

¹ Katedra Agronomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

² Zakład Chemii, Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska, Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin
e-mail: marzena.gibczynska@zut.edu.pl

HANNA SIWEK², MAGDALENA SOBOLEWSKA¹,
GRZEGORZ HURY¹, MARZENA GIBCZYŃSKA²

Wpływ nawożenia popiołem z biomasy i wapnem na cechy jakościowe ziarna, mąki i ciasta z pszenicy ozimej odmiany RGT Kilimanjaro (*Triticum aestivum* var. Kilimanjaro)

The effect of fertilization with ash from biomass and lime on the characteristics of grain, flour and dough from winter wheat varieties RGT Kilimanjaro (*Triticum aestivum* var. Kilimanjaro)

Streszczenie. W niniejszej pracy analizowano wpływ nawożenia popiołami z biomasy i wapnem na cechy jakościowe ziarna, mąki i ciasta z pszenicy ozimej odmiany RGT Kilimanjaro. Stosując nawożenie popiołem ze słomy, uzyskano większą wartość MTZ i wskaźnika sedymentacji ziarna pszenicy ozimej. Zwiększanie dawki popiołów zarówno z biomasy, jak i nawozu wapniowego powodowało istotne obniżenie wartości MTZ ziarna pszenicy ozimej. Zróżnicowane nawożenie popiołami w połączeniu ze zwiększającą się dawką nawozu wapniowego nie modyfikowało następujących parametrów ziarna pszenicy ozimej: wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, gęstości ziarna w stanie zsypanym, liczby opadania, zawartości białka i skrobi oraz ilości glutenu. Cechy farinograficzne mąki nie były istotnie determinowane rodzajem i wielkością dawki popiołów z biomasy oraz zastosowanym nawozem wapniowym o nazwie handlowej Profitalk z wyjątkiem parametru rozmiękczenia ciasta po 12 minutach. Zastosowane w doświadczeniu nawożenie gleby popiołami z biomasy i wapnem nie obniżyło jakości ziarna pszenicy ozimej odmiany RGT Kilimanjaro i uzyskane parametry nadal pozwalają zaklasyfikować ją do grupy jakości A.

Słowa kluczowe: popiół z biomasy, wapno, cechy jakościowe ziarna, cechy mąki i ciasta, pszenica ozima odmiany RGT Kilimanjaro

WSTĘP

Propagowana dekarbonizacja gospodarki jest czynnikiem generującym popioły innego typu, przykładowo z drewna czy słomy. Popioły te mogą mieć zastosowanie jako materiał nawozowy, jednakże powinny być stosowane w sposób odpowiedni, poprzedzo-

ny wnikliwymi badaniami i niewpływający na nieodpowiednie zmiany parametrów uprawianych roślin. W literaturze przedmiotu można spotkać szereg prac podkreślających korzystne właściwości nawozowe popiołów z drewna oraz słomy roślin uprawnych [Yeledhalli i in. 2008, Kowalczyk-Juško 2009, Piekarczyk i in. 2011, Guo i in. 2012]. W wielu pracach omawiane są ogólnie zagadnienia dotyczące składu chemicznego zarówno roślin, jak i gleby w wyniku nawożenia popiołami z biomasy [Cieśluk i in. 2011, Piekarczyk i in. 2012], z kolei w mniejszym stopniu analizowane są zmiany jakości uprawianych roślin.

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

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie zrealizowano w roku 2016 w miejscowości Wrześnica (54°40'N, 16°77'S), zlokalizowanej w powiecie sławieńskim, w województwie zachodniopomorskim. W badaniach porównywano dwa czynniki: I. popiół z drewna i popiół ze słomy, II. 4 dawki mieszaniny popiołu z wapnem (skład mieszaniny w proporcji 70% popiołu i 30% wapna). Kolejne dawki były następujące: I. 0; II. 7 + 2,1; III. 14 + 4,2; IV. 21 + 6,3 t·ha⁻¹.

Wartość pH popiołu ze słomy oznaczonego w H₂O i w KCl wynosiła odpowiednio 10,2, i 10,0. Zawartość rozpuszczalnych makroskładników wynosiła P 20,8; K 80,9; Mg 3,9; Ca 15,6 g·kg⁻¹ s.m. Wartość pH popiołu z drewna oznaczonego w H₂O wynosiła 12,3, a w KCl 12,5. Zawartość rozpuszczalnych makroskładników wynosiła: 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.

Nawożenie zastosowano jesienią 2015 r. przed siewem pszenicy, wykonanym 25 września. Doświadczenie założono metodą losowych bloków w 2 powtórzeniach, na piasku gliniastym mocnym, charakteryzującym się pH 6,4, C_{org} 11,0 g·kg⁻¹, P_{przysw} 37,0 mg·kg⁻¹, K_{przysw} 177 mg·kg⁻¹, Mg_{wym} 165 mg·kg⁻¹. Powierzchnia poletka wynosiła 500 m². Materiał do analizy stanowiło ziarno pszenicy ozimej odmiany Kilimanjaro (*Triticum aestivum* var. Kilimanjaro). Pszenicę uprawiano na stanowisku po rzepaku ozimym. Nawozy azotowe wysiane zostały 2–4 kwietnia 2016 r. w ilości 120 kg siarczanu amonu (25,5 kg N) i 300 kg mocznika (140 kg N) na ha oraz 28 maja 150 kilogramów mocznika (70 kg N) na ha. Pszenica zebrana została 15 sierpnia 2016 r. Zabiegi pielęgnacyjne zasiewów realizowano zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej.

Warunki meteorologiczne

Utrzymująca się w listopadzie 2015 r. dość wysoka temperatura powietrza podtrzymywała wegetację roślin – z jednej strony stwarzała korzystne warunki dla wschodów, wzrostu i rozwoju ozimin, z drugiej występujące w tym okresie niedobory wilgoci w glebie spowodowały słabsze wyrośnięcie roślin przed zimą. Styczeniowe mrozy, przy braku okrywy śnieżnej, spowodowały straty w zasiewach zbóż ozimych. Przebieg pogody w lutym 2016 r. stwarzał nieznaczne zagrożenie dla roślin, a utrzymująca się w trakcie

miesiąca dość wysoka temperatura powietrza i gleby powodowała zakłócenia w zimowym spoczynku roślin. 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. Ciepła i słoneczna pogoda na początku maja 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.weatheronline.pl].

Analiza jakościowych cech ziarna pszenicy ozimej odmiany Kilimanjaro

Przemiał ziarna wykonano na 6-walcowym młynie laboratoryjnym produkcji Zakładu Badawczego Przemysłu Piekarskiego w Bydgoszczy. Uzyskaną mąkę przesiano na odsiewaczu laboratoryjnym, na sitach o odpowiedniej 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 azotu – przeliczając na 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 7971-3:2010, wartość tego parametru została odczytana z tablic redukcyjnych. Liczbę opadania 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. W tym celu wykorzystano próbkę mąki przesianą 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 [2012]. Wskaźnik sedymentacji mąki Zeleny'ego oznaczono według normy PN-EN ISO 5529:2010E na aparacie składającym się z pulpitu pomiarowego oraz wytrząsarki 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 oraz stopień rozmiękczenia po 10 i 12 minutach.

Analiza statystyczna wyników

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji w układzie 2-czynnikowym bloków losowych. Półprzedziały ufności wyliczono, stosując wielokrotny test Tukeya, przyjmując poziom istotności $p = 0,05$. Analizę statystyczną wyników przeprowadzono za pomocą programu Statistica 10.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

W Polsce pszenica ozima odmiany RGT Kilimanjaro wpisana została do Krajowego Rejestru Odmian w 2014 r., a dobre wyniki jakościowe ziarna spowodowały zakwalifikowanie jej do grupy jakości A.

Cechy jakościowe ziarna pszenicy

Masa tysiąca ziaren jest podstawowym wskaźnikiem jakości towarowej ziarna zbóż i wyróżniającą cechą dla różnych odmian. Stosując nawożenie popiołem ze słomy, uzyskano większą wartość MTZ niż przy nawożeniu popiołem z drewna (tab. 1). Zwiększanie dawki powodowało istotne obniżenie wartości MTZ do poziomu podawanego jako charakterystyczny dla tej odmiany, czyli 45,9 g (tab. 2). Porównywalnie w wielu pracach autorzy wskazują na zmniejszenie się wielkości ziarniaków w miarę zwiększania dawki nawożenia [Achremowicz i Zajac 1993, Stankowski i in. 2008, Biel i Jaroszevska 2016].

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

Cecha Characteristic	Rodzaj popiołu Type of ash		Średnia Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	drewno wood	słoma straw		
Masa tysiąca ziaren (g) Thousand grain weight (g)	46,5	48,9	47,7	1,73
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Density of the grain in the test weight (kg·hl ⁻¹)	72,7	72,8	72,8	r.n. n.s.
Liczba opadania (LO) Falling number (s)	264	257	261	r.n. n.s.
Zawartość białka Protein content (%)	15,8	16,4	16,1	r.n. n.s.
Ilość glutenu Gluten content (%)	34,2	35,8	35,0	r.n. n.s.
Zawartość skrobi Content of starch (%)	65,9	65,8	65,9	r.n. n.s.
Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego Zeleny test (cm ³)	64,2	67,0	65,6	2,66

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

Gęstość w stanie zsypanym charakteryzuje dorodność i wykształcenie ziarna. Ziarno pszenicy o dobrej jakości powinno cechować się gęstością na poziomie co najmniej 72 kg·hl⁻¹. Uprawiana w doświadczeniu pszenica spełnia powyższe wymagania (tab. 1 i 2). Zastosowane warianty nawozowe oraz rodzaje popiołów nie miały wpływu na zmiany tego parametru.

Liczba opadania jest parametrem jakościowym, informującym o poziomie aktywności enzymów amylolitycznych w ziarnach zbóż i określa przydatność ziarna do dalszego wykorzystania. Najkorzystniejsza liczba opadania mieści się w granicach 250–350 s. W przeprowadzonych badaniach średnie wartości liczby opadania były w wąskim zakresie od 257 do 269 s, co pozwala ocenić tę cechę jakościową pszenicy jako bardzo wysoką [www.ragtsemences.com]. Nawożenie popiołem z biomasy drzewnej i ze słomy nie powodowało różnicy wartości liczby opadania, a różnica wynosiła poniżej 5% (tab. 1). Zwiększenie dawek popiołów i wprowadzenie wapna nie miało wpływu na zmiany wartości parametru, jakim jest liczba opadania (tab. 2).

Tabela 2. Cechy jakościowe ziarna pszenicy w zależności od wielkości dawek popiołu i wapna
Table 2. Traits characteristics of wheat grain depending on the dose of ash and lime

Cecha Trait	Dawki popiołu i wapna Dose of ash and lime (t·ha ⁻¹)				Średnio Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	0	7 + 2,1	14 + 4,2	21 + 6,3		
Masa tysiąca ziaren (MTZ) Thousand grain weight (g)	49,4	48,5	47,1	45,9	47,7	3,40
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Density of the grain in the test weight (kg·hl ⁻¹)	72,1	72,8	73,0	73,2	72,8	r.n. n.s.
Liczba opadania (LO) Falling number (s)	257	269	252	266	261	r.n. n.s.
Zawartość białka Protein content (%)	16,3	15,7	16,1	16,4	16,1	r.n. n.s.
Ilość glutenu Gluten content (%)	34,8	34,6	35,1	35,6	35,0	r.n. n.s.
Zawartość skrobi Content of starch (%)	65,7	66,0	65,8	65,9	65,9	r.n. n.s.
Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego Zeleny test (cm ³)	65,6	64,8	64,4	67,7	65,6	r.n. n.s.

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

RAGT Semences Polska sp. z o.o., producent pszenicy ozimej RGT Kilimanjaro, zwraca uwagę na wysoką zawartość białka w ziarnie tej odmiany [www.rgtilimanjaro.pl]. Średnia zawartość białka w pszenicy uprawianej w doświadczeniu wynosiła 16,1%. Wyniki przeprowadzonego doświadczenia nie wykazały istotnej zmiany zawartości białka w ziarnie pszenicy po zastosowaniu popiołów z biomasy, jak również zwiększeniu ich dawek w połączeniu z nawozem wapniowym. Zawartość azotu w popiele z biomasy jest porównywalna z przeciętną zasobnością gleby na poziomie 1–3 g N·kg⁻¹ [Sumara i in. 2016]. Nawożenie popiołami z biomasy nie jest czynnikiem wpływającym na zmiany ilości azotu w uprawianych roślinach.

Gluten jest substancją białkową, zbudowaną głównie z dwóch frakcji białka: gliadyny i gluteniny, jego ilość w pszenicy wynosiła średnio 35,0% (tab. 1 i 2). Wykonana analiza wariancji wykazała, że zawartość glutenu nie była istotnie determinowana

zastosowanym rodzajem popiołów z biomasy oraz wielkością dawki popiołu w połączeniu z wapnem.

Zawartość skrobi w ziarnie pszenicy ozimej wynosiła średnio 65,9% i nie zmieniała się istotnie zarówno w zależności od rodzaju popiołu z biomasy zastosowanego w nawożeniu, jak i wznoszących dawek nawozów.

Średnia wartość wskaźnika sedymentacji dla pszenicy odmiany RGT Kilimanjaro wynosiła 65,6 cm³. Wartość wskaźnika powyżej 50 cm³ określa, że jest to pszenica wysokobiałkowa, zawierająca tzw. gluten bardzo mocny. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że istotnie wyższą średnią wartość (67,0 cm³) wskaźnika sedymentacji uzyskano, stosując nawożenie popiołem ze słomy (tab. 1). Zróżnicowane nawożenie popiołami w połączeniu ze zwiększającą się dawką nawozu wapniowego nie modyfikowało wartości wskaźnika sedymentacji.

Cechy farinograficzne mąki i ciasta

Wodochłonność mąki zależy m.in. od składu chemicznego i ilości uszkodzonej skrobi. Wyniki zrealizowanych badań wykazały średnią wodochłonność mąki z ziarna pszenicy na poziomie 59,9% (tab. 3 i 4). Porównując wielkości wskaźnika, należy zauważyć, że jest to wartość mniejsza niż zakres od 68,2 do 72,8%, jaki podają Podolska i in. [2004]. W badaniach przedstawionych przez Rachonia i in. [2011] ziarno pszenicy zwyczajnej Tonacja charakteryzowało się analogicznym wynikiem tego miernika wynoszącym 59,7%. Przyjmując, że wodochłonność mąki powinna mieścić się w zakresie od 50 do 60% [Radomski i in. 2007], wartość omawianego parametru odnośnie do pszenicy ozimej odmiany RGT Kilimanjaro jest prawidłowa.

Tabela 3. Cechy farinograficzne mąki i ciasta w zależności od rodzaju popiołu z biomasy
Table 3. Characteristics of the farinograph tests of flour and dough according to the type of ash from biomass

Cecha Characteristic	Rodzaj popiołu Type of ash		Średnia Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	drewno wood	słoma straw		
Wodochłonność mąki Water absorption (%)	59,1	60,5	59,9	r.n. n.s.
Czas rozwoju ciasta Dough development time (min)	4,38	4,38	4,38	r.n. n.s.
Czas stałości ciasta Dough stability time (min)	8,26	8,16	8,21	r.n. n.s.
Rozmiękczenie ciasta po 10 minutach (j.B.) Dough softening after 10 min (BU)	57,0	50,3	53,6	r.n. n.s.
Rozmiękczenie ciasta po 12 minutach (j.B.) Dough softening after 12 min (BU)	85,3	96,3	90,8	8,67

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

Tabela 4. Cechy farinograficzne mąki i ciasta w zależności od wielkości dawek popiołu i wapna
Table 4. Characteristics of the farinograph tests of flour and dough according to the type of ash from biomass

Cecha Characteristic	Dawki popiołu i wapna Dose of ash and lime (t·ha ⁻¹)				Średnia Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	0	7 + 2,1	14 + 4,2	21 + 6,3		
Wodochłonność mąki Water absorption (%)	61,0	59,1	59,2	60,1	59,9	r.n. n.s.
Czas rozwoju ciasta / Dough development time (min)	4,50	4,85	3,90	4,25	4,38	r.n. n.s.
Czas stałości ciasta Dough stability time (min)	8,70	7,13	8,30	8,73	8,21	r.n. n.s.
Rozmiękczenie ciasta po 10 min (j.B.) Dough softening after 10 min (BU)	56,0	46,5	62,0	50,0	53,6	r.n. n.s.
Rozmiękczenie ciasta po 12 min (j.B.) Dough softening after 12 min (BU)	84,0	93,5	98,5	87,0	90,8	r.n. n.s.

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

Suma czasu rozwoju i stałości wskazuje na oporność ciasta na mieszanie. Im jest większa, tym ciasto może być dłużej mieszane. Pszenica ozima charakteryzowała się sumą czasu wynoszącą średnio 12,59 min (tab. 4), stosunkowo długim czasem rozwoju i stałości ciasta. Rozmiękczenie ciasta z mąki z pszenicy ozimej odmiany RGT Kilimanjaro wynosiło średnio 53,6 i 90,8 j.B. odpowiednio po 10 i 12 minutach. Biorąc pod uwagę wartość parametru rozmiękczenia, można ją zakwalifikować do grupy jakości E.

Wykonana analiza wariancji wskazała, że cechy farinograficzne mąki nie były istotnie determinowane rodzajem i wielkością dawki popiołów z biomasy oraz zastosowanym nawozem wapniowym o nazwie handlowej Profitkalk. Wyjątek stanowił parametr rozmiękczenia ciasta z mąki po 12 minutach, którego pogorszenie o 13% nastąpiło po zastosowaniu do nawożenia gleby popiołu ze słomy (tab. 3).

WNIOSKI

1. Stosując nawożenie popiołem ze słomy, uzyskano większą wartość masy tysiąca ziaren i wskaźnika sedymentacji ziarna pszenicy ozimej.

2. Zwiększanie dawki zarówno popiołów z biomasy, jak i nawozu wapniowego powodowało istotne obniżenie wartości masy tysiąca ziaren pszenicy ozimej.

3. Zróżnicowane nawożenie popiołami w połączeniu ze zwiększającą się dawką nawozu wapniowego nie modyfikowało parametrów ziarna badanej odmiany pszenicy ozimej – wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, gęstości ziarna w stanie zsypanym, liczby opadania, zawartości białka i skrobi oraz ilości glutenu.

4. Cechy farinograficzne mąki nie były istotnie determinowane rodzajem i wielkością dawki popiołów z biomasy oraz zastosowanym nawozem wapniowym o nazwie handlowej Profitkalk z wyjątkiem parametru rozmiękczenia ciasta po 12 minutach.

5. Zastosowane w doświadczeniu nawożenie gleby popiołami z biomasy i wapnem nie obniżyło jakości ziarna pszenicy ozimej odmiany RGT Kilimanjaro, a uzyskane parametry nadal pozwalają zaklasyfikować ją do grupy jakości A.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Zajęc J., 1993. Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. *Rocz. Nauk Rol.* A 110(1–2), 149–157.
- AOAC, 2012. *Official methods of analysis of AOAC International*. 19th ed., Gaithersburg.
- Biel W., Jaroszevska A., 2016. Ocena wpływu nawozów azotowych na skład chemiczny ziarna pszenżyta jarego. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 71(3), 33–42.
- Cieśluk T., Kusza G., Nemś A., 2011. Nawożenie popiołami z termicznego przekształcania biomasy źródłem pierwiastków śladowych dla gleb. *Ochr. Śr. Zasobów Nat.* 49, 219–227.
- Guo X., Chen X., Liu H., 2012. Experimental research on shape and size distribution of biomass particle. *Fuel* 94, 551–555.
- Kowalczyk-Juśko A., 2009. Popiół z różnych roślin energetycznych. *Proceedings of ECOpole* 3(1), 159–163.
- Piekarczyk M., Kotwica K., Jaskulski D., 2011. Skład elementarny popiołu ze słomy i siana w aspekcie jego rolniczego wykorzystania. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(2), 97–104.
- Piekarczyk M., Jaskulski D., Kotwica K., 2012. Wpływ popiołu ze słomy rzepaku ozimego na pH oraz zawartość przyswajalnych makroelementów (P, K, Mg) i mikroelementów (B, Cu, Mn, Zn, Fe) w glebie lekkiej. *Fragm. Agron.* 29(3), 127–135.
- PN-68/R-74017:1968. Ziarno zbóż i nasiona strączkowe jadalne. Oznaczanie masy 1000 ziaren.
- PN-EN ISO 20483:2014-02P. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- PN-EN ISO 21415-2:2015-12. Pszenica i mąka pszenna. Ilość glutenu.
- PN-EN ISO 3093:2010. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- PN-EN ISO 5529:2010E. Pszenica. Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego – Test Zeleny’ego.
- PN-EN ISO 5530-1:2015-01. Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta. Część 1: Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- PN-EN ISO 7971-3:2010. Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości w stanie zsylnym, zwanej masą hektolitra. Część 3: Metoda rutynowa.
- 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.
- Rachoń L., Szumiło G., Stankowski S., 2011. Porównanie wybranych wskaźników wartości technologicznej pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*), twardej (*Triticum durum*) i orkiszowej (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) *Fragm. Agron.* 28(4), 52–59.
- Radomski G., Bać A., Mierzejewska S., 2007. Ocena porównawcza wartości wypiekowej mąki pszennej i orkiszowej. *Inż. Rol.* 5(93), 369–374.

- 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.
- Sumara A., Stankowski S., Gibczyńska M., Jurgiel-Małecka G., 2016. Ocena przydatności do celów nawozowych popiołów z pelletów spalanych przy zastosowaniu palnika zgazowującego typu LESTER. *Inż. Ekol.* 50, 139–144.
- 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 J. Agric. Sci.* 21(4), 507–512.
- www.ragtsemences.com/rs/pdf_pl/Przewodnik-pszenica-RAGT-2014.pdf.
- www.rgkilimanjaro.pl.
- www.weatheronline.pl.

Summary. The effect of biomass ash and lime fertilization on the characteristics of grain, flour and dough from wheat RGT Kilimanjaro cv. was estimated. The application of ash from straw resulted in a higher value of the weight of a thousand grains and the rate of sedimentation of winter wheat grain. Increasing the dose of ashes from biomass and lime fertilizer caused a significant reduction of the thousand grain weight of winter wheat grain. Differentiated doses of ash in combination with lime fertilizer did not modify the following parameters of the wheat grain: Zeleny test, test weight, falling number, protein content and starch and gluten content. Farinograph tests of flour and dough were not significantly determined by the type and amount of the dose of ash from biomass with lime, trade name Profitkalk, except dough softening after 12 minutes. Fertilization used in the experiment did not reduce the grain quality of winter wheat RGT Kilimanjaro.

Key words: ash from biomass, lime, characteristic of grain, farinograph tests of flour and dough, winter wheat, var. RGT Kilimanjaro

Otrzymano/ Received: 21.05.2017
Zaakceptowano/ Accepted: 2.07.2017