

PIOTR KRASKA

Katedra Ekologii Rolniczej

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Jakość ziarna pszenicy jarej uprawianej w monokulturze w zależności od konserwujących wariantów uprawy roli oraz międzyplonów

Grain quality of spring wheat cultivated in monoculture depending on the conservation tillage variants and catch crops

Badania przeprowadzono w latach 2006–2008, wykorzystując doświadczenie założone w roku 2005. Statyczne, dwuczynnikowe doświadczenie założono metodą split-plot w czterech powtórzeniach. Porównywano dwa systemy uprawy roli: płuzny oraz dwa warianty uprawy konserwującej: z jesiennym lub wiosennym talerzowaniem międzyplonów. Drugim czynnikiem były cztery sposoby regeneracji stanowiska w monokulturze pszenicy jarej w postaci międzyplonów (wsiewki międzyplonowe koniczyna czerwona i życica westerwoldzka oraz poplony ścierniskowe facelia błękitna i gorczyca biała). Obiekt kontrolny stanowiły poletka bez wsiewek międzyplonowych i poplonów ścierniskowych. W ziarnie pszenicy jarej oznaczono zawartość białka ogółem, zawartość glutenu mokrego, glutenu suchego oraz indeks glutenu. Oznaczono także aktywność alfa-amylazy metodą pomiaru liczby opadania oraz gęstość ziarna w stanie zsylnym. Największą zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono w obiektach uprawy konserwującej z wiosennym talerzowaniem międzyplonów oraz płuznej w porównaniu z wariantem uprawy konserwującej z jesienną inkorporacją międzyplonów. Zawartość białka ogółem w ziarnie w obiektach z wsiewkami międzyplonowymi koniczyny czerwonej i życicy westerwoldzkiej oraz poplonem ścierniskowym facelii błękitnej była największa, mniejsza w obiekcie kontrolnym a najmniejsza z poplonem ścierniskowym gorczyca białej. Masa ziarna w stanie zsylnym oraz zawartość glutenu mokrego w obiektach uprawy płuznej były większe w porównaniu z obydwoma wariantami uprawy konserwującej. Zawartość glutenu suchego w ziarnie z obiektów uprawy płuznej była większa niż w wariantach uprawy konserwującej z jesiennym talerzowaniem międzyplonów. Indeks glutenu w obiektach uprawy płuznej był mniejszy w porównaniu z obydwoma wariantami uprawy konserwującej. W obiektach uprawy konserwującej z wiosennym talerzowaniem międzyplonów stwierdzono największą liczbę opadania. Najmniejszą zawartość glutenu mokrego oraz suchego w ziarnie pszenicy jarej określono w obiekcie z życicą westerwoldzką, natomiast najmniejszy indeks glutenu na poletkach z facelią błękitną. Największą liczbę opadania stwierdzono w obiektach z koniczyną czerwoną.

Słowa kluczowe: białko ogółem, gluten, liczba opadania, międzyplon, pszenica jara, system uprawy

The studies were carried out in the years 2006–2008, using the experiment set up in 2005. The design of a static two-factor experiment, established using the split-plot method in four replications, included two tillage systems: plough tillage and conservation tillage performed using two methods — disk harrowing of the catch crops in autumn followed by leaving the catch crop biomass for winter as mulch, and disk harrowing in spring. Another experimental factor were four methods of regeneration of the monoculture stand of spring wheat by using the following catch crops: *Trifolium pratense* L. — undersown crop, *Lolium multiflorum* Lam. var. *westerwoldicum* Wittm. — undersown crop, *Phacelia tanacetifolia* Benth. — stubble crop, *Sinapis alba* L. — stubble crop, as well as a control treatment without catch crops. In the spring wheat grain, total protein content, wet gluten content, dry gluten content and the gluten index were determined. Moreover, the alpha-amylase activity was determined using the falling number method. Total protein content was higher in grain produced by spring wheat plants grown in the plots with conservation tillage treatments using spring disking of the catch crops and in those with plough tillage treatment than in the plots with conservation tillage treatment including autumn disking of the catch crops. It was higher in grain obtained in the treatments comprising red clover and Westerwolds ryegrass undersown crops and in those with a stubble crop of lacy phacelia than in the control treatment. The lowest total protein content of grain was recorded for the treatment with the white mustard stubble crop. Test weight and wet gluten content gave higher values for grain produced in the plots with plough tillage than for grain produced at any of the conservation tillage treatments. Dry gluten content of grain obtained in the plots where plough tillage was applied was higher than that of grain produced using the conservation treatment including autumn disking of the catch crops. Gluten index values also depended on the tillage treatment and were lower for grain obtained at plough tillage than for grain produced using any of the conservation tillage treatments. The highest falling number was recorded with the conservation tillage treatment including spring disking of the catch crops. The content of wet or dry gluten appeared to be the lowest in grain obtained in the treatment with Westerwolds ryegrass, whereas the plots with lacy phacelia were characterized by the lowest gluten indices. The highest falling number was recorded with the treatments with red clover.

Key words: catch crop, falling number, gluten, spring wheat, tillage system, total protein

WSTĘP

Uprawa pszenicy zwyczajnej ukierunkowana jest na produkcję ziarna konsumpcyjnego służącego do wyrobu pieczywa (Grundas, 1993). Szeroka gama produktów wytwarzanych z mąki pszennej oraz różnorodna technologia ich produkcji wymuszają konieczność uprawy odmian pszenicy o różnych typach jakościowych (Rothkaehl, 2004). Jakość ziarna określonej odmiany pszenicy uwarunkowana jest genetycznie, ale w dużym stopniu jest również modyfikowana przez opady i temperaturę podczas wegetacji rośliny oraz czynniki agrotechniczne (Scheromm i in., 1992; Peltonen i Virtanen, 1994; Hucl i Chibbar, 1996; Goodling i Smith, 1998; López-Bellido i in., 1998; Sadowska i in., 2001; Nowak i in., 2004; Rothkaehl i in., 2004). Jednocześnie na kształtowanie cech jakościowych ziarna istotny wpływ ma rejon uprawy (Subda, 1992). Ziarno pszenicy zbierane w północnym i środkowym rejonie Polski zazwyczaj cechuje się najlepszymi parametrami jakościowymi pod względem przydatności do produkcji mąki na chleb (Rothkaehl i Abramczyk, 2007). W warunkach Polski możliwe jest uzyskanie ziarna pszenicy o parametrach jakości wymaganych w UE (Podolska i Sułek, 2003).

Woźniak (2004 a) zwraca uwagę na istotny wpływ przedplonu na jakość ziarna pszenicy jarej. W warunkach uprawy pszenicy po sobie wartości parametrów jakościowych obniżały się w porównaniu z uprawą pszenicy po przedplonach motylkowych lub okopowych. W

warunkach klimatycznych Polski korzystne właściwości odmian powinny być wspomagane prawidłowymi zabiegami agrotechnicznymi. Szczególnie w latach o niekorzystnym przebiegu pogody w okresie wegetacji i w czasie dojrzewania pszenicy (Podolska i Sułek, 2002).

Celem badań było określenie wpływu konserwujących wariantów uprawy roli na tle uprawy płużnej oraz różnych międzyplonów na kształtowanie się wybranych cech jakościowych ziarna pszenicy jarej odmiany Zebra.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2006–2008, wykorzystując doświadczenie założone w 2005 roku w Gospodarstwie Doświadczalnym Bezek (N: 51° 19', E: 23° 25') należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pole doświadczalne było położone na średnio ciężkiej rędzinie mieszanej, wytworzonej z opoki kredowej o składzie granulometrycznym gliny średniej pylastej. Gleba ta miała odczyn zasadowy (pH 7,35), wysoką zawartość P i K oraz bardzo niską magnezu, wysoką zawartość węgla organicznego 2,47%.

Schemat statycznego, dwuczynnikowego doświadczenia założonego metodą split-plot w czterech powtórzeniach uwzględniał płużny system uprawy roli (A), dwa warianty uprawy konserwującej (B i C) oraz cztery sposoby regeneracji stanowiska w monokulturze pszenicy jarej. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 30 m². Przedplonem pszenicy jarej była pszenica ozima uprawiana na tym polu od 3 lat. W roku 2005 wysiano pszenicę jarą oraz wszystkie międzyplony zarówno wsiewki międzyplonowe, jak i poplony ścierniskowe oraz zastosowano systemy uprawy roli zgodnie z założeniami metodyki, traktując ten rok jako przedwstępny.

Płużna uprawa roli przygotowująca pole pod pszenicę jarą rozpoczynała się podorywką i bronowaniem po zbiorze przedplonu. Przed zimą wykonano orkę na średnią głębokość. Wiosną wykonano bronowanie, przed siewem kultywatorowanie z bronowaniem. Koniczynę czerwoną odmiany Dajana — 20 kg·ha⁻¹ i życicę wielokwiatową westerwoldzką odmiany Mowester — 20 kg·ha⁻¹ wysiewano w terminie siewu pszenicy jarej. Natomiast facelię błękitną odmiany Stala — 20 kg·ha⁻¹ oraz gorczycę białą odmiany Borowska — 20 kg·ha⁻¹ wysiewano po zbiorze pszenicy jarej i po wykonaniu uprawek późniejszych w drugiej dekadzie sierpnia. Obiekt kontrolny stanowiły poletka bez wsiewek międzyplonowych i poplonów ścierniskowych.

Konserwujące warianty uprawy roli (B i C) polegały na zastąpieniu pługa gruberem lub broną talerzową. Po zbiorze przedplonu na poletkach bez wsiewek koniczyny czerwonej i życicy westerwoldzkiej wykonywano gruberowanie na głębokość 18–20 cm oraz bronowanie. Następnie wysiewano facelię błękitną oraz gorczycę białą analogicznie jak w wariantach uprawy płużnej. W pierwszym wariantach międzyplony talerzowano przed zimą (B) w drugim sposobie pozostawiano je jako mulcz na zimę i dopiero wiosną wykonywano talerzowanie (C). W obiektach z jesiennym talerzowaniem międzyplonów (B) wiosenna uprawa roli była taka sama jak w uprawie płużnej. Na poletkach zaś z drugim wariantem uprawy konserwującej (C) po wykonaniu talerzowania pole bronowano, po czym zabieg bronowania powtarzano przed siewem pszenicy jarej.

Nawozy: azotowe $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ w formie saletry amonowej, fosforowe w ilości $30,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}$ w formie superfosfatu potrójnego oraz potasowe w ilości $74,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}$ w formie 60% soli potasowej wysiewano wiosną. Drugą dawkę azotu w ilości $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wnoszono na początku strzelania w źdźbło (30–33 — fazy rozwojowe BBCH). Pszenicę jarą odmiany Zebra (grupa technologiczna — E) wysiewano w liczbie 5 mln ziaren na ha w rozstawie rzędów 10 cm. Ziarno było zaprawione zaprawą Panoctine 350 SL ($350 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ guazatyna w postaci octanu).

Program ochrony łanu pszenicy jarej uwzględniał następujące środki ochrony: Chwastox Extra 300 SL $3,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($300 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ MCPA) – (23-29 BBCH), Alert 375 SC $1 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($125 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ flusilazol i $250 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ karbendazym) – (26-29 BBCH).

Na aparacie Glutomatic 2200 określono w ziarnie zawartość glutenu mokrego, glutenu suchego oraz indeks glutenu (PN-93/A-74042). Oznaczono także aktywność alfa-amylazy metodą pomiaru liczby opadania wg Hagberga-Pertena (PN-ISO 3093). Gęstość ziarna w stanie zsypanym określono gęstościomierzem zbożowym (model SK zgodny z PN — ISO 7971 — 2). Metodą Kjeldahla oznaczono azot ogólny, zaś zawartość białka uzyskano z przeliczenia tej zawartości (wielkość przelicznika 6,25).

Suma opadów okresu wegetacji w latach 2006 oraz 2007 była większa niż suma wieloletnia, natomiast w roku 2008 zbliżona do normy wieloletniej. Średnie temperatury powietrza we wszystkich latach badań były większe od średniej wieloletniej (tab. 1).

Tabela 1

Opady i temperatury powietrza w sezonach wegetacyjnych 2006–2008 w porównaniu ze średnimi wieloletnimi (1974–2003) wg Stacji Meteorologicznej w Bezku
Rainfalls and air temperatures in the vegetation seasons of the years 2006–2008 as compared to the long-term mean figures (1974–2003) according to the Meteorological Station at Bezek

Lata Years	Miesiąc Month					Suma Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	
	Opady w mm Rainfalls in mm					
2006	25,1	56,7	23,2	26,2	240,9	372,1
2007	12,9	93,6	87,5	130,7	79,9	404,6
2008	47,9	74,2	38,4	93,9	60,9	315,3
Średnie z lat 1974–2003 Mean for 1974–2003	40,1	53,0	77,6	80,3	61,6	312,6
	Tempetratura w °C Temperature in °C					Średnio Mean
2006	8,9	13,5	16,7	21,7	18,1	15,8
2007	8,3	15,3	18,6	19,4	18,9	16,1
2008	9,1	12,7	17,4	18,3	19,3	15,4
Średnie z lat 1974–2003 Mean for 1974–2003	7,6	13,6	16,2	17,9	17,5	14,6

W celu pełniejszej analizy warunków pogodowych obliczono za Radomskim (1987) wskaźnik hydrotermiczny Sielianiowa (K):

$$K = \frac{P}{0,1 \sum t}$$

P — suma opadów miesiąca,

$\sum t$ — suma temperatur miesiąca.

Wartości wskaźnika hydrotermicznego Sielianinowa wskazują, że w roku 2006 w miesiącach czerwiec i lipiec wystąpił znaczący niedobór wody, natomiast w sierpniu nadmiar wody. W latach 2007–2008 nie stwierdzono tak dużych niedoborów opadów (tab. 2).

Tabela 2

Zaopatrzenie roślin w wodę wyrażone współczynnikiem hydrotermicznym Sielianinowa (K)
Supply of water to plants determined by using Sielianinov hydrothermic coefficient (K)

Rok Year	Miesiąc Month				
	IV	V	VI	VII	VIII
2006	*0,94	1,35	**0,46	**0,39	4,30
2007	*0,52	1,98	1,57	2,17	1,36
2008	1,76	1,88	*0,74	1,65	1,02
Średnie z lat 1974–2003 Mean for 1974–2003	1,76	1,26	1,60	1,45	1,14

*K<1,0 = posucha; mild drought

** K<0,5 = susza; drought

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie opierając się na analizie wariancji. Średnie porównano za pomocą najmniejszych istotnych różnic na podstawie testu Tukeya. Ponadto w celu określenia zależności między wybranymi cechami jakościowymi posłużono się analizą korelacji. Współczynniki korelacji obliczono za pomocą programu Statistica, uznając za istotne te dla których empiryczny poziom istotności (p-value) jest mniejszy niż 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Największą zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono w obiektach uprawy konserwującej z wiosennym talerzowaniem międzyplonów oraz płużnej, istotnie mniejszą w obiektach uprawy konserwującej z jesiennym talerzowaniem roślin międzyplonów (tab. 3). Kraska i Pałys (2005) w ziarnie jęczmienia jarego uprawianego bezorkowo uzyskali większą zawartość białka ogółem niż w ziarnie z obiektów z uprawą płużną. Woźniak (2009) stwierdził natomiast, że istotnie więcej białka gromadziło ziarno pszenicy jarej pochodzące z uprawy w systemie płużnym w porównaniu z bezorkowym. Małecka i Blecharczyk (2004) oraz Blecharczyk i wsp. (1999) uzyskali największą zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej z obiektów uprawy bezorkowej.

W obiektach z międzyplonami najwyższą zawartość białka stwierdzono w ziarnie na poletkach z wsiewką koniczyny czerwonej i życicy westerwoldzkiej oraz poplonem ścierniskowym facelii błękitnej, istotnie mniejszą w obiekcie kontrolnym oraz najmniejszą z poplonem ścierniskowym gorczycy białej (tab. 3).

Tabela 3

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy jarej (%)
Total protein content of spring wheat grain (%)

Czynnik doświadczenia Experimental factor	Systemy uprawy Tillage Systems (S)			Średnio Mean
	*A	B	C	
Obiekt kontrolny Control	12,44	13,83	13,66	13,31
Koniczyna czerwona Red clover	13,97	12,53	13,90	13,46
Międzyplony (M) Catch crops				
Facelia błękitna Lacy phacelia	14,27	12,90	13,22	13,46
Gorzycza biała White mustard	13,38	12,61	13,45	13,14
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	13,33	13,67	13,33	13,44
Lata (L) Years				
2006	11,63	11,69	11,68	11,67
2007	14,04	13,78	14,06	13,96
2008	14,75	13,85	14,79	14,46
Średnio Mean	13,47	13,11	13,51	—
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	S — 0,042; M — 0,063; L — 0,042 S × M — 0,137; S × L — 0,096			
Lata (L) — Years	2006	2007	2008	
Obiekt kontrolny Control	11,58	13,94	14,42	13,31
Koniczyna czerwona Red clover	11,53	14,38	14,48	13,46
Międzyplony (M) Catch crops				
Facelia błękitna Lacy phacelia	11,93	14,10	14,36	13,46
Gorzycza biała White mustard	11,55	13,79	14,09	13,14
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	11,76	13,59	14,98	13,44
Średnio Mean	11,67	13,96	14,46	—
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	M × L — 0,137			

*A — Uprawa płużna; Plough tillage

B — Uprawa konserwująca z jesiennym talerzowaniem międzyplonów; Conservation tillage with autumn disking of catch crops

C — Uprawa konserwująca z wiosennym talerzowaniem międzyplonów; Conservation tillage with spring disking of catch crops

W badaniach Tendziagolskiej i Parylak (2004) zawartość białka ogółem w ziarnie pszenżyta ozimego nie wykazywała jednoznacznej zależności od zastosowanych w monokulturze zabiegów regeneracyjnych w postaci międzyplonu ścierniskowego gorczycy białej i dodatkowej zaprawy nasiennej. W roku 2006 zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej była najmniejsza, istotnie większa w roku 2007, zaś największa w ostatnim roku obserwacji (tab. 3). Goodling i Smith (1998) stwierdzili, że gromadzeniu się białka w ziarnie oraz kształtowaniu korzystnych właściwości wypiekowych sprzyja mała ilość opadów oraz wysoka temperatura i duże nasłonecznienie w okresie od kłoszenia do dojrzałości woskowej pszenicy. Warunki panujące w roku 2006 były bardzo niekorzystne.

Susza która wystąpiła w miesiącach czerwiec i lipiec oraz nie najwyższa temperatura w czerwcu nie sprzyjały gromadzeniu białka w ziarnie. Stwierdzona interakcja między systemami uprawy a międzyplonami wskazuje, że w obiektach z wsiewką koniczyny czerwonej oraz poplonem ścierniskowym facelii błękitnej i gorzycy białej w warunkach konserwującej uprawy z jesiennym talerzowaniem międzyplonów zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej była istotnie mniejsza niż w pozostałych wariantach uprawowych, natomiast z wsiewką życicy westerwoldzkiej i obiekcie kontrolnym większa. Interakcja między systemami uprawy a latami wskazuje, że w konserwującym wariantcie uprawy z jesiennym talerzowaniem międzyplonów w latach 2007 i 2008 zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej była istotnie mniejsza niż w systemie płużnym oraz wariantcie uprawy konserwującej z mulczem. Jednocześnie w roku 2006 o najmniejszej sumie opadów w miesiącach kwiecień — lipiec zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy we wszystkich ocenianych wariantach uprawy roli była mniejsza niż w dwu następnym latach badań (tab. 3). W roku 2006 zawartość białka ogółem w ziarnie w obiekcie z facelią błękitną była istotnie większa niż w pozostałych obiektach, w roku 2007 największa na poletkach z koniczyną czerwoną, natomiast w roku 2008 z życią westerwoldzką (tab. 3). Rothkaehl i Abramczyk (2007) potwierdzają niekorzystny wpływ warunków pogodowych na jakość ziarna w roku 2006 w którym wystąpił niedobór ziarna pszenicy o jakości odpowiedniej dla przemysłu młynarskiego. Według klasyfikacji podanej przez Klockiewicz-Kamińską i Brzezińskiego (1997) pod względem zawartości białka w roku 2006 ziarno pszenicy w tym doświadczeniu należało do 3 klasy w dziewięciostopniowej skali (9 oznacza wartość najlepszą), natomiast w kolejnych latach do 8 klasy. Wynika z tego fakt, że uzyskane ziarno pszenicy jarej odmiany Zebra należącej do grupy technologicznej E (elitarnie) nie spełniało w roku 2006 minimalnych wymagań dla tej grupy pszenic w odniesieniu do zawartości białka. Minimum dla pszenic elitarnych to uzyskanie co najmniej 7 klasy (13,5–13,9% białka w ziarnie). Tak duża różnica między latami mogła być spowodowana przez czynnik który nie podlega kontroli, a więc przede wszystkim niekorzystnie przebiegający układ warunków opadowo-termicznych. Cacak-Pietrzak (2008) podaje, że ziarno o dobrej wartości wypiekowej w aspekcie przydatności do piekarstwa powinno zawierać nie mniej niż 11,5% białka, a najlepiej jak przekracza 14%.

Gęstość ziarna w stanie zsypanym była większa w obiektach uprawy płużnej niż w obydwu wariantach uprawy konserwującej (tab. 4). Podobnie Woźniak (2009) największą gęstość ziarna pszenicy jarej uzyskał w obiektach uprawy płużnej w porównaniu z bezorkową. Małecka i Bleharczyk (2004) stwierdzili inną zależność. Uprawiając pszenicę ozimą systemem płużnym i bezorkowym uzyskali większą gęstość ziarna w systemie bezorkowym. W obiektach z wsiewkami międzyplonowymi koniczyny czerwonej i życicy westerwoldzkiej stwierdzono tendencję występowania mniejszej masy hektolitra niż w pozostałych obiektach. Jednak weryfikacja statystyczna nie potwierdziła istotności różnic. W roku 2007 we wszystkich ocenianych wariantach uprawy roli gęstość ziarna była mniejsza niż w pozostałych latach badań. Jednocześnie w roku 2006 mniejsza niż 2008 (tab. 4). Rothkaehl (2008) zwraca uwagę na niekorzystny przebieg warunków pogodowych w roku 2007. Na przełomie kwietnia i maja wystąpiły niedobory wilgoci oraz przymrozki na początku maja, natomiast od połowy maja aż do pierwszej dekady czerwca

intensywne deszcze połączone z chłodem i silnym wiatrem na przeważającym obszarze kraju. Taki układ warunków pogodowych osłabił skuteczność zastosowanego herbicydu Chwastox Extra 300 SL, co z kolei sprzyjało zachwaszczeniu łąn, a w efekcie mogło wpłynąć na uzyskaną masę hektolitra.

Tabela 4

Gęstość ziarna w stanie zsypanym pszenicy jarej (kg·hl⁻¹)
Test weight of spring wheat (kg·hl⁻¹)

Czynnik doświadczenia Experimental factor	Systemy uprawy Tillage Systems (S)			Średnio Mean
	*A	B	C	
Obiekt kontrolny Control	72,3	71,0	70,6	71,3
Międzyplony (M) Catch crops				
Koniczyna czerwona Red clover	72,1	70,6	69,9	70,9
Facelia błękitna Lacy phacelia	71,9	71,9	71,0	71,6
Gorzycza biała White mustard	71,7	71,4	70,8	71,3
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	72,4	70,2	70,0	70,9
Lata (L) Years				
2006	72,5	71,7	71,8	72,0
2007	69,1	66,7	64,9	66,9
2008	74,7	74,6	74,6	74,7
Średnio Mean	72,1	71,0	70,5	—
NIR 0,05 dla — for	S — 0,71; L — 0,71; S × L — 1,62			
LSD 0.05	M — r.n.**; S × M — r.n.			

* Objasnienia jak w tabeli 3; Explanations like in Table 3

**r.n. — Różnice nieistotne; Not significant differences

Największą zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono w obiektach uprawy płużnej, mniejszą w wariancie uprawy konserwującej z mulczem, natomiast najmniejszą w obiekcie uprawy konserwującej z jesiennym talerzowaniem międzyplonów (tab. 5). Natomiast Małecka i Bleharczyk (2004) oraz Bleharczyk i wsp. (1999) największą zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy ozimej stwierdzili w obiektach uprawy uproszczonej oraz siewu bezpośredniego w porównaniu z uprawą płużną. W obiekcie z życią westerwoldzką stwierdzono istotnie mniejszą zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej niż w pozostałych ocenianych obiektach z międzyplonami oraz obiekcie kontrolnym. Jednocześnie w obiekcie kontrolnym zawartość glutenu mokrego w ziarnie była istotnie większa niż w obiektach z koniczyną czerwoną i facelią błękitną. Najmniejszą zawartość glutenu mokrego w ziarnie stwierdzono w pierwszym najsuchszym roku badań, istotnie większą w roku 2007, natomiast największą w roku 2008 (tab. 5). Podobnie Borkowska i in. (2002) oraz Małecka i Bleharczyk (2004) stwierdzili istotne zmiany w zawartości glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej i ozimej w zależności od warunków pogodowych panujących w kolejnych latach badań.

Zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej (%)
Wet gluten content in grain of spring wheat (%)

Czynnik doświadczenia Experimental factor	Systemy uprawy Tillage systems (S)			Średnio Mean	
	*A	B	C		
Międzyplony (M) Catch crops	Obiekt kontrolny Control	25,32	24,24	24,84	24,80
	Koniczyna czerwona Red clover	25,28	23,65	24,26	24,40
	Facelia błękitna Lacy phacelia	24,68	23,71	24,83	24,41
	Gorzycza biała White mustard	25,34	23,49	24,71	24,51
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	24,66	22,87	24,07	23,87
Lata (L) Years	2006	17,49	15,08	16,95	16,51
	2007	26,88	25,18	26,21	26,09
	2008	30,80	30,52	30,47	30,59
Średnio Mean	25,06	23,59	24,54	—	
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	S — 0,206; M — 0,309; L — 0,206 S × M — 0,667; S × L — 0,472				
Lata (L) — Years	2006	2007	2008		
Międzyplony (M) Catch crops	Obiekt kontrolny Control	17,38	26,42	30,60	24,80
	Koniczyna czerwona Red clover	15,99	26,79	30,41	24,40
	Facelia błękitna Lacy phacelia	16,42	25,93	30,87	24,41
	Gorzycza biała White mustard	16,61	26,13	30,81	24,51
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	16,14	25,19	30,27	23,87
Średnio Mean	16,51	26,09	30,59	—	
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	M × L — 0,667				

* objaśnienia jak w tabeli 3; Explanations like in Table 3

W płużnym systemie uprawy roli we wszystkich obiektach z międzyplonami oraz obiekcie kontrolnym zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej była istotnie większa niż w obiektach konserwującej uprawy z jesiennym talerzowaniem międzyplonów. Jednocześnie w wariancie uprawy konserwującej z mulczem w obiektach z facelią błękitną, gorzycą białą i życią westerwoldzką zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej była istotnie większa niż w analogicznych obiektach uprawy konserwującej z jesiennym wymieszaniem międzyplonów z glebą (tab. 5). W roku 2008 we wszystkich obiektach z systemami uprawy roli oraz międzyplonami zawartość glutenu mokrego i suchego była istotnie większa niż w pozostałych dwu latach badań, jednocześnie w roku 2007 większa niż w roku 2006 (tab. 5, tab. 6). W roku 2006 w obiektach z międzyplonami stwierdzono istotnie mniejszą zawartość glutenu mokrego w ziarnie w

porównaniu z obiektem kontrolnym. Natomiast w roku 2007 najmniejszą jego zawartość określono w obiektach z życią westerwoldzką (tab. 5).

Warto zwrócić uwagę na fakt, że w roku 2006 pod względem zawartości glutenu w ziarnie pszenica jara odmiany Zebra nie spełniała wymagań stawianych przez przemysł piekarski. Cacak-Pietrzak (2008) podaje, że w piekarstwie nie powinno się stosować mąk pszennych w których ilość glutenu mokrego wynosi poniżej 25%. Aby zapewnić taki poziom glutenu w mące minimalna ilość glutenu w ziarnie powinna wynosić ok. 27%. Jedynie w roku 2008 zarówno w ocenianych systemach uprawy roli jak i obiektach z międzyplonami zawartość glutenu była na zadowalającym poziomie (tab. 5). Rothkaehl (2007, 2008, 2009) badając zawartość glutenu mokrego w odmianach pszenicy jarej na terenie kraju stwierdziła znaczne wahania zawartości w zależności od warunków opadowo-termicznych i rejonów klimatyczno-uprawowych. W roku 2006 zawartość glutenu w odmianach jarych zawierała się w przedziale 14,6% a 36,9%, w roku 2007 19,6% a 41,6%, w roku 2008 między 16,4% a 41,6%. Małecka i Blecharczyk (2004) w systemie uprawy bezorkowej uzyskali polepszenie cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej wyrażonych dorodnością i wyrównaniem ziarna oraz zawartością glutenu mokrego. Woźniak (2004ab) stwierdził, że w ziarnie pszenicy jarej uprawianej w monokulturze zmniejszała się zawartość glutenu mokrego, a także gęstość i wyrównanie ziarna, w odniesieniu do zmianowania z 25% i 50% udziałem pszenicy. Cacak-Pietrzak i wsp. (1999) oraz Podolska i Sułek (2003) uważają, że jednym z głównych kryteriów przydatności technologicznej pszenicy jest ocena zawartości białka i glutenu. Podobnie Peltonen i Virtanen (1994) oraz Żmijewski i wsp. (1999) uważają, że bardzo duże znaczenie w ocenie jakości ziarna pszenicy jarej ma zawartość glutenu, którego ilość nie zawsze zwiększa się w miarę wzrostu zawartości białka. Taka zależność została udowodniona w tych badaniach w obiektach z życią westerwoldzką. Odwrotnie natomiast w obiekcie z gorczycą białą i obiekcie kontrolnym niska zawartość białka w ziarnie nie korespondowała z niską zawartością glutenu (tab. 5).

Istotnie większą zawartość glutenu suchego stwierdzono w ziarnie z obiektów uprawy płużnej niż konserwującej bez mulczu. W obiektach z życią westerwoldzką i facelią błękitną stwierdzono istotnie mniejszą jego zawartość w porównaniu z obiektem kontrolnym, jednocześnie w obiekcie z życią westerwoldzką mniejszą niż z koniczyną czerwoną (tab. 6). Zawartość glutenu suchego w latach badań układała się podobnie jak glutenu mokrego. W pierwszym roku badań była najmniejsza, zaś w ostatnim największa. Wynikało to przede wszystkim z odmiennych warunków opadowo-termicznych panujących w kolejnych latach badań. Zawartość glutenu suchego w wariacie konserwującej uprawy roli z mulczem w obiektach z życią westerwoldzką i facelią błękitną była istotnie mniejsza niż w obiekcie kontrolnym (tab. 6). W pierwszym roku badań zawartość glutenu suchego w ziarnie pszenicy jarej we wszystkich obiektach z międzyplonami była istotnie mniejsza w porównaniu z obiektem kontrolnym. W roku 2007 istotnie większą zawartość glutenu suchego stwierdzono w ziarnie z obiektów koniczyny czerwonej w odniesieniu do obiektów kontrolnego i życicy westerwoldzkiej. Natomiast w roku 2008 zawartość glutenu suchego w obiektach z koniczyną czerwoną była istotnie większa w porównaniu z obiektem kontrolnym (tab. 6).

Zawartość glutenu suchego w ziarnie pszenicy jarej (%)
Dry gluten content in grain of spring wheat (%)

Czynnik doświadczenia Experimental factor	Systemy uprawy Tillage systems (S)			Średnio Mean	
	*A	B	C		
Międzyplony (M) Catch crops	Obiekt kontrolny Control	8,28	8,17	8,72	8,39
	Koniczyna czerwona Red clover	8,41	8,33	8,15	8,30
	Facelia błękitna Lacy phacelia	8,18	7,93	8,07	8,06
	Gorczyca biała White mustard	8,33	7,94	8,14	8,14
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	8,17	7,96	7,74	7,96
Lata (L) Years	2006	5,61	5,36	6,33	5,77
	2007	9,01	8,88	8,70	8,86
	2008	10,20	9,96	9,47	9,88
Średnio Mean	8,27	8,07	8,17	—	
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	S — 0,193; M — 0,290; L — 0,193 S × M — 0,625; S × L — 0,443				
Lata (L) — Years	2006	2007	2008		
Międzyplony (M) Catch crops	Obiekt kontrolny Control	7,02	8,67	9,48	8,39
	Koniczyna czerwona Red clover	5,40	9,31	10,18	8,30
	Facelia błękitna Lacy phacelia	5,28	8,87	10,03	8,06
	Gorczyca biała White mustard	5,60	8,83	9,98	8,14
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	5,53	8,63	9,70	7,96
Średnio Mean	5,77	8,86	9,88	—	
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	M × L — 0,625				

* Objaśnienia jak w tabeli 3; Explanations like in Table 3

Garwacka i wsp. (2007) stwierdzili, że zawartość glutenu w ziarnie jest modyfikowana czynnikami siedliskowymi i agrotechnicznymi, dlatego tak ważne jest aby pszenicę konsumpcyjną uprawiać w najlepszych warunkach. Chrzanowska-Drożdż i wsp. (1999) stwierdzili, że skład chemiczny ziarna, wartość przemiałowa i wypiekowa odmian pszenicy jarej oprócz warunków pogody w latach badań zależała od właściwości genetycznych odmian.

Indeks glutenu w obiektach uprawy płużnej był istotnie mniejszy w porównaniu z obu wariantami uprawy konserwującej. Istotnie większy indeks glutenu stwierdzono w obiektach z koniczyną czerwoną w porównaniu z facelią błękitną i gorczycą białą (tab. 7). W płużnym systemie uprawy roli w obiekcie z facelią błękitną indeks glutenu był istotnie mniejszy niż w pozostałych obiektach. Jednocześnie w tym systemie uprawy w obiekcie z gorczycą białą istotnie mniejszy niż z koniczyną czerwoną (tab. 7).

Indeks glutenu ziarna pszenicy jarej (%)
Gluten index for spring wheat grain (%)

Czynnik doświadczenia Experimental factor	Systemy uprawy Tillage systems (S)			Średnio Mean	
	*A	B	C		
Międzyplony (M) Catch crops	Obiekt kontrolny Control	87,72	89,64	87,17	88,18
	Koniczyna czerwona Red clover	90,20	89,26	89,48	89,65
	Facelia błękitna Lacy phacelia	81,92	89,50	89,42	86,95
	Gorzycza biała White mustard	86,15	90,39	86,29	87,61
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	87,44	87,87	88,64	87,98
Lata (L) Years	2006	91,75	98,25	98,04	96,01
	2007	95,50	95,22	94,69	95,13
	2008	72,80	74,53	71,88	73,07
Średnio Mean		86,68	89,33	88,20	—
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	S — 1,232; M — 1,855; L — 1,232 S × M — 3,996; S × L — 2,831				
Lata (L) — Years		2006	2007	2008	
Międzyplony (M) Catch crops	Obiekt kontrolny Control	97,84	95,46	71,23	88,18
	Koniczyna czerwona Red clover	95,71	95,53	77,70	89,65
	Facelia błękitna Lacy phacelia	95,20	94,15	71,49	86,95
	Gorzycza biała White mustard	95,73	94,63	72,47	87,61
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	95,59	95,90	72,46	87,98
Średnio Mean		96,01	95,13	73,07	—
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	M × L — 3,991				

* objaśnienia jak w tabeli 3; Explanations like in Table 3

We wszystkich systemach uprawy roli w roku 2008 indeks glutenu był istotnie mniejszy niż w pierwszych dwu latach badań. Jednocześnie w obydwu konserwujących wariantach uprawy w roku 2007 mniejszy niż w roku 2006. Natomiast w płuźnym systemie uprawy roli w roku 2007 większy niż w roku 2006 (tab. 7). W ostatnim roku badań we wszystkich obiektach z międzyplonami oraz obiekcie kontrolnym indeks glutenu był istotnie mniejszy niż w latach 2006 i 2007. Jednocześnie w roku 2008 w obiekcie z koniczyną czerwoną istotnie większy niż w pozostałych obiektach (tab. 7). Achremowicz i in. (1995) podają, że wielkość indeksu glutenu powyżej 95 charakteryzuje gluten zbyt twardy, między 65-95 właściwy dla celów wypiekowych, zaś poniżej 50 gluten określany jako zbyt miękki. Przyjmując takie kryterium jedynie w 2008 roku uzyskano optymalną wartość indeksu glutenu, a w pozostałych latach nieznacznie przekraczającą wymieniony zakres. Analizując natomiast wpływ czynników doświadczenia na wartość tej cechy w ocenianym trzyleciu,

to zarówno systemy uprawy roli jak i międzyplony sprzyjały uzyskaniu optymalnych wartości indeksu glutenu.

Istotnie większą liczbę opadania stwierdzono w obiektach uprawy konserwującej z mulczem w porównaniu do uprawy płuźnej i konserwującej bez mulczu (tab. 8). W badaniach Woźniaka (2009) liczba opadania pszenicy jarej nie zależała od systemu uprawy roli.

W obiektach z koniczyną czerwoną liczba opadania była istotnie większa w porównaniu z pozostałymi obiektami i obiektem kontrolnym. W kolejności istotnie mniejszą liczbę opadania określono w obiekcie z facelią błękitną, obiekcie kontrolnym, z życią westerwoldzką oraz najmniejszą w obiekcie z gorczycą białą. Największą liczbę opadania stwierdzono w roku 2007, istotnie mniejszą w roku 2008, zaś najmniejszą w roku 2006 (tab. 8).

Tabela 8

Aktywność alfa-amylazy w ziarnie pszenicy jarej określona metodą pomiaru liczby opadania (s)
The alpha-amylase activity in spring wheat grain with using the falling number method (s)

Czynnik doświadczenia Experimental factor	Systemy uprawy Tillage systems (S)			Średnio Mean	
	*A	B	C		
Międzyplony (M) Catch crops	Obiekt kontrolny — Control	359,00	351,89	364,11	358,33
	Koniczyna czerwona Red clover	364,44	362,44	369,44	365,44
	Facelia błękitna Lacy phacelia	362,28	353,83	366,22	360,78
	Gorczyca biała White mustard	350,06	350,17	348,28	349,50
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	342,89	360,28	356,72	353,30
	Lata (L) Years	2006	279,27	283,27	293,43
	2007	398,90	394,10	400,90	397,97
	2008	389,03	389,80	388,53	389,12
Średnio Mean		355,73	355,72	360,96	—
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	S — 1,432; M — 2,156; L — 1,432 S × M — 4,644; S × L — 3,290				
Lata (L) — Years	2006	2007	2008		
Międzyplony (M) Catch crops	Obiekt kontrolny — Control	280,56	405,89	388,56	358,33
	Koniczyna czerwona Red clover	302,28	393,50	400,56	365,44
	Facelia błękitna Lacy phacelia	295,78	399,17	387,39	360,78
	Gorczyca biała White mustard	272,94	402,44	373,11	349,50
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	275,06	388,83	396,00	353,30
	Średnio Mean		285,32	397,97	389,12
NIR 0,05 dla — for LSD 0.05	M × L — 4,645				

* Objasnienia jak w tabeli 3; Explanations like in Table 3

W płużnym systemie uprawy roli istotnie mniejszą liczbę opadania stwierdzono w obiektach z życią westerwoldzką w porównaniu z pozostałymi obiektami, jednocześnie na poletkach z koniczyną czerwoną liczba opadania była większa niż w obiektach z gorczycą białą i kontrolnym bez międzyplonów. W wariacie uprawy konserwującej bez mulczu w obiekcie z gorczycą białą liczba opadania była istotnie mniejsza niż w obiektach z życią westerwoldzką i koniczyną czerwoną. Natomiast w wariacie uprawy konserwującej z mulczem liczba opadania określona w obiektach z gorczycą białą była najmniejsza w porównaniu do pozostałych obiektów z międzyplonami i obiektu kontrolnego (tab. 8).

We wszystkich systemach uprawy roli w roku 2007 liczba opadania była największa, istotnie mniejsza w roku 2008, a najmniejsza w roku 2006. W pierwszym 2006 roku badań liczba opadania w obiekcie z koniczyną czerwoną była istotnie większa niż w pozostałych obiektach, natomiast w roku 2008 również większa od pozostałych z wyjątkiem życi westerwoldzkiej. W roku 2007 najmniejszą liczbę opadania stwierdzono w obiektach z życią westerwoldzką (tab. 8).

Badane przez Nowaka i wsp. (2004) odmiany pszenicy jarej odznaczały się bardzo wysoką liczbą opadania (ponad 320s), co pozwala zaliczyć je na podstawie tej cechy do grupy pszenic elitarnych. Jednocześnie stwierdzono, że wartość tej cechy zależała istotnie od zróżnicowanych warunków siedliskowych w jakich uprawiano różne odmiany pszenicy jarej. W tych badaniach jedynie w roku 2006 wartość liczby opadania była mniejsza niż 300 s, jednak i tak wskazuje ona na niską aktywność alfa amylazy. Według klasyfikacji Klockiewicz-Kamińskiej i Brzezińskiego (1997) we wszystkich ocenianych latach ziarno pszenicy jarej z tego doświadczenia spełniało minimalne wymagania dla grupy pszenic elitarnych pod względem liczby opadania. Cacak-Pietrzak (2008) podaje, że liczba opadania na średnim poziomie między 220 a 270s świadczy o optymalnej aktywności enzymów amylolitycznych w ziarnie przerabianym na mąkę do wypieku chleba.

Na podstawie współczynników korelacji stwierdzono istotną zależność między zawartością białka i glutenu mokrego ($r = 0,83$), glutenu suchego ($r = 0,76$) oraz liczbą opadania ($r = 0,84$). Ponadto zawartość glutenu mokrego i suchego była dodatnio skorelowana z liczbą opadania ($r = 0,82-0,87$) (tab. 9). Żmijewski i wsp. (1999), Rothkaehl i wsp. (2004), Woźniak (2004 a) oraz Woźniak i wsp. (2006) także uzyskali dodatnią korelację między zawartością białka a zawartością glutenu w ziarnie pszenicy. Podobnie Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński (1997) potwierdzają, że zawartość glutenu jest wysoce skorelowana z zawartością białka. Jednocześnie Rothkaehl i wsp. (2004) uzyskali dodatnią korelację między gęstością i liczbą opadania. Taka zależność nie została potwierdzona w tych badaniach. Nie potwierdziła się również zależność uzyskana przez Woźniaka (2004 a) dotycząca ujemnej korelacji między zawartością białka ogółem, glutenu mokrego a liczbą opadania. W tych badaniach uzyskano odwrotną zależność. Żmijewski i wsp. (1999) nie uzyskali natomiast istotnych wartości współczynnika korelacji między liczbą opadania a zawartością glutenu mokrego. W tych badaniach stwierdzono także ujemną zależność pomiędzy indeksem glutenu a zawartością białka, ilością glutenu mokrego i suchego oraz liczbą opadania (tab. 9). Achremowicz i wsp. (1995) ujemną korelację między ilością

glutenu mokrego a indeksem glutenu tłumaczą malejącą wartością indeksu glutenu przy wzroście zawartości białka ogółem i ilości glutenu mokrego.

Tabela 9

Współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy jarej
Correlation coefficients (r) between traits of spring wheat

Wyszczególnienie Specification	Białko ogółem Total protein	Gluten mokry Wet gluten	Gluten suchy Dry gluten	Liczba opadania Falling number	Index glutenu Gluten index	Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight
Białko ogółem Total protein	1					
Gluten mokry Wet gluten	0,83*	1				
Gluten suchy Dry gluten	0,76*	0,89*	1			
Liczba opadania Falling number	0,84*	0,87*	0,82*	1		
Indeks glutenu Gluten index	-0,62*	-0,77*	-0,63*	-0,49*	1	
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight	-0,02	0,12	0,03	-0,21	-0,56*	1

* Istotny współczynnik korelacji ($p = 0,05$); Significant correlation coefficient ($p = 0.05$)

Ze względu na zmienne warunki pogodowe panujące w kolejnych latach badań trudno jednoznacznie potwierdzić korzystne oddziaływanie międzyplonów na poprawę jakości ziarna w monokulturze pszenicy jarej. Jednak w ostatnim roku badań poziom ocenianych cech kształtował się na wyższym poziomie niż w pierwszym roku. Przyjmując jako kryterium zawartość białka ogółem i glutenu, jakość ziarna uzyskana w systemie płuznym oraz wariacie konserwującym z wiosennym talerzowaniem międzyplonów była bardzo podobna. Najmniej korzystnie wymienione parametry kształtowały się w ziarnie z obiektów uprawy konserwującej z jesienną inkorporacją międzyplonów. Porównując zastosowane międzyplony wydaje się, że w obiektach z wsiewką życicy westerwoldzkiej uzyskano najmniej korzystne wartości ocenianych cech jakościowych.

WNIOSKI

1. W obiektach uprawy konserwującej z wiosennym talerzowaniem międzyplonów oraz uprawie płuznej stwierdzono większą zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy jarej niż w wariacie uprawy konserwującej z jesiennym talerzowaniem roślin międzyplonów.
2. W obiektach z wsiewką koniczyny czerwonej i życicy westerwoldzkiej oraz poplonem ścierniskowym facelii błękitnej stwierdzono najwyższą zawartość białka ogółem w ziarnie, mniejszą w obiekcie kontrolnym oraz najmniejszą z poplonem ścierniskowym gorczycy białej.
3. Większą masę hektolitra ziarna pszenicy jarej stwierdzono w obiektach uprawy płuznej w porównaniu z obydwoma wariantami uprawy konserwującej.

4. Zawartość glutenu mokrego w obiektach uprawy płużnej była większa niż w obiektach uprawy konserwującej. Zawartość glutenu suchego w ziarnie z obiektów uprawy płużnej była większa niż w wariacie uprawy konserwującej bez mulczu. Natomiast indeks glutenu w obiektach uprawy płużnej był mniejszy w porównaniu z obydwoma wariantami uprawy konserwującej.
5. Liczba opadania w obiektach uprawy konserwującej z wiosennym talerzowaniem międzyplonów była większa w porównaniu do uprawy płużnej i konserwującej z jesienną inkorporacją roślin międzyplonów.
6. Zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej w obiekcie z życią westerwoldzką była najmniejsza. Jednocześnie zawartość glutenu suchego w obiekcie z życią westerwoldzką mniejsza niż w obiektach kontrolnym i koniczyną czerwoną. W obiektach z koniczyną czerwoną indeks glutenu był większy niż na poletkach z poplonami ścierniskowymi gorczycy białej i facelii błękitnej.
7. Największą liczbę opadania stwierdzono w obiektach z koniczyną czerwoną w porównaniu z pozostałymi obiektami i obiektem kontrolnym.
8. Jedynie w ostatnim roku badań uzyskano ziarno pszenicy jarej w pełni odpowiadające wymaganiom stawianym przez przemysł piekarski.
9. Warunki opadowo-termiczne panujące w kolejnych latach obserwacji determinowały kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy jarej.

LITERATURA

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 193: 29 — 34.
- Borkowska H., Grundas S., Styk B. 2002. Wysokość i jakość plonów niektórych odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotowego. *Annales UMCS, Sec. E*, 57: 99 — 103.
- Blecharczyk A., Skrzypczak G., Małecka I. 1999. Reakcja pszenicy ozimej na przedplon i siew bezpośredni. *Pam. Puł.* 118: 9 — 16.
- Cacak-Pietrzak G. 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego — wymagania technologiczne. *Przegl. Zbożowo-Młynarski* 11: 11 — 13.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 1999. Cechy fizyko-chemiczne ziarna wybranych krajowych odmian pszenicy. *Pam. Puł.* 118: 35 — 43.
- Chrzanowska-Drożdż B., Jasińska Z., Gil Z. 1999. Ocena jakościowa ziarna pszenicy jarej w siewach czystych i mieszaninach odmian. *Pam. Puł.* 118: 67 — 75.
- Garwacka A., Starczewski J., Czarnocki Sz. 2007. Technologia uprawy a jakość ziarna wybranych odmian pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 2: 96 — 101.
- Goodling M.J., Smith G.P. 1998. The potential to use climate, variety and nitrogen relationships to optimise wheat quality. In: *Short Communications, Fifth ESA Congress*, 28 June — 2 July: 229 — 230.
- Grundas S. 1993. Wheat. In: *Encyclopedia of Food Science. Food technology and nutrition*. Academic Press Inc., London: 4875 — 4881.
- Huel P., Chibbar R.N. 1996. Variation for starch concentration in spring wheat and its repeatability relative to protein concentration. *Cereal Chem.* 73, 6: 756 — 758.
- Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W.J. 1997. Metoda oceny i klasyfikacji jakościowej odmian. 67, *Zeszyty COBORU — Wiadomości Odmianoznawcze, Słupia Wielka*: 3 — 18.
- Kraska P., Pałys E. 2005. Wpływ poziomów nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej oraz systemów uprawy roli na zawartość i plon białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego i żyta ozimego. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin* 45 (2): 810 — 812.

- López-Bellido L., Fuentes M., Castillo J.E., López-Garrido F.J. 1998. Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crop Res.* 57 (3): 265 — 276.
- Małecka I., Blecharczyk A. 2004. Wpływ systemów uprawy roli na jakość ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135: 181 — 187.
- Nowak W., Zbroszczyk T., Kotowicz L. 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy. *Pam. Puł.* 135: 199 — 212.
- Peltonen J., Virtanen A. 1994. Effect of nitrogen fertilizers differing in release characteristics on the quantity of storage proteins in wheat. *Cereal Chem.* 71, 1: 1 — 5.
- Podolska G., Sułek A. 2002. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.* 130/II: 597 — 605.
- Podolska G., Sułek A. 2003. Jakość ziarna pszenicy w Polsce i UE. *Pam. Puł.* 132: 363 — 369.
- Radomski Cz. 1987. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa.
- Rothkaehl J. 2004. Możliwości doboru odmian pszenicy zgodnie z zapotrzebowaniem na odpowiednią jakość mąki dla zakładów piekarskich. *Przegl. Zbożowo-Młynarski*, 12: 23 — 25.
- Rothkaehl J. 2007. Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2006 roku. *Przegl. Zboż. Młyn.* 1: 4 — 9.
- Rothkaehl J. 2008. Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2007 roku. *Przegl. Zboż. Młyn.* 1: 2 — 7.
- Rothkaehl J. 2009. Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2008 roku. *Przegl. Zboż. Młyn.* 1: 2 — 5.
- Rothkaehl J., Abramczyk D. 2007. Wartość technologiczna odmian pszenicy uprawianych w Polsce. *Przegl. Zbożowo-Młynarski* 8: 2 — 4.
- Rothkaehl J., Filipiak K., Podolska G. 2004. Jakość ziarna pszenicy w zależności od rejonu uprawy. *Pam. Puł.* 135: 268 — 277.
- Sadowska J., Błaszczak T., Jeliński T., Fornal J., Borkowska H., Styk B. 2001. Fertilization and technological quality of wheat grain. *Int. Agrophysics* 15: 279 — 285.
- Scheromm P., Martin G., Bergoin A., Autran J.-C. 1992. Influence of nitrogen fertilization on the potential bread-baking quality of two wheat cultivars differing in their response to increasing nitrogen supplies. *Cereal Chem.* 96, 6: 664 — 670.
- Subda H. 1992. Assessment of chemical composition of flour and its effect on baking characteristics of wheat. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 1/42, 2: 15 — 21.
- Tendziagolska E., Parylak D. 2004. Zabiegi regeneracyjne w monokulturze pszenżyta ozimego a jakość ziarna. *Pam. Puł.* 135: 317 — 324.
- Woźniak A. 2004a. Wpływ przedplonu na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 135: 325 — 330.
- Woźniak A. 2004 b. The yield and quality of grain of spring wheat in different crop rotations. *Zesz. Nauk. Akademii Roln. we Wrocławiu, Rolnictwo* 85, 487: 219 — 227.
- Woźniak A. 2009. Jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Koksa w różnych systemach uprawy roli. *Acta Agrophysica* 14(1): 223 — 241.
- Woźniak A., Gontarz D., Staniszewski M., Gos M. 2006. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej uprawianej w zmianowaniach o różnym jej udziale. *Biul. IHAR* 242: 45 — 55.
- Żmijewski M., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Karolini-Skaradzińska Z., Czubaszek A. 1999. Skład chemiczny i wartość wypiekowa ziarna oraz mąki odmian pszenicy jarej. Część I. Skład chemiczny. *Biul. IHAR* 212: 65 — 70.