

WPŁYW NAWOŻENIA POPIOŁEM Z BIOMASY, WAPNEM I GIPSEM NA CECHY JAKOŚCIOWE ZIARNA, MĄKI I CIASTA Z PSZENICY JAREJ ODMIANY ŻURA

Hanna Siwek¹, Magdalena Sobolewska², Grzegorz Hury², Marzena Gibczyńska¹

¹ Zakład Chemii, Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, e-mail: marzena.gibczynska@zut.edu.pl

² Katedra Agronomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

STRESZCZENIE

W pracy analizowano wpływ nawożenia popiołami z biomasy, wapnem i gipsem na cechy jakościowe ziarna, mąki i ciasta pszenicy jarej odmiany Żura. Doświadczenie zrealizowano w roku 2016 we wsi Noskowo (54°38'N, 16°82'S), zlokalizowanej w powiecie sławieńskim w województwie zachodniopomorskim. W badaniach porównywano trzy czynniki: popiół z drewna i popiół ze słomy (I. czynnik), 2 rodzaje dodatku do popiołu: wapno lub gips (II. czynnik), 4 dawki mieszaniny popiołu z wapnem lub gipsem: 2, 4, 6 t · ha⁻¹ (III. czynnik). Stosując nawożenie popiołem ze słomy uzyskano wyższą wartość MTZ ziarna pszenicy jarej Żura. Dawki popiołów z biomasy oraz zastosowane wapno nazwie handlowej PROFITKALK lub gips SulfoPROFIT nie miały wpływu na wielkość tego parametru. Zróżnicowane nawożenie popiołami w połączeniu ze zwiększającą się dawką nawozu wapniowego lub gipsowego nie modyfikowało parametrów ziarna badanej pszenicy jarej: gęstość ziarna w stanie zsypanym, liczby opadania, zawartości białka i skrobi, ilości glutenu oraz wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego. Stosując nawożenie popiołem z biomasy z drzewa lub ze słomy podczas uprawy pszenicy Żura uzyskano zróżnicowanie czasu stałości ciasta, i rozmiękczenie ciasta po 10 i 12 minutach. Czas stałości ciasta, i rozmiękczenie ciasta po 10 i 12 minutach z ciasta otrzymanego z pszenicy Żura nie były istotnie determinowane wielkością dawki popiołów z biomasy oraz zastosowanym nawozem wapniowym lub nawozem gipsowym, wyjątek stanowił parametr rozmiękczenie ciasta z mąki po 12 minutach. Zastosowane w badaniach nawożenie umożliwiło uzyskanie ziarna pszenicy jarej Żura o odpowiednich parametrach jakościowych.

Słowa kluczowe: popiół z biomasy, wapno, gips, cechy jakościowe ziarna, mąki i ciasta, pszenica jara Żura

THE EFFECT OF FERTILIZATION WITH BIOMASS, LIME AND GYPSUM ASH ON THE QUALITIES OF GRAIN, FLOURS AND DOUGH FROM SPRING WHEAT OF ŻURA VARIETY

ABSTRACT

The effect of ash from biomass, lime and gypsum fertilization on quality of grain, flour and dough of spring wheat variety Żura was analysed. The experiment was conducted in 2016 in the village Noskowo (54°38'N, 16°82'S), located in the district of Sławno in the West Pomeranian Voivodeship. The study compared three factors: wood ash and straw ash (I. factor), 2 types of ash additive: lime or gypsum (factor II), as well as 4 doses of ash mixture with lime or gypsum: 2, 4, 6 t Ha⁻¹ (factor III). After application of straw ash, a higher MTZ value of spring wheat grain was obtained. The doses of biomass ash and the lime (the trade name PROFITKALK or SulfoPROFIT gypsum) did not affect the value of this parameter. Differentiated ash fertilization in combination with increasing doses of calcium or gypsum fertilizer did not modify the seed parameters of spring wheat: density of the grain in the test weight, falling number, protein and starch content, gluten content and Zeleny test. By applying ash from biomass obtained from wood or straw the dough stability time was varied, and the dough softening occurred after 10 and 12 minutes. Dough stability and softening after 10 and 12 minutes of dough obtained from wheat Żura were not significantly affected by the dose of ash from biomass and the applied calcium fertilizer with or gypsum fertilizer. The softening of flour dough after 12 minutes constituted an exception. The application of fertilization in the studies enabled to obtain the appropriate quality parameters of Żura spring wheat .

Keywords: ash from biomass, lime, gypsum, quality of grain, farinograph tests of flour and dough, Żura spring wheat

WSTĘP

Wysokie walory jakościowe ziarna pszenicy jarej sprawiają, że gatunek ten należy do jednych z najcenniejszych zbóż uprawianych w Polsce. Stosunkowo słabo rozwinięty system korzeniowy pszenicy jarej powoduje, że ma ona największe wymagania glebowe spośród wszystkich zbóż. W związku z tym dostosowanie składu i ilości wysiewanych nawozów jest ważnym czynnikiem, warunkującym wysokie plony o odpowiedniej jakości.

Coraz powszechniejsze staje się zastosowanie popiołów z biomasy jako materiału nawozowego. W literaturze, dotyczącej tego zagadnienia, znajdujemy szereg prac omawiających wpływ popiołów z drewna oraz słomy roślin uprawnych na jakość uprawianych roślin [Park i in. 2005, Yeledhalli i in. 2008, Piekarczyk i in. 2011, Stankowski i in. 2014].

Pszenica jara jak i inne zboża nie należy do roślin o dużym zapotrzebowaniu na siarkę, jednak jej niedobory niekorzystnie wpływają na wykorzystanie azotu, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia plonu ziarna i jego jakości. Stosując nawożenie popiołami wskazane jest uzupełnianie ich odpowiednimi makroskładnikami w celu zachowania prawidłowych proporcji pomiędzy ilością poszczególnych składników.

W niniejszej pracy analizowano wpływ nawożenia popiołami z biomasy, wapnem i gipsem na cechy jakościowe ziarna, mąki i ciasta pszenicy jarej odmiany Żura (*Triticum aestivum* var. *Żura*).

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie zrealizowano w roku 2016 we wsi Noskowo (54°38'N, 16°82'S), zlokalizowanej w powiecie sławieńskim w województwie zachodniopomorskim. W badaniach porównywano trzy czynniki: popiół z drewna i popiół ze słomy (I. czynnik), 2 rodzaje dodatku do popiołu: wapno lub gips (skład mieszaniny: 60% popiołu i 40 % wapna lub gipsu) (II. czynnik), 4 dawki mieszaniny popiołu z wapnem lub gipsem: 2, 4, 6 t · ha⁻¹ (III. czynnik). Nawożenie wykonano jesienią 2015 roku.

Wartość pH popiołu ze słomy oznaczonego w H₂O i w KCl wynosiła odpowiednio 10,2, i 10,0, a zawartość makroskładników wynosiła: P-20,8; K-80,9; Mg-3,9; Ca-15,6 g · kg⁻¹ s.m. Odczyn popiołu z drewna oznaczony w H₂O wynosił

pH=12,3, a w KCl pH=12,5. Zawartość makroskładników była odpowiednio: P-13,6; K-6,8; Mg-6,4; Ca-35,4 g · kg⁻¹ s.m.

Zastosowane wapno nawozowe to nawóz wapniowy pocelulozowy, odmiana 07, o nazwie handlowej PROFITKALK o zawartości wapnia równej 39,2% CaO. Drugą stosowaną formą wapna nawozowego był gips, o nazwie handlowej SulfoPROFIT, który jest nawozem stałym, pylistym o zawartości CaO 27% i SO₄ 37%.

Doświadczenie założono metodą losowych bloków w 2 powtórzeniach, na piasku gliniastym mocnym. Powierzchnia poletka wynosiła 500 m². Materiał do analizy stanowiło ziarno pszenicy jarej odmiany Żura (*Triticum aestivum* var. *Żura*), która należy do grupy jakościowej chlebowej A. Pszenica została wyhodowana przez HRR „Nasiona Kobierzyc” Sp. z o.o., do Krajowego Rejestru Odmian wpisana została 01.02. 2002 roku a wygaśnięcie wpisu nastąpi 31.12.2022. Jest odmianą pszenicy przydatną na cele młynarsko-piekarskie. Charakteryzuje się dość małą odpornością na rdzę brunatną, żdźbłową i choroby podstawy żdźbła, na pozostałe choroby przeciętną.

Przedplon stanowił rzepak. Nawozy azotowe wysiane zostały 2–4 kwietnia 2016 roku w ilości 120 kg siarczanu amonu i 300 kg mocznika oraz 28 maja 150 kilogramów mocznika na hektar. Pszenica zebrana została 15 sierpnia 2016 roku. Zabiegi pielęgnacyjne zasiewów realizowano zgodnie z zasadami Dobrej Praktyki Rolniczej.

Warunki meteorologiczne. Główny Urząd Statystyczny oceniając warunki meteorologiczne w okresie wegetacyjnym w roku 2016 podaje, że pogoda w marcu sprzyjała obsychaniu pól i ogrzewaniu gleby, a także wegetacji. Występujące w kwietniu chłodne dni z niedoborem opadów hamowały tempo wzrostu i rozwoju roślin. Niedobór opadów, spowodował, że potrzeby wodne upraw nie były w pełni zaspokojone. Na początku maja ciepła i słoneczna pogoda sprzyjała wzrostowi i rozwojowi roślin. W wyniku wiosennego niedoboru opadów stan wielu upraw, uległ pogorszeniu. Notowane w czerwcu opady deszczu, poprawiły stan uwilgotnienia gleby [www.gospodarz.pl].

Analiza jakościowych cech ziarna pszenicy jarej odmiany Żura

Przemiał ziarna wykonano na 6-walcowym młynie laboratoryjnym produkcji Zakładu Badawczego Przemysłu Piekarskiego w Bydgosz-

czy. Uzyskaną mąkę poddano przesianiu na odświewaczu laboratoryjnym, na sitach o średnicy oczek (265 μm – do oceny farinograficznej, 230 μm – do oznaczania ilości glutenu, 150 μm – do oznaczania wskaźnika sedymentacji). Analizę wartości wypiekowej ziarna przeprowadzono na próbach z 2 replikacji.

W ziarnie pszenicy oznaczono: masę tysiąca ziaren (MTZ), gęstość ziarna w stanie zsypanym, liczbę opadania (LO), zawartość białka, glutenu i skrobi, wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego. Oznaczenia przeprowadzono według norm, MTZ zgodnie z PN-68/R-74017:1968, a gęstość w stanie zsypanym zgodnie z PN-EN ISO 7971-3:201, wartość tego parametru została odczytana z tablic redukcyjnych. LO oznaczono według normy PN-EN ISO 3093:2010 stosując metodę Hagberga-Pertena. Oznaczenie zawartości białka przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN ISO 20483:2014-02P, przyjmując przelicznik azotu na białko 5,7. Ilość glutenu oznaczono według normy [PN-EN ISO 21415-2:2015-12] na urządzeniu Gluten Index Pertena. Oznaczenie przeprowadzono w próbce mąki przesianej przez sito 230 μm , do której dodano 2% solankę. Następnie zważono powstały gluten a wynik pomnożono przez 10, otrzymując łączną masę glutenu wyrażoną w procentach. Zawartość skrobi oznaczano stosując Megazyme kit, według procedury AOAC [AOAC 1995]. Wskaźnik sedymentacji mąki Zeleny'ego oznaczono według normy PN-EN ISO 5529:2010E na aparacie składającym się pulpitu pomiarowego oraz wyciążarki typ SWD – 89 Sadkiewicza.

Analiza farinograficznych cech mąki i ciasta z pszenicy ozimej odmiany Kilimanjaro

Oznaczenie wykonano na aparacie Farinograph Brabender z zastosowaniem głowicy typ 50 zgodnie z normą [PN-EN ISO 5530-1:2015-01]. Określono następujące parametry: wodochłonność mąki, czas rozwoju i stabilności ciasta, stopień rozmiękczenia po 10 i 12 minutach.

Analiza statystyczna wyników

Wyniki opracowano statystycznie przy pomocy analizy wariancji w układzie 3 czynnikowym bloków losowych. Półprzedziały ufności wyliczono stosując wielokrotny test Tukey'a, przyjmując poziom istotności $p=0,05$. Analizę statystyczną wyników przeprowadzono za pomocą programu Statistica 10.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

Cechy jakościowe ziarna pszenicy

Masa 1000 ziaren pszenicy Żura określana jest jako duża i według Listy Opisowej Odmian COBORU wynosi 43,4 g [Lista Opisowa Odmian 2005]. Stosując nawożenie popiołem ze słomy uzyskano wartość MTZ równą 43,8 g oraz wyższą niż przy zastosowaniu popiołu z drewna (tab. 1). Kołodziejczyk i in. [2009] badając wpływ intensywności uprawy podają wielkość zbliżoną 42,8 g. Zastosowanie w celach nawozowych wapna lub gipsu jak i zwiększanie dawki popiołów nie miało wpływu na masę tysiąca ziaren pszenicy Żura (tab. 2 i 3). Dla porównania Cacak-Pietrzak i in. [2004] podają, że dla pszenicy jarej odmiany Sigma zastosowane nawożenie siarką spowodowało statystycznie istotne różnice w masie 1000 ziaren, przy czym obserwowane zmiany były nieregularne.

Gęstość w stanie zsypanym jest wielkością powiązaną z wartością MZT oraz decyduje o jego wartości przemiałowej. Ziarno pszenicy Żura charakteryzowało się średnią gęstością w stanie zsypanym wynoszącą 71,8 $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$. W literaturze dotyczącej pszenicy podawane są zbliżone wartości gęstości w stanie zsypanym. Woźniak i Gontarz [2011] przedstawiają wartości w zakresie od 70,8 do 71,6 $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$. Kasprzak i Wirkijowska [2013] charakteryzując wybrane wskaźniki technologiczne podają, dla pszenicy jarej Ostki Smoliczkiej gęstość ziarna w stanie zsypanym wynoszącą 76,5 $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$. Zastosowane warianty nawozowe oraz rodzaj materiałów nawozowych w postaci popiołów, wapna lub gipsu nie miały wpływu na zmiany gęstości w stanie zsypanym ziarna pszenicy Żura (tab. 1, 2 i 3).

Liczba opadania wskazuje na stan aktywności enzymów amylolytycznych w ziarnie mających wpływ na przydatność mąki z tego ziarna do wypieku oraz jego stan fizjologiczny będący wyróżnikiem jego trwałości przechowalności. Najkorzystniejsza liczba opadania mieści się w granicach 250–350 sekund [www.wodr.poznan.pl]. W przeprowadzonych badaniach średnie wartości liczby opadania zmykały się w wąskim zakresie od 200 do 208 s. i były zdecydowanie niższe od wartości 297 s, która została podana przy charakterystyce pszenicy [www.agro-technika.pl]. Nawożenie popiołem z biomasy drzewnej i z biomasy ze słomy nie różnicowało wartości liczby opadania. Zwiększenie dawek popiołów oraz

Tabela 1. Cechy jakościowe ziarna pszenicy w zależności od rodzaju popiołu z biomasy**Table 1.** Wheat grain quality depending on the type of ash from biomass

Cecha	Rodzaj popiołu		Średnia	LSD _{0,05}
	drewno	słoma		
Masa tysiąca ziaren (MTZ) [g]	40,0	43,8	41,9	1,80
Gęstość ziarna w stanie zsypanym [kg·hl ⁻¹]	72,4	71,2	71,8	r.n.
Liczba opadania (LO) [s]	200	208	204	r.n.
Zawartość białka[%]	14,9	14,6	14,8	r.n.
Ilość glutenu [%]	30,0	29,6	29,8	r.n.
Zawartość skrobi[%]	68,4	69,2	68,8	r.n.
Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego [cm ³]	60,9	60,5	60,7	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – n.s. not significant difference.

Tabela 2. Cechy jakościowe ziarna pszenicy w zależności od rodzaju nawozu**Table 2.** Wheat grain quality depending on the type of fertilizer

Cecha	Rodzaj nawozu		Średnia	LSD _{0,05}
	wapno	gips		
Masa tysiąca ziaren (MTZ) [g]	41,2	42,6	41,9	r.n.
Gęstość ziarna w stanie zsypanym [kg·hl ⁻¹]	71,4	72,3	71,8	r.n.
Liczba opadania (LO) [s]	201	207	204	r.n.
Zawartość białka[%]	14,8	14,7	14,8	r.n.
Ilość glutenu [%]	30,2	29,4	29,8	r.n.
Zawartość skrobi[%]	68,8	68,8	68,8	r.n.
Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego [cm ³]	61,4	60,0	60,7	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – n.s. not significant difference.

Tabela 3. Cechy jakościowe ziarna pszenicy w zależności od wielkości dawek popiołu**Table 3.** The quality characteristics of wheat grain depending on the dose of ash

Cecha	Dawki popiołu [t·ha ⁻¹]			Średnia	LSD _{0,05}
	2,0	4,0	6,0		
Masa tysiąca ziaren (MTZ) [g]	40,8	42,4	42,5	41,9	r.n.
Gęstość ziarna w stanie zsypanym [kg·hl ⁻¹]	71,8	71,9	71,8	71,8	r.n.
Liczba opadania (LO) [s]	208	207	198	204	r.n.
Zawartość białka[%]	14,8	14,8	14,7	14,8	r.n.
Ilość glutenu [%]	29,7	30,3	29,4	29,8	r.n.
Zawartość skrobi[%]	69,1	68,5	68,9	68,8	r.n.
Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego [cm ³]	60,9	60,6	60,6	60,7	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – n.s. not significant difference.

wprowadzenie do gleby wapna lub gipsu nie miało wpływu na zmiany wartości parametru jakim jest liczba opadania (tab. 2 i 3).

Średnia zawartość białka w pszenicy jarej odmiany Żura uprawianej w doświadczeniu wynosiła 14,8%, wartość zbliżona do podawanej na podstawie wyników z kilkudziesięciu doświadczeń prowadzonych na terenie całego kraju w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego wynoszącej 14,2% [Skrzypek 2014]. Kołodziejczyk i in. (2009) badając wpływ intensywności uprawy uzyskali niższą zawartość białka w pszeni-

cy odmiany Żura, wynoszącą 13,4%. Wyniki przeprowadzonego doświadczenia nie wykazały, istotnej zmiany zawartość białka w ziarnie pszenicy w wyniku zastosowania popiołów z biomasy jak również zwiększenia ich dawek w połączeniu z nawozem wapniowym lub gipsem (tab. 1, 2 i 3). Zawartość azotu w popiele z biomasy jest porównywalna z przeciętną zasobnością gleby na poziomie 1–3 g N·kg⁻¹ [Sumara i in. 2016], może to stanowić uzasadnienie, że wprowadzenie do gleby popiołów z biomasy nie jest działaniem powodującym zmiany ilości białka w uprawianych roślinach.

Ilość glutenu jest ważnym wskaźnikiem jakości technologicznej, jak i wartości odżywczej pszenicy. Pszenica jara Żura charakteryzuje się dość dużą zawartością a jego jakość wyrażona indeksem dobra oceniana jest na 8 w skali 9 stopniowej. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono brak zróżnicowania ilości glutenu w ziarnie pszenicy w wyniku zastosowania różnych popiołów z biomasy oraz wysokością dawki popiołu w połączeniu z wapnem lub gipsem. Zawartość glutenu w ziarnie pszenicy jarej odmiany Żura mieściła się w zakresie od 29,4 do 30,3% (tab. 1, 2 i 3).

Zawartość skrobi, obok ilości i jakości glutenu, decyduje o właściwościach wypiekowych pszenicy i waha się w granicach 58÷80% [Rachon 2013, Flis i Pocner 2008]. Pszenica uprawiana w doświadczeniu charakteryzowała się dużą ilością skrobi wynoszącą średnio 68,8%, która nie zmieniała się istotnie w zależności od zastosowanego nawożenia popiołami z biomasy jak również w wyniku zwiększenia ich dawek w połączeniu z nawozem wapniowym lub gipsem (tab. 1, 2 i 3).

Średnia wartość wskaźnika sedymentacji dla pszenicy jarej odmiany Żura uprawianej w doświadczeniu wynosiła 60,7 cm³ i jest to wartość niższa od podawanej na podstawie wyników z kilkudziesięciu doświadczeń prowadzonych na terenie całego kraju w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego wynoszącej 86 cm³ [Skrzypek 2014]. Zróżnicowane nawożenie popiołami w połączeniu ze zwiększającą się dawką nawozu wapniowego lub gipsu nie modyfikowało wartości wskaźnika sedymentacji (tab. 1, 2 i 3).

Cechy farinograficzne mąki i ciasta

Wodochłonność mąki z ziarna pszenicy mieści się w zakresie od 68,2 do 72,8% [Podolska i in. 2004]. W zrealizowanych badaniach uzyskano wodochłonność mąki z ziarna pszenicy w bardzo wąskim zakresie 60,3÷60,5%. Czas rozwoju ciasta definiujemy jako czas od momentu rozpoczęcia dodawania wody do chwili, w której pojawiają się pierwsze oznaki zmniejszania się konsystencji ciasta. W przypadku mąki otrzymanej z pszenicy jarej odmiany Żura średnia wartość czasu rozwoju ciasta wyniosła 4,95 minut (tab. 4). Wykonana analiza wariancji wskazała, że wartości wodochłonności mąki i czasu rozwoju ciasta nie były istotnie determinowane rodzajem i wielkością dawki popiołów z bioma-

sy oraz zastosowanym nawozem wapniowym lub gipsowym. (tab. 4, 5 i 6).

Stołość ciasta jest miarą stabilności ciasta i tolerancji fermentacyjnej. Długi okres stołości charakterystyczny jest dla mąki mocnej. Ciasto otrzymane z mąki z pszenicy jarej odmiany Żura charakteryzowało się długim czasem stołości ciasta wynoszącym średnio 7,71 minut. Rozmiękczenie oznacza inaczej osłabienie ciasta w czasie procesu miesienia i spowodowane jest osłabieniem struktury ciasta, skróceniem wiązań glutenowych i rozmiękczeniem napęczniałych cząstek glutenu. Rozmiękczenie ciasta z mąki z pszenicy jarej Żura średnio wynosiło 48,5 i 86,1 j.B. odpowiednio po 10 i 12 minutach. Wyniki prezentowanych badań wskazują na większe rozmiękczenie ciasta w porównaniu z wartością 70 j.B. jaką podaje Cacak-Pietrzak, i in. [2014] w porównaniu z pszenicą Jasna, która według COBORU przyjmowana jest za odmianę wzorcową.

Stosując nawożenie popiołem z biomasy z drzewa lub ze słomy podczas uprawy pszenicy Żura uzyskano zróżnicowanie, potwierdzone statystycznie, następujących parametrów: czasu stołości ciasta, i rozmiękczenia ciasta po 10 i 12 minutach (tab. 4). Cechy farinograficzne: czas stołości ciasta, i rozmiękczenia ciasta po 10 i 12 minutach z ciasta otrzymanego z pszenicy Żura nie były istotnie determinowane wielkością dawki popiołów z biomasy oraz zastosowanym nawozem wapniowym o nazwie handlowej PROFITKALK lub nawozem gipsowym. Wyjątek stanowił parametr rozmiękczenie ciasta z mąki po 12 minutach, w przypadku którego zastosowanie do nawożenia gleby gipsu spowodowało poprawę jakości o 24% (tab. 4, 5 i 6).

Podsumowując uzyskane wyniki, należy zauważyć, że o wartości technologicznej ziarna pszenicy w większym stopniu decydują uwarunkowania genetyczne niż nawożenie. Zastosowane w badaniach nawożenie umożliwiło uzyskanie ziarna pszenicy jarej Żura o odpowiednich parametrach jakościowych.

WNIOSKI

1. Stosując nawożenie popiołem ze słomy uzyskano wyższą wartość masy tysiąca ziaren pszenicy jarej Żura. Dawki popiołów z biomasy oraz zastosowane wapno nazwie handlowej PROFITKALK lub gips SulfoPROFIT nie miały wpływu na wielkość tego parametru.

Tabela 4. Cechy farinograficzne mąki i ciasta w zależności od rodzaju popiołu z biomasy**Table 4.** Characteristics of the farinograph tests of flour and dough according to the type of ash from biomass

Cecha	Rodzaj popiołu		Średnia	LSD _{0,05}
	drewno	słoma		
Wodochłonność mąki [%]	60,5	60,3	60,4	r.n.
Czas rozwoju ciasta [min]	4,82	5,08	4,95	r.n.
Czas stałości ciasta [min]	6,73	8,70	7,71	0,732
Rozmiękczenie ciasta po 10 minutach [j.B.]	55,7	41,3	48,5	7,26
Rozmiękczenie ciasta po 12 minutach [j.B.]	100,3	71,8	86,1	10,90

r.n. – różnica nieistotna – n.s. not significant difference.

Tabela 5. Cechy farinograficzne mąki i ciasta w zależności od rodzaju popiołu z biomasy**Table 5.** Characteristics of the farinograph tests of flour and dough according to the type of fertilizer

Cecha	Rodzaj nawozu		Średnia	LSD _{0,05}
	wapno	gips		
Wodochłonność mąki [%]	60,4	60,4	60,4	r.n.
Czas rozwoju ciasta [min]	4,98	4,92	4,95	r.n.
Czas stałości ciasta [min]	4,98	7,43	7,71	r.n.
Rozmiękczenie ciasta po 10 minutach [j.B.]	49,5	47,5	48,5	r.n.
Rozmiękczenie ciasta po 12 minutach [j.B.]	76,8	95,3	86,1	10,90

r.n. – różnica nieistotna – n.s. not significant difference.

Tabela 6. Cechy farinograficzne mąki i ciasta w zależności wielkości dawek popiołu**Table 6.** Characteristics of the farinograph tests of flour and dough according to the dosage of ash

Cecha	Dawki popiołu i wapna [t·ha ⁻¹]			Średnia	LSD _{0,05}
	2,0	4,0	6,0		
Wodochłonność mąki [%]	60,4	60,3	60,4	60,4	r.n.
Czas rozwoju ciasta [min]	4,90	4,88	5,08	4,95	r.n.
Czas stałości ciasta [min]	7,56	7,80	7,78	7,71	r.n.
Rozmiękczenie ciasta po 10 minutach [j.B.]	52,8	46,8	46,0	48,5	r.n.
Rozmiękczenie ciasta po 12 minutach [j.B.]	81,5	86,0	90,8	86,1	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – n.s. not significant difference.

- Zróżnicowane nawożenie popiołami w połączeniu ze zwiększającą się dawką nawozu wapniowego lub gipsowego nie modyfikowało następujących parametrów ziarna badanej pszenicy jarej: gęstość ziarna w stanie zsypanym, liczby opadania, zawartości białka i skrobi, ilości glutenu oraz. wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego.
- Wartości wodochłonności mąki i czasu rozwoju ciasta nie były istotnie determinowane rodzajem i wielkością dawki popiołów z biomasy oraz zastosowanym nawozem wapniowym lub gipsowym.
- Stosując nawożenie popiołem z biomasy z drzewa lub ze słomy podczas uprawy pszenicy Żura uzyskano zróżnicowanie czasu stałości ciasta, i rozmiękczenia ciasta po 10 i 12 minutach.
- Czas stałości ciasta, i rozmiękczenie ciasta po 10 i 12 minutach z ciasta otrzymywanego z pszenicy Żura nie były istotnie determinowane wielkością dawki popiołów z biomasy oraz zastosowanym nawozem wapniowym o nazwie handlowej PROFITKALK lub nawozem gipsowym SulfoPROFIT, wyjątek stanowił parametr rozmiękczenie ciasta z mąki po 12 minutach.
- Zastosowane w badaniach nawożenie umożliwiło uzyskanie ziarna pszenicy jarej Żura o odpowiednich parametrach jakościowych.

LITERATURA

1. AOAC, 2012. Official methods of analysis of AOAC International. 19th ed., Gaithersburg.
2. Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., Lisiecki M., Podleśna A. 2004. Wpływ różnych poziomów nawożenia azotem i siarką na parametry jakościowe ziarna pszenicy. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 28–30.
3. Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Jończyk K.: Wartość wypiekowa mąki z ziarna odmian pszenicy uprawianych w ekologicznym systemie produkcji. 2014, *Zesz. Problemowe. Postępy Nauk Rolniczych.*, 576, 23–32.
4. Flis K., Procter A. 2008. *Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem: Cz. 2.* Wyd. WSiP, Warszawa, 42.
5. Kasprzak M., Wirkijowska A. 2013. Charakterystyka wybranych wskaźników technologicznych ziarna pszenicy zwyczajnej. *Acta Agrophysica*, 20(1), 77–89.
6. Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Oleksy A. 2009. Wpływ intensywności uprawy na zawartość białka oraz wybrane cechy fizyczne ziarna pszenicy jarej. *Fragmenta Agronomica*, 26(4), 55–64.
7. Lista opisowa odmian 2005. Rośliny rolnicze (zbożowe, przemysłowe). Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka 2005.
8. Park B.B., Yanai R.D., Sahm J.M., Lee D.K. Abrahamson L.P. 2005. Wood ash effects on plant and soil in a willow bioenergy plantation. *Biomass Bioenergy*, 28, 355–365.
9. Piekarczyk M., Kotwica K., Jaskulski D. 2011. Skład elementarny popiołu ze słomy i siana w aspekcie jego rolniczego wykorzystania. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, 10(2), 97–104.
10. PN-68/R-74017:1968 – Ziarno zbóż i nasiona strączkowe jadalne. Oznaczanie masy 1000 ziarn.
11. PN-EN ISO 20483:2014–02P – Produkty rolniczo – żywnościowe, Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
12. PN-EN ISO 21415–2:2015–12 – Pszenica i mąka pszenna – Ilość glutenu.
13. PN-EN ISO 3093:2010 – Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina – Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
14. PN-EN ISO 5529:2010E Pszenica – Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego – Test Zeleny’ego.
15. PN-EN ISO 5530–1:2015–01 – Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Część 1: Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
16. PN-EN ISO 7971–3:2010 – Ziarno zbóż – Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym, zwanej masą hektolitra – Część 3: Metoda rutynowa.
17. Podolska G., Stypuła G., Stankowski S. 2004. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od intensywności ochrony zasiewów. *Annales UMCS, Sec. E, Agricultura*, 59(1), 269–276.
18. Rachoń L., Szumiło G., Kurzydłowska I. 2013. Wpływ intensywności technologii produkcji na jakość ziarna pszenicy zwyczajnej, twardej, orkisz i jednoziarnistej, *Annales UMCS, Sec. E, Agricultura*, 281(2), 60–68.
19. Skrzypek A. 2014. Najplenniejsze odmiany pszenicy jarej na 2014 rok Wartość gospodarcza odmian pszenicy jarej badana jest w kilkudziesięciu doświadczeniach prowadzonych na terenie całego kraju w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego (PDOiR). *Raport Rolnicy technika i technologia w rolnictwie*. 1–2, 12.
20. Stankowski S., Hury G., Gibczyńska M., Jurgiel-Małecka G. 2014. Wpływ stosowania wapna, popiołu z biomasy i kompostu oraz preparatu EM na plonowanie i komponenty plonu pszenicy. *Inżynieria Ekologiczna*, 38, 17–25.
21. Sumara A., Stankowski S., Gibczyńska M., Jurgiel-Małecka G. 2016. Ocena przydatności do celów nawozowych popiołów z pelletów spalanych przy zastosowaniu palnika zgazowującego typu LES-TER. *Inżynieria Ekologiczna*, 50, 139–144.
22. Woźniak A., Gontarz D. 2011. Ocena wybranych wyróżników jakości ziarna pszenicy twardej odmiany Floradur w zależności od uprawy roli i nawożenia azotem. *Acta Agrophysica*, 18(2), 481–489.
23. Yeledhalli N.A., Prakash S.S., Ravi M.V., Narayanarao K. 2008. Long-term effect of fly ash on crop yield and soil properties. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 21 (4), 507–512.
24. www.gospodarz.pl
25. www.wodr.poznan.pl
26. www.agro-technika.pl/archiwa/pszenica-jarawybrac-odmiane/ 10.03.2017.