

Katedra Agronomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin
e-mail: magdalena.sobolewska@zut.edu.pl

MAGDALENA SOBOLEWSKA, SŁAWOMIR STANKOWSKI

Wpływ systemów gospodarowania na jakość technologiczną ziarna i mąki odmian pszenicy ozimej

The influence of farming systems on the technological quality of grain and flour
cultivars of winter wheat

Streszczenie. Materiał do badań stanowiło ziarno odmian pszenicy ozimej pochodzące z doświadczeń polowych realizowanych w latach 2007–2008 przez Krajowy Ośrodek Badawczy Meklemburgii–Pomorza Przedniego (LFA) w miejscowości Gülzow (Niemcy). Pierwszym czynnikiem był system gospodarowania (konwencjonalny, ekologiczny), drugim – odmiany pszenicy ozimej (Akteur, Mulan, Hermann i Schamane). Oznaczono cechy fizyczne ziarna, cechy jakościowe oraz farinograficzne. Większą wartość masy 1000 ziaren i gęstości ziarna w stanie zsypanym uzyskano po zastosowaniu konwencjonalnego systemu uprawy. Ziarno pszenicy pochodzące z konwencjonalnego systemu uprawy charakteryzowało się lepszą jakością niż ziarno z systemu ekologicznego. Istotnie większe wartości odnotowano dla wszystkich cech jakościowych z wyjątkiem liczby opadania. W systemie konwencjonalnym uzyskano korzystniejsze wartości cech farinograficznych niż w ekologicznym. Wyjątek stanowił czas rozwoju ciasta, który nie różnił się istotnie. W przypadku odmiany Akteur i Mulan stwierdzono silniejszy wzrost stabilności ciasta w systemie konwencjonalnym niż u pozostałych odmian. Najlepszą jakością ziarna i mąki charakteryzowała się odmiana Akteur, a najgorszą odmiana Hermann.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, uprawa konwencjonalna, uprawa ekologiczna, odmiany

WSTĘP

Wśród roślin zbóżowych największe znaczenie gospodarcze ma pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) [Cacak-Pietrzak i in. 2013]. Plon ziarna i jego jakość technologiczna zależą głównie od: czynników siedliska, cech odmianowych i stosowanej agrotechniki [Krejčířová in. 2006, Woźniak 2006, Al-Saleh i Brennan 2012, Czubačka i Rachoń 2012, Harasim i Wesołowski 2013, Smatanová i Lacko-Bartošová 2012]. Duże znaczenie przy kształtowaniu się plonu i jakościowych cech ziarna ma nawożenie azotowe [Budzyński i in. 2004, Chrzanowska-Drożdż i in. 2004, Woźniak i Gontarz 2005, Alley i in. 2009]. Wraz ze zwiększeniem dawki azotu wzrasta wielkość plonu oraz parametry jakościowe ziarna i mąki (zawartość białka, glutenu, wartość wskaźnika sedy-

mentacji) a także następuje poprawa wartości farinograficznych [Kocoń 2005, Podolska i in. 2005a]. Różnicę pomiędzy uprawą ekologiczną a konwencjonalną stanowi niestosowanie w ekologicznym gospodarowaniu nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin. Ziarno pszenicy pochodzące z uprawy ekologicznej różni się jakością technologiczną od uzyskanego w gospodarstwach konwencjonalnych [Krejčířová i in. 2006]. Wyniki badań pokazują, że w produkcji ekologicznej w porównaniu z konwencjonalną uzyskuje się plony mniejsze o około 20–30% [Nowogródzka 2012]. Ziarno zbóż, w tym pszenicy pochodzącej z upraw ekologicznych, ma mniejszą zawartość białka – nawet poniżej 9%. To właśnie zawartość białka i jakość glutenu w pszenicy stanowią główną różnicę w uzyskanym ziarnie pochodzącym z różnych systemów gospodarowania [Krejčířová i in. 2006]. Według Mazurkiewicza [2005] wartość wypiekowa mąki z pszenicy ekologicznej jest mniejsza w porównaniu z wartością wypiekową mąki z pszenicy konwencjonalnej.

Celem pracy było określenie, w jakim stopniu analizowane systemy gospodarowania, ekologiczny i konwencjonalny, miały wpływ na wartość technologiczną ziarna pszenicy ozimej oraz jaka była reakcja odmian na badane systemy uprawy.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło ziarno odmian pszenicy ozimej pochodzące z doświadczeń polowych realizowanych w latach 2007–2008 przez Krajowy Ośrodek Badawczy Meklemburgii–Pomorza Przedniego (LFA) w miejscowości Gülzow (Niemcy) Doświadczenia przeprowadzone zostały na glebie lekkiej o składzie od piasku gliniastego lekkiego do piasku gliniastego mocnego (11–20% części spławialnych) i zawartości próchnicy 1,4% oraz przy pH 6,0–6,5 (lekko kwaśny).

Pierwszym czynnikiem był system gospodarowania (konwencjonalny, ekologiczny), drugim – odmiany pszenicy ozimej (Akteur, Mulan, Hermann i Schamane). W konwencjonalnym systemie uprawy zastosowano następujące zabiegi: nawożenie azotem ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), S ($40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), P_2O_5 ($80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), K_2O ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), MgO ($790 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz CaO ($1120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Dodatkowo rośliny opryskiwano w trakcie wegetacji herbicydami (Maliku, Hoechst), fungicydami (Input, Juwel) oraz regulatorami wzrostu (CCC 720, Modus). Zastosowane dawki były zgodne z niemieckimi zaleceniami uprawy pszenicy ozimej. Przedplonem był jęczmień ozimy. W uprawie ekologicznej źródłem składników dla roślin była mieszanka koniczyny z trawami stanowiąca przedplon. Nie stosowano nawożenia mineralnego ani chemicznej ochrony roślin. Badane odmiany zaliczone były do następujących klas jakościowych: Akteur – elitarna (E), Schamane – jakościowa (A), Mulan – chlebowa (B) i Hermann – pastewna (C)

Powierzchnia poletka w doświadczeniu polowym wynosiła 25 m^2 , a liczba replikacji $n = 4$. Po zbiorze kombajnem z każdego poletka pobrano próby w ilości 2,5 kg i utworzono próby zbiorcze dla poszczególnych kombinacji. Próbkę do analiz zostały wydzielone w pierwszym etapie metodą usypywania stożków, po czym wybrano do dalszych analiz 3 kg ziarna. W następnym etapie z uzyskanych prób zbiorczych dla kombinacji pobierano próbki z zastosowaniem rozdzielacza dwunastokanalikowego. Wielkość próbki każdorazowo dopasowywano do ilości ziarna potrzebnej do danej analizy. Analizy wykonywano w dwóch replikacjach, w celu sprawdzenia powtarzalności wyników.

Masę tysiąca ziaren oznaczono zgodnie z PN-R-65950:1994. Czysty materiał został umieszczony w automatycznym liczniku nasion, odliczono 4×250 nasion i zważono z dokładnością do 0,1 g. Zgodnie z PN-ISO 7971-2:2008 określono gęstość w stanie zsypanym. Oznaczenie frakcji ziarna zostało wykonane zgodnie z PN-R-65950:1994 na aparacie Sortimat Pfeuffer Mess- und Prüfgeräte z sitami o wielkości oczek od 1,8 do 2,8 mm, przy czym wartości uzyskane z sit 1,8 do 2,2 zostały zsumowane. Do przeprowadzenia analizy aktywności α -amylazy użyto aparatu Sadkiewicza typu SWD-SŻ, gdzie pomiar liczby opadania wykonano przy wykorzystaniu metody według Hagberga-Pertena, zgodnie z PN-ISO 3093:2007. Przemiał ziarna został przeprowadzony na 6-walcowym młynie laboratoryjnym produkcji Zakładu Badawczego Przemysłu Piekarskiego w Bydgoszczy. Uzyskaną mąkę przesiano na odsiewaczu laboratoryjnym w celu uzyskania odpowiedniej frakcji do poszczególnych analiz, na sitach o odpowiedniej średnicy oczek (265 μm – do oceny farinograficznej, 230 μm – do oznaczania ilości i jakości glutenu, 150 μm – do oznaczania wskaźnika sedymentacji). Zawartość białka określono zgodnie z PN-75-A-04018:1975. Zastosowano przelicznik azotu na białko 5,7. Oznaczenie ilości glutenu wykonano według PN-EN ISO 21415-2:2008 na urządzeniu Gluten Index Pertena. Analiza rozplywalności glutenu została wykonana według PN-A-74043-3:1994. Wskaźnik sedymentacji został oznaczony według PN-ISO 5529:1998. Analizę przeprowadzono na aparacie składającym się z pulpitu pomiarowego oraz wstrząsarki typ SWD-89 Sadkiewicza. Analiza właściwości farinograficznych ciasta została wykonana na aparacie Farinograph Brabender z zastosowaniem głowicy typ 50 zgodnie z PN-EN ISO 5530-1:2015-01. Określono parametry – wodochłonność mąki, czas rozwoju ciasta, stabilność, stopień rozmiękczenia po 10 min.

Uzyskane wyniki poddane zostały analizie statystycznej za pomocą analizy wariancji dwuczynnikowej w układzie bloków kompletnie zrandomizowanych. Do obliczeń wykorzystano program statystyczny Anal War 4.3. autorstwa prof. F. Rudnickiego, przyjmując za replikacje wyniki średnie z kolejnych lat badań. Półprzedziały ufności zostały wyliczone przy zastosowaniu testu Tukeya na poziomie istotności 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki dotyczące cech fizycznych ziarna przedstawiono w tabeli 1. Zastosowanie konwencjonalnego systemu produkcji spowodowało uzyskanie większej masy tysiąca ziaren niż w przypadku systemu ekologicznego. Różnica w wartości badanej cechy była istotna i wynosiła 3,4 g. Również gęstość ziarna w stanie zsypanym była większa w uprawie pszenicy w systemie konwencjonalnym niż ekologicznym. Przeprowadzone badania własne nad wpływem systemu uprawy na jakość technologiczną ziarna i mąki odmian pszenicy ozimej wskazują na małe zróżnicowanie cech fizycznych ziarna. Udział frakcji ziarna nie był istotnie zróżnicowany poprzez stosowanie badanych systemów uprawy. Masa tysiąca ziaren pszenicy charakteryzowała się większymi wartościami w uprawie w systemie konwencjonalnym niż w ekologicznym. Na podobną prawidłowość wskazują wyniki badań Makowskiej i in. [2008] oraz Mazurkiewicza [2005]. Wyniki wcześniejszych badań Waclawowicza i in. [2005] wskazują na brak istotnego

wpływu systemu uprawy na powyższą cechę. Natomiast Stankowski i in. [2008] zanotowali spadek masy tysiąca ziaren pod wpływem zwiększonej dawki azotu, co ma związek z inną ilością dostępnego azotu w uprawie pszenicy w systemie ekologicznym niż konwencjonalnym. Kasprzak i Wirkijowska [2013] udowodnili, iż przy mniejszej wartości masy tysiąca ziaren w uprawie pszenicy w systemie ekologicznym następuje spadek parametrów przemiałowych ziarna. Określenie tego parametru przy pszenicy ozimej jest istotne, ponieważ określa jej przydatność dla przemysłu spożywczego.

Tabela 1. Wpływ systemu uprawy na cechy fizyczne ziarna pszenicy ozimej
Table 1. The influence of cultivation system on physical properties of winter wheat grain

Cecha Quality parameter	Systemy uprawy/ Cultivation systems		Średnia Average	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	ekologiczny ecological	konwencjonalny conventional		
Masa tysiąca ziaren Thousand grain weight (g)	44,8	48,2	46,5	2,52
Specific weight Test weight (kg·hl ⁻¹)	76,7	79,8	78,3	1,88
Frakcje ziarna <2,2 mm Grain fraction <2,2 mm (%)	2,19	1,43	1,81	n.i.
Frakcje ziarna 2,2–2,5 mm Grain fraction 2,2–2,5 mm (%)	3,49	3,54	3,51	n.i.
Frakcje ziarna 2,5–2,8 mm Grain fraction 2,5–2,8 mm (%)	12,02	11,75	11,88	n.i.
Frakcje ziarna >2,8 mm Grain fraction >2,8 mm (%)	82,3	83,3	82,8	n.i.

n.i. – różnica nieistotna/ not significant

Wartości cech jakościowych ulegały istotnym zmianom w przypadku uprawy pszenicy w systemie konwencjonalnym w porównaniu z systemem ekologicznym (tab. 2). Wyjątek stanowiła liczba opadania. Zawartość białka wzrosła o 1,6%, zawartość glutenu o 11,7% a wartość wskaźnika sedymentacji o 12,8 ml. Stwierdzono jednak zwiększenie rozpywalności glutenu z 1,48 do 3,41 mm. Cechy jakościowe ziarna i mąki ulegają znacznie większym zmianom pod wpływem czynników agrotechnicznych, spośród których największe znaczenie ma nawożenie azotem [Stankowski i in. 2008, Rachoń i Szumiło 2009, Knapowski i in. 2010]. W badanych systemach uprawy największą różnicę stanowi brak nawożenia azotem mineralnym w systemie ekologicznym w porównaniu z konwencjonalnym. Wielu autorów wskazuje na istotny wpływ zawartości białka ogółem na wartość technologiczną ziarna i mąki [Khalil i in. 2002, Kocoń 2005, Krejčířová i in. 2007, Stankowski i in. 2008, Rachoń i Szumiło 2009, Knapowski i in. 2010, Cacak-Pietrzak i in. 2013]. Przeprowadzone badania własne potwierdzają istotny wpływ systemu uprawy na zawartość białka, zawartość glutenu mokrego oraz jego rozpywalność.

Tabela 2 . Wpływ systemu uprawy na cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej i mąki
 Table 2. The influence of cultivation system on quality properties of winter wheat grain and flour

Cecha Quality parameter	Systemy uprawy/ Cultivation systems		Średnia Average	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	ekologiczny ecological	konwencjonalny conventional		
Liczba opadania Falling number (s)	273	307	290	n.i.
Zawartość białka Crude protein content (%)	12,6	14,2	13,4	14,3
Ilość glutenu Gluten content (%)	18,5	31,2	24,8	3,87
Rozpływalność glutenu Gluten solubility (mm)	1,48	3,41	2,44	1,77
Wskaźnik sedimentacji Rate of sedimentation (ml)	22,8	35,6	29,2	5,01

Wpływ konwencjonalnego systemu uprawy w porównaniu z ekologicznym był dodatni w przypadku wszystkich cech farinograficznych (tab. 3). Zwiększyła się wodochłonność mąki, czas rozwoju ciasta, stabilności ciasta, a zmniejszył się stopień rozmiękczenia ciasta. W przeprowadzonych badaniach własnych uzyskano wodochłonność 63% w systemie konwencjonalnym i 60% w systemie ekologicznym. Dane literaturowe podają podobne wartości omawianej cechy [Krawczyk i in. 2008a, 2008b, Al-Saleh i Brennan 2012, Stępniewska 2013]. Większe wartości omawianej cechy, w porównaniu z wynikami badań własnych w systemie konwencjonalnym, uzyskali Podolska i in. [2005b] oraz Kocoń [2005]. Odwrotną zależność zaobserwowali Cacak-Pietrzak i in. [2014], którzy na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzili większą wodochłonność mąki pochodzącej z ekologicznej uprawy. W literaturze znaleźć można informację na temat większych wartości czasu rozwoju i stabilności ciasta w porównaniu z uzyskanymi w badaniach własnych [Krawczyk i in. 2008b]. Natomiast Podolska i in. [2005b] uzyskali w ziarnie pszenicy ozimej mniejszy stopień rozmiękczenia.

Tabela 3 . Wpływ systemu uprawy na cechy farinograficzne mąki pszenicy ozimej
 Table 3. The influence of cultivation system on farinograph properties of winter wheat flour and dough

Cecha Quality parameter	Systemy uprawy/ Cultivation systems		Średnia Average	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	ekologiczny ecological	konwencjonalny conventional		
Wodochłonność Waterabsorption (%)	60,1	63,1	61,6	1,67
Czas rozwoju ciasta Development time (min)	0,61	1,62	1,11	0,41
Stabilność ciasta Stability (min)	1,02	2,92	1,96	0,65
Stopień rozmiękczenia po 10 min Degree of softening after 10 min (FU)	110,6	68,6	89,6	20,75

Właściwości fizyczne ziarna badanych w doświadczeniu odmian były istotnie zróżnicowane (tab. 4). Odmiany lepsze jakościowo (Akteur, Schamane i Mulan) charakteryzowały się większą masą 1000 ziaren, gęstością ziarna w stanie zsypanym oraz udziałem frakcji ziarna > 2,8 mm niż odmiana pastewna Hermann. Na podobną prawidłowość wskazuje w swoich badaniach Kasprzak i Wirkijowska [2013]. Zróżnicowanie cech jakościowych pomiędzy odmianami było niezbyt duże (tab. 5). Istotne różnice stwierdzono w liczbie opadania i wskaźniku sedymentacji. Dla wszystkich odmian z wyjątkiem odmiany Mulan liczba opadania kształtowała się na poziomie 300 s, co wskazuje na ich dobrą odporność na porastanie. Gwarancją uzyskania mąki o dobrej jakości technologicznej jest wartość liczby opadania kształtująca się w granicach 200–300 s (średnia aktywność amylolytyczna) [Mazurkiewicz 2005, Cacak-Pietrzak i in. 2014]. Podobną aktywność amylolytyczną zaobserwowano w literaturze [Podolska i in. 2005b, Ceglińska 2006, Krawczyk i in. 2008b, Knapowski i in. 2010, Ceglińska i in. 2012, Stępniewska 2013, Cacak-Pietrzak i in. 2014]. Większe wartości, które mogą świadczyć o klasyfikowaniu ziarna pszenicy do grupy elitarnej (powyżej 300 s), uzyskali w badaniach Krawczyk i in. [2008a], Al-Saleh i Brennan [2012], Weber [2013] oraz Murawska i in. [2014].

Tabela 4. Wpływ odmian na cechy fizyczne ziarna pszenicy ozimej
Table 4. The influence of cultivars on physical properties of winter wheat grain

Cecha Quality parameter	Odmiany pszenicy ozimej/ Cultivar of winter wheat				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	Akteur	Schamane	Mulan	Hermann	
Masa tysiąca ziaren Thousand grain weight (g)	49,2	46,6	45,5	44,6	3,61
Specific weight Test weight (kg·hl ⁻¹)	82,1	78,3	78,0	74,6	3,72
Frakcje ziarna <2,2 mm Grain fraction <2,2 mm (%)	0,69	1,56	1,94	3,05	n.i.
Frakcje ziarna 2,2–2,5 mm Grain fraction 2,2–2,5 mm (%)	1,77	2,25	2,55	7,49	2,21
Frakcje ziarna 2,5–2,8 mm Grain fraction 2,5–2,8 mm (%)	9,19	9,33	9,02	20,00	3,65
Frakcje ziarna >2,8 mm Grain fraction >2,8 mm (%)	88,4	86,9	86,5	69,5	8,43

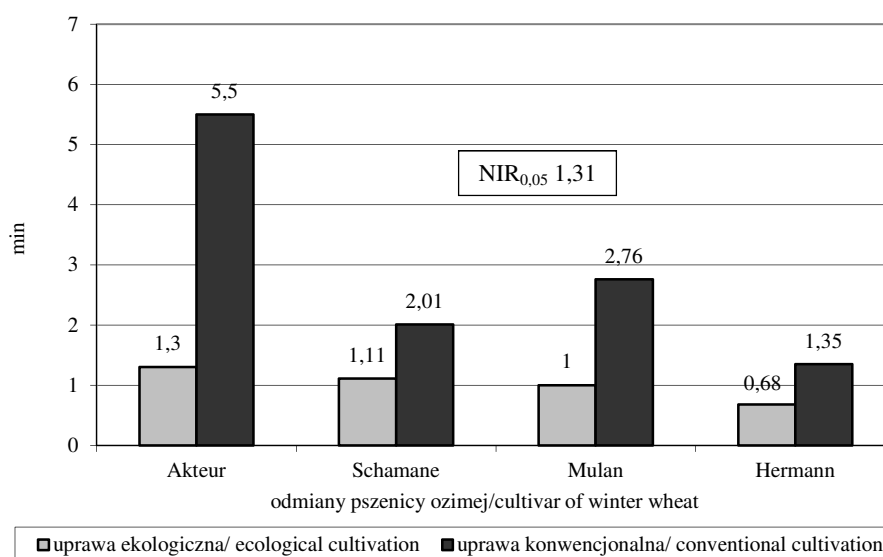
Tabela 5. Wpływ odmian na cechy jakościowe ziarna i mąki pszenicy ozimej
Table 5. The influence of cultivars on quality properties of winter wheat grain and flour

Cecha Quality parameter	Odmiany pszenicy ozimej/ Cultivar of winter wheat				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	Akteur	Schamane	Mulan	Hermann	
Liczba opadania Falling number (s)	306	292	256	307	30,5
Zawartość białka Crude protein content (%)	13,9	13,3	13,0	13,5	n.i.
Ilość glutenu Gluten content (%)	27,0	23,9	23,7	24,7	n.i.
Rozpływalność glutenu Gluten solubility (mm)	1,46	1,98	2,35	3,98	n.i.
Wskaźnik sedymentacji Rate of sedimentation (ml)	38,6	30,6	26,6	21,0	9,93

Z porównania wodochłonności mąki (tab. 6) wynika, że tylko odmiana Hermann charakteryzowała się niską wartością tej cechy. Czas rozwoju ciasta był zbliżony u wszystkich odmian, niezależnie od klasy jakości. Znacznie większe różnice zaobserwowano w stabilności ciasta. Odmianą charakteryzującą się większymi wartościami badanej cechy była Akteur. W przypadku stabilności ciasta zaobserwowano również interakcję pomiędzy odmianami a systemami uprawy (rys. 1). O ile w ziarnie pszenicy pochodzącej z uprawy w systemie ekologicznym stabilność ciasta była u wszystkich odmian zbliżona, o tyle w systemie konwencjonalnym u odmiany Akteur nastąpił wzrost o 4,2 min, a u odmiany Mulan o 1,76 min. U pozostałych dwóch odmian nie stwierdzono istotnej różnicy. W przypadku rozmiękczenia ciasta odmiana pszenicy ozimej Akteur charakteryzowała się większymi wartościami badanej cechy. Podsumowując, odmiany o lepszej jakości mogą korzystniej reagować na zastosowanie uprawy pszenicy w systemie konwencjonalnym niż ekologicznym.

Tabela 6. Wpływ odmian na cechy farinograficzne mąki pszenicy ozimej
Table 6. The influence of cultivars on farinograph properties of winter wheat flour and dough

Cecha Quality parameter	Odmiany pszenicy ozimej/ Cultivar of winter wheat				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	Akteur	Schamane	Mulan	Hermann	
Wodochłonność Waterabsorption (%)	62,9	62,3	63,7	57,4	3,32
Czas rozwoju ciasta Development time (min)	1,46	0,84	1,15	1,01	n.i.
Stabilność ciasta Stability (min)	3,40	1,56	1,88	1,01	1,31
Stopień rozmiękczenia po 10 min Degree of softening after 10 min (FU)	51,3	91,3	97,6	118,3	41,09



Rys. 1. Wpływ systemu uprawy na stabilność ciasta (min) odmian pszenicy ozimej
Fig. 1. The influence of cultivation system on rate of sedimentation of winter wheat

WNIOSKI

1. Większą wartość masy tysiąca ziaren oraz gęstości ziarna w stanie zsypanym uzyskano po zastosowaniu uprawy pszenicy w systemie konwencjonalnym.
2. Ziarno pszenicy pochodzące z uprawy w systemie konwencjonalnym charakteryzowało się lepszą jakością technologiczną niż ziarno pszenicy pochodzące z uprawy w systemie ekologicznym. Istotnie większe wartości uzyskano dla zawartości białka, ilości glutenu, rozpląwalności glutenu oraz wskaźnika sedimentacji.
3. Uprawa pszenicy w systemie konwencjonalnym spowodowała uzyskanie korzystniejszych wartości cech farinograficznych aniżeli uprawa pszenicy w systemie ekologicznym. Wyjątkiem był czas rozwoju ciasta, dla którego nie stwierdzono istotnych różnic.
4. Najlepszą jakością technologiczną ziarna i mąki charakteryzowała się odmiana Akteur, a najgorszą – odmiana Hermann.

PIŚMIENNICTWO

- Alley M.M., Scharf P., Brann D.E., Harmons J.L., 2009. Nitrogen management for winter wheat. Principles and recommendations. Virginia Cooperative Extension, 1–6.
- Al-Saleh A., Brennan Ch.S., 2012. Bread wheat quality: some physical, chemical and rheological characteristics of Syrian and English bread wheat samples. *Foods* 1, 3–17.
- 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., Jończyk K., 2014. Wartość wypiekowa mąki z ziarna odmian pszenicy uprawianych w ekologicznym systemie produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 576, 23–32.
- Cacak-Pietrzak G., Gondek E., Jończyk K., 2013. Porównanie struktury wewnętrznej oraz właściwości przemiałowych ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej z uprawy ekologicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 574, 3–10.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., Sobczyk M., Salwa M., 2012. Wpływ przechowywania mąki pszennej na wartość wypiekową. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 571, 29–37.
- Ceglińska A., Haber T., Cacak-Pietrzak G., Zmysłowska A., 2006. Dojrzewanie mąki pszennej a jakość pieczywa. *Prz. Zboż. Młyn.* 50 (4), 20–21.
- 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.
- Czubańska M., Rachoń L. 2012. Wpływ poziomu agrotechniki na skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej. *Episteme* 15, 45–52.
- Harasim E., Wesołowski M., 2013. Wpływ retardanta Modus 250 EC i nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 30 (3), 70–77.
- Kasprzak M., Wirkijowska A., 2013. Charakterystyka wybranych wskaźników technologicznych ziarna pszenicy zwyczajnej. *Acta Agrophys.* 20 (1), 77–89.
- Khalil I.H., Carver B.F., Krenzer E.G., MacKown C.T., Horn G.W., Rayas-Duarte P., 2002. Genetic trends in winter wheat grain quality with dual-purpose and grain-only management systems. *Crop Sci.* 42, 1112–1116.
- Knapowski T., Ralcewicz M., Sychaj-Fabisiak E., Łożek O., 2010. Ocena jakości ziarna pszenicy ozimej uprawianej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 27 (1), 73–80.
- Kocoń A., 2005. Nawożenie jakościowe pszenicy jarej i ozimej a plon i jakość ziarna. *Pam. Puł.* 139, 55–64.

- Krawczyk P., Ceglińska A., Izdebska K., 2008a. Porównanie właściwości reologicznych ciasta i pieczywa otrzymanego z mąki orkiszu i pszenicy zwyczajnej. *Żyw. Nauka Technol. Jakość* 4 (59), 141–151.
- Krawczyk P., Ceglińska A., Kardialik J., 2008b. Porównanie wartości technologicznej ziarna orkiszu z pszenicą zwyczajną. *Żyw. Nauka Technol. Jakość* 5 (60), 43–51.
- Krejčířová L., Capouchová I., Petr J., Bicanová E., Faměra O., 2007. The effect of organic and conventional growing systems on quality and storage protein composition of winter wheat. *Plant Soil Environ.* 53 (11), 499–505.
- Krejčířová L., Capouchová I., Petr J., Bicanová E., Kvapil R., 2006. Protein composition and quality of winter wheat from organic and conventional farming. *Agriculture* 93 (4), 285–296.
- Makowska A., Obuchowski W., Adler A., Sulewska H., 2008. Charakterystyka wartości przemiałowej i wypiekowej wybranych odmian orkiszu. *Fragm. Agron.* 1 (97), 228–239.
- Mazurkiewicz J., 2005. Porównanie jakości technologicznej pszenicy i żyta uprawianych w warunkach konwencjonalnych i gospodarstwa ekologicznego. *Acta Agrophys.* 6 (3), 729–741.
- Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., Keutgen A., Wszelaczyńska E., Pobereźny J., 2014. Cechy technologiczne badanych odmian ziarna pszenicy ozimej uprawianych w warunkach Polski i Wielkiej Brytanii. *Inż. Chem.* 5 (2), 96–98.
- Nowogródzka T., 2012. Stan i perspektywy rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce. Materiały Konferencyjne. *Zesz. Nauk. SGGW. Problemy rolnictwa światowego* 12 (27) 2, 54–65.
- PN-R-65950:1994. Materiał siewny. Metody badania nasion.
- PN-ISO 7971-2:2008. Ziarno zbóż. Oznaczenie gęstości w stanie zsypanym, zwanej masą hektolitra.
- PN-ISO 3093:2007. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- PN-75-A-04018:1975. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
- PN-EN ISO 21415-2:2008. Pszenica i mąka pszenna. Ilość glutenu. Cz. 2. Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych.
- PN-A-74043-3:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie glutenu mokrego. Mąka pszenna.
- PN-ISO 5529:1998. Pszenica. Oznaczenie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego.
- PN-EN ISO 5530-1:2015-01. Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta. Cz. 1. Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- Podolska G., Krasowicz S., Sułek A., 2005a. Ocena ekonomiczna i jakościowa upraw pszenicy ozimej przy różnym poziomie nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 139, 175–188.
- Podolska G., Stankowski S., Podolski B., 2005b. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych. *Pam. Puł.* 139, 189–200.
- Rachoń L., Szumiło G., 2009. Comparison of chemical composition of selected winter wheat species. *J. Elementol.* 14 (1), 135–146.
- Smatanová N., Lacko-Bartošová M., 2012. Baking quality of *triticum aestivum* l. cultivated in sustainable farming systems. *Res. J. Agric. Sci.* 44 (1), 146–149.
- Stankowski S., Smagacz J., Hury G., Ułasik S., 2008. Wpływ intensywności nawożenia azotem na jakość ziarna i mąki odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7 (3), 105–114.
- Stępniewska S., 2013. Zależność pomiędzy aktywnością enzymów amylolitycznych a cechami reologicznymi ciasta pszennego. *Acta Agrophys.* 20 (3), 463–472.
- Wacławowicz R., Parylak D., Śniady R., 2005. Następczy wpływ nawożenia organicznego oraz mineralnego azotowego na plonowanie oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 139, 277–288.
- Weber R., 2013. Wpływ sposobu uprawy roli i wysokości ścierny na cechy jakościowe ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej. *Nauka Przyr. Technol.* 1 (18), 1–10.
- Woźniak A., 2006. Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5 (2), 99–106.
- Woźniak A., Gontarz D., 2005. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy ozimej w zmianowaniu i poziomu agrotechniki na cechy jakościowe ziarna. *Biul. IHAR* 237/238, 3–11.

Summary. The research material included the cultivars of winter wheat grain from field experiments conducted in 2007–2008 by the National Research Center of Mecklenburg and Western Pomerania (LFA) in Gülzow. The first factor was the system of farming (conventional, ecological) and the second factor was the cultivars of winter wheat (Akteur, Mulan, Hermann and Schamane). The physical properties of grain, quality properties and farinograph were determined. A higher value of the weight of a thousand grains and the test weight was obtained after the application of the conventional cultivation system. Winter wheat grain obtained from the conventional cultivation system was characterized by a better quality than the grain from the ecological system. Significantly higher values were obtained for all quality properties except for the falling number. The use of the conventional system obtained better farinograph properties compared to the ecological one. The exception was the development time for which there were no significant differences. In the case of cultivars Akteur and Mulan a stronger growth dough stability was obtained in the conventional system compared to other cultivars. The best quality of grain and flour was characteristic of cultivar Akteur and the worst of cultivar Hermann.

Key words: winter wheat, conventional system, ecological system, cultivars