny wpływ na te cechy potwierdzają badania Achremowicza i wsp. (1995), Chrzanowskiej-Drożdż i wsp. (2004), Budzyńskiego i wsp. (2004), Klimonta i Osińskiej (2004) oraz Stankowskiego i wsp. (2004). Zróżnicowany udział pszenicy w zmianowaniu wpływał jedynie na wartość wskaźnika sedymentacji. W zmianowaniu z 50% udziałem pszenicy był on istotnie większy niż na pozostałych obiektach. Natomiast w badaniach Woźniaka i Gontarza (2003) oraz Woźniaka (2004) wykazano istotny wpływ przedplonów na cechy technologiczne ziarna. Stwierdzono, że w stanowisku po grochu i ziemniaku, ziarno pszenicy gromadzi istotnie więcej białka i glutenu niż po przedplonach zbożowych. W dobrym stanowisku także wyrównanie ziarna oraz wartość wskaźnika sedymentacji była większa niż po pszenicy wysiewanej 2 lub 3-krotnej po sobie.

WNIOSKI

1. Przebieg warunków pogodowych w latach badań istotnie różnicował cechy technologiczne ziarna pszenicy ozimej, tj. zawartość białka ogółem, glutenu mokrego, wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego, liczbę opadania oraz gęstość i wyrównanie ziarna. Istotnie wyższe wartości badanych cech stwierdzono w 2003 roku niż w 2004. Wyjątek stanowiło wyrównanie ziarna, które w 2004 roku uzyskało większą wartość niż w 2003 roku.
2. Z badanych czynników doświadczenia istotnie większy wpływ na cechy technologiczne ziarna wywarł poziom agrotechniki niż udział pszenicy ozimej w zmianowaniu.
3. Intensywny poziom agrotechniki istotnie zwiększał zawartość białka ogółem i glutenu mokrego oraz wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego w ziarnie pszenicy ozimej, w stosunku do poziomu zminimalizowanego.

LITERATURA

- 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.
- Budzyński W., Borysewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135: 33 — 44.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 1999. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Pam. Puł.* 118: 45 — 55.
- Chrzanowska-Drożdż B., Gil Z., Liszewski M., Malarz W. 2004. Wysokość i jakość plonu pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 233: 29 — 38.
- 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”*. 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.
- Klimont K., Osińska A. 2004. Wpływ herbicydów na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego. *Biul. IHAR* 233: 49 — 58.
- Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W. J. 1997. Metoda oceny i klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy. *Wiad. Odmianozn.* 67: 2 — 17.
- Nowak W., Zbroszczyk T., Kotowicz L. 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenic. *Pam. Puł.* 135: 199 — 212.
- Rozbicki J. Jakość ziarna zbóż na potrzeby przemysłu przetwórczego. *Mat. konf. nt. „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych”*. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1999: 13 — 27.
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Annales UMCS, Sect. E, vol. 59, 3*: 1363 — 1369.
- Vereijken J. M., Klostermann V. L. C., Beckers F. H. R., Spekking W. T. J., Gravelde A., Sherry P. R., Tacham A. S. 2000. Wheat gluten. *Proceedings of the 7th International Workshop Gluten 2000*. Royal Society of Chemistry, Cambridge: 421 — 424.
- Wooding A. R., Kavale S., MacRitchie F., Stoddard F. L., Wallace A. 2000. Effects of nitrogen and sulphur fertilizer on protein composition, mixing requirements, and dough strength of four wheat cultivars. *Cereal Chemistry* 77: 798 — 807.

- Woźniak A. 2003. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna. Biul. IHAR 228: 41 — 50.
- Woźniak A. 2004. Wpływ przedplonu na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. Pam. Puł. 135: 325 — 330.
- Woźniak A., Gontarz D. 2003. Wpływ przedplonów i sposobów zróżnicowanego pielęgnowania na jakość ziarna pszenicy jarej. Biul. IHAR 228: 33 — 39.