

WARTOŚĆ PRZEMIAŁOWA ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY ZE ZBIORÓW Z LAT 2012-2014

Sylwia Stępniewska

Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego
ul. Rakowicka 36, 02-532 Warszawa
e-mail: sylwia.stepniewska@ibprs.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie wartości przemiałowej ziarna czterech odmian pszenicy ozimej (Bamberka, Bogatka, Muszelka, Tonacja) oraz dwóch odmian pszenicy jarej (Bombona i Nawra). W ziarnie pochodzącym z towarowej produkcji rolniczej ze zbiorów z lat 2012-2014 oznaczono: gęstość w stanie zsypanym, szklistość oraz zawartość popiołu. Następnie ziarno przemielono w młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler. Na podstawie uzyskanych produktów sporządzono bilans przemiałowy oraz obliczono współczynnik efektywności przemiału K. W otrzymanych mąkach oznaczono zawartość popiołu. Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych odmian pszenicy pod względem wartości przemiałowej. Ziarno odmian pszenicy ozimej, w porównaniu do ziarna odmian pszenicy jarej, charakteryzowało się średnio niższą zawartością popiołu i wyższym ogólnym wyciągiem mąki. Na podstawie wartości współczynnika efektywności przemiału K stwierdzono, że najlepszą wartością przemiałową charakteryzowało się ziarno odmian pszenicy ozimej – Muszelka i Tonacja, zaś najmniej korzystnie oceniono ziarno odmiany jarej – Bombona. Ziarno odmian pszenicy ze zbiorów 2013 roku oceniono mniej korzystnie pod względem wartości przemiałowej, co wynikało z wyższej zawartości popiołu w ziarnie oraz niższego ogólnego wyciągu mąki. Stwierdzono istotne dodatnie zależności pomiędzy gęstością ziarna w stanie zsypanym i szklistością ziarna. Ilość mąki śrutowej zależała ujemnie od gęstości ziarna w stanie zsypanym i jego szklistości. Natomiast na ogólny wyciąg mąki, ilość mąki wymiałowej i ilość otrąb drobnych ujemnie wpływała zawartość popiołu w ziarnie.

Słowa kluczowe: odmiany pszenicy, pszenica jara, pszenica ozima, wartość przemiałowa

WPROWADZENIE

W Polsce pszenica jest zbożem produkowanym w największej ilości i mającym największe znaczenie. Wyprodukowaną mąkę wykorzystuje się zarówno do użytku domowego oraz do produkcji szerokiej gamy produktów w różnych

zakładach produkcyjnych, takich jak: piekarnie, cukiernie, ciastkarnie, makaroniarnie. Wyprodukowanie mąki pszennej o jakości określonej wymaganiami odbiorcy wymaga użycia do przemiału ziarna pszenicy o odpowiedniej jakości. Jakość ziarna pszenicy zależy głównie od czynników odmianowych, ale w istotnym stopniu kształtowana jest przez warunki pogodowe panujące podczas wzrostu i zbioru rośliny oraz przez zastosowane zabiegi agrotechniczne (Švec i Hrušcová 2009, Muste i in. 2010, Rothkaehl 2013).

Wartość przemiałową ziarna pszenicy określa się w sposób pośredni i bezpośredni. Wśród wyróżników jakościowych określających pośrednio wartość przemiałową ziarna pszenicy wyróżnić można między innymi: zawartość popiołu w ziarnie i uzyskanej z tego ziarna mące, gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz jego szklistość. Gęstość ziarna w stanie zsypanym jest jednym z najczęściej używanych i najstarszym wskaźnikiem jakości ziarna pszenicy. Zależy ona między innymi od dorodności ziarna, stopnia jego wypełnienia, ilości zanieczyszczeń, obecności ziaren połamanych, zastosowanej agrotechniki oraz klimatu i warunków pogodowych. Ponieważ na omawiany wyróżnik jakościowy wpływa wiele czynników, nie zawsze jest on dobrym wskaźnikiem określającym jakość pszenicy. Tylko na podstawie bardzo niskich i bardzo wysokich wartości gęstości ziarna w stanie zsypanym można wnioskować o wartość przemiałową ziarna pszenicy (Dziki i Laskowski 2005). Jednym z wyróżników, który w istotny sposób wpływa na właściwości fizyczne ziarna, jest jego szklistość (Różyło i Laskowski 2007, Pasha i in. 2010). Ziarno szkliste ma barwę szarą z połyskiem, charakteryzuje się dużą twardością oraz wysoką zawartością substancji białkowych (Dziki i Laskowski 2005, Rachoń i in. 2012). W ziarnie szklistym podczas jego nawilżania woda migruje wolniej w głąb ziarna, dlatego ziarno takie wymaga dłuższego czasu leżakowania przed przemiałem. Ponieważ ziarno szkliste charakteryzuje się bardziej zwięzłą strukturą bielma w procesie jego przemiału, zużywa się większą ilość energii niż podczas przemiału ziarna mączystego (Laskowski i Różyło 2003, Dziki i in. 2011).

Bezpośrednio wartość przemiałową ziarna pszenicy określa się na podstawie wyników przemiału laboratoryjnego za pomocą specjalistycznych młynów laboratoryjnych, stosując określoną technologię przemiału (Sitkowski 2011). W wyniku przemiału ziarna uzyskuje się mąki różniące się wyciągiem, granulacją oraz zawartością popiołu, co wynika z różnic w składzie chemicznym przemielenego ziarna. Podstawowym wskaźnikiem stosowanym do oceny wartości przemiałowej ziarna pszenicy jest wyciąg uzyskanej mąki, czyli ilość mąki otrzymana z masy przemielenego ziarna wyrażana w procentach. Obok wyciągu mąki należy równolegle określić zawartość popiołu w mące. Ziarno o dobrej wartości przemiałowej stanowi surowiec, z którego można wyprodukować dużą ilość mąki, przy jednocześnie niskiej zawartości popiołu. Uwzględnienie zarówno wyciągu, jak i zawartości popiołu

w uzyskanej mące umożliwia porównanie wartości przemiałowej ziarna badanych odmian za pomocą wartości wskaźników przeliczeniowych, np. współczynnika efektywności przemiału K (Sitkowski 2011, Cacak-Pietrzak i Gondek 2010).

Celem pracy było porównanie wartości przemiałowej ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej i jarej pochodzącego ze zbiorów z lat 2012-2014 na podstawie oceny pośrednich wyróżników jakościowych oraz bezpośrednio na podstawie przemiału laboratoryjnego.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiałem badawczym było ziarno czterech odmian pszenicy ozimej (Bamberka, Bogatka, Muszelka, Tonacja) oraz dwóch odmian pszenicy jarej (Bombona, Nawra) ze zbiorów z lat 2012-2014. Ziarno pochodziło z towarowej produkcji rolniczej z terenu całego kraju. Próbkę ziarna pobierano bezpośrednio u producentów przez pracowników Ośrodków Doradztwa Rolniczego. W ziarnie oznaczono: gęstość ziarna w stanie zsypanym (PN-R-74007:1973), szklistość (PN-R-74008:1970), zawartość popiołu całkowitego (PN-EN ISO 2171:2010). Przed przemiałem próbkę ziarna nawilżano do odpowiedniej wilgotności uzależnionej od jego szklistości. Przemiał ziarna wykonano w młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler, przy kontrolowanej wydajności młyna 6 kg ziarna/godz. ($\pm 10\%$). Stosowano następujący zestaw sit:

- pasaż I – 30/8xxx,
- pasaż II – 36/9xxx,
- pasaż III – 40/10xxx,
- pasaż 1W – 40/8xxx,
- pasaż 2W – 50/9xxx,
- pasaż 3W – 10xxx.

Wielkość szczeliny między walcami wynosiła:

- pasaż II – 0,10 mm,
- pasaż III – 0,07 mm,
- pasaż 1W – 0,05 mm,
- pasaż 3W – 0,01 mm.

Na podstawie uzyskanych produktów sporządzono bilans przemiału. Z mąk pasażowych utworzono mąki ogólne, w których oznaczono zawartość popiołu (PN-EN ISO 2171:2010). Wyliczono również współczynnik efektywności przemiału K, na podstawie którego dokonano ogólnej oceny wartości przemiałowej. Oznaczenia wyróżników jakościowych ziarna i mąki wykonano w trzech powtórzeniach.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykonując dwuczynnikową analizę wariancji, gdzie źródłem zmienności były: odmiana pszenicy oraz rok

zbiorów. Wyliczono wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Ocena istotności różnic wartości średniej wykonano testem Tukey'a przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. W celu określenia zależności pomiędzy badanymi wyróżnikami jakościowymi wyznaczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona przy $\alpha = 0,05$ i $0,01$. Do obliczeń wykorzystano program Statgraphics Centurion XV.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki oceny wyróżników charakteryzujących w sposób pośredni wartość przemiałową ziarna badanych odmian pszenicy przedstawiono w tabeli 1, bilans produktów przemiału w tabeli 2, zaś w tabeli 3 przedstawiono wartości obliczonych współczynników korelacji pomiędzy wyróżnikami jakościowymi charakteryzującymi wartość przemiałową ziarna pszenicy.

Stwierdzono istotne zróżnicowanie szklistości ziarna w zależności od odmiany pszenicy. Ziarno odmiany Muszelka charakteryzowało się istotnie niższą szklistością (średnia wartość 40%) niż ziarno odmiany Bamberka i Tonacja (średnia wartość odpowiednio – 72 i 78%) (tab. 1). Również w badaniach przeprowadzonych przez Ceglińską i in. (2003), Żmijewskiego (2004), Cacak-Pietrzak i Gondek (2010) oraz Rachonia i in. (2012) wykazano istotne zróżnicowanie szklistości ziarna w zależności od odmiany pszenicy. Natomiast Segit i Szwed-Urbaś (2009) wskazali na brak zróżnicowania ziarna badanych linii pszenic pod względem szklistości. W przeciwieństwie do badań Rachonia i in. (2012) nie stwierdzono zróżnicowania omawianego parametru w zależności od roku zbiorów.

Zaobserwowano zróżnicowanie gęstości ziarna w stanie zsywnym w zależności od odmiany pszenicy. Ziarno odmiany Muszelka cechowało się istotnie niższą gęstością w stanie zsywnym (średnia wartość $75,9 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$) niż ziarno odmiany Nawra (średnia wartość $79,8 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$). Większość badanych odmian pszenicy (wyjątek ziarno odmiany Muszelka) charakteryzowało się dobrą gęstością ziarna w stanie zsywnym (powyżej $76 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$). Również w badaniach przeprowadzonych przez Podolską i in. (2010), Szafrąską (2012) oraz Kasprzak i Wirkijowską (2013) stwierdzono istotne zróżnicowanie ziarna badanych odmian pszenicy pod względem gęstości ziarna w stanie zsywnym. Natomiast ziarno odmian pszenic badanych przez Cacak-Pietrzak i Gondek (2010) charakteryzowało się małym zróżnicowaniem omawianego parametru. Podobnie jak we wcześniejszych badaniach (Stępniewska i Abramczyk 2013) zaobserwowano, że gęstość ziarna w stanie zsywnym była istotnie związana z jego szklistością ($r = 0,816$; tab. 3). Również Cacak-Pietrzak i in. (1999) wykazali, że szklistość jest związana z gęstością ziarna w stanie zsywnym.

Tabela 1. Wartości przemiałowa ziarna badanych odmian pszenicy oceniana na podstawie pośrednich wyróżników jakościowych**Table 1.** The milling value of tested wheat grain varieties on the basis of indirect quality parameters

Cecha Property	Odmiany Cultivars	Rok zbiorów Crop year			Średnia dla odmian Mean for cultivars
		2012	2013	2014	
Szkliwość ziarna Kernel vitreousness (%)	Bamberka	78±2*	70±8	67±32	72
	Bogatka	31±23	45±13	57±28	44
	Muszelka	20±7	59±24	41±34	40
	Tonacja	72±17	80±17	81±2	78
	Bombona	53±3	68±19	43±4	55
	Nawra	91±1	53±6	43±35	62
	średnia; mean	57	62	55	

NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 31; roku zbiorów = r.n.LSD ($\alpha = 0.05$) for: cultivars = 31; crop years = n.s.

Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight (kg·hl ⁻¹)	Bamberka	78,9±0,7	79,5±1,8	79,8±2,3	79,4
	Bogatka	77,4±1,8	77,4±2,5	78,1±2,3	77,6
	Muszelka	73,1±4,4	79,2±1,4	75,4±4,6	75,9
	Tonacja	79,0±2,8	79,1±3,4	78,3±4,4	78,8
	Bombona	76,5±2,4	78,4±1,5	76,4±0,8	77,1
	Nawra	80,0±1,5	81,9±1,2	77,5±3,0	79,8
	średnia; mean	77,5	79,2	77,6	

NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 3,8; roku zbiorów = r.n.LSD ($\alpha = 0.05$) for: cultivars = 3.8; crop years = n.s.

Zawartość popiołu w ziarnie (% s.m.) Ash content in grain (% d.m.)	Bamberka	1,67±0,02	1,77±0,09	1,56±0,14	1,67
	Bogatka	1,63±0,15	1,85±0,00	1,61±0,12	1,70
	Muszelka	1,72±0,09	1,69±0,01	1,52±0,07	1,64
	Tonacja	1,68±0,20	1,90±0,12	1,47±0,13	1,68
	Bombona	1,84±0,11	1,95±0,07	1,86±0,02	1,89
	Nawra	1,80±0,18	1,84±0,08	1,74±0,15	1,79
	średnia; mean	1,72	1,83	1,62	

NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 0,17 ; roku zbiorów = 0,09LSD ($\alpha = 0.05$) for: cultivars = 0.17; crop years = 0.09

* – wartość średnia; ± – odchylenie standardowe; mean value ± – standard deviation

Ważnym wskaźnikiem wpływającym na wartość przemiałową ziarna pszenicy jest jego popiołowość. Zawartość popiołu w ziarnie badanych odmian pszenicy kształtowała się w zakresie od 1,64 (odmiana Muszelka) do 1,89% s.m. (odmiana Bombona). Stwierdzono, że ziarno odmian jarych charakteryzowało się średnio

wyższą zawartością popiołu w porównaniu do ziarna odmian ozimych. Podobne zależności wystąpiły w badaniach Cacak-Pietrzak i in. (2005) oraz Klepackiej i Fornal (2008). Zawartość popiołu w ziarnie badanych odmian pszenicy zależała, w stopniu istotnym statystycznie, od roku zbioru ziarna. Najniższą zawartością popiołu charakteryzowało się ziarno odmian pszenicy ze zbiorów z 2014 roku (średnio 1,62% s.m.), zaś najwyższą ziarno ze zbiorów z 2013 roku (średnio 1,83% s.m.).

Ogólny wyciąg mąki kształtował się w zakresie od 70,7 (odmiana Bombona) do 75,5% (odmiana Bogatka) (tab. 2). Podobnie jak w badaniach Cacak-Pietrzak i in. (2005) z ziarna odmian ozimych uzyskano więcej mąki niż z ziarna odmian jarych. Wydajność mąki ogółem zależała, w stopniu istotnym statystycznie, od roku zbioru ziarna, z którego otrzymywano mąkę. Z ziarna odmian pszenicy ze zbiorów 2013 roku uzyskano istotnie mniej mąki (średnio 71,3%) niż z ziarna odmian pszenicy ze zbiorów z lat 2012 i 2014 (średnio odpowiednio – 73,8 i 72,4%). Podobnie jak we wcześniejszych badaniach (Stępniewska i Abramczyk 2013) stwierdzono współzależność pomiędzy ogólnym wyciągiem mąki a zawartością popiołu w ziarnie ($r = -0,536$; tab. 3). Również w badaniach przeprowadzonych przez Cacak-Pietrzak i in. (2005) zanotowano, że ogólny wyciąg mąki zależał od zawartości popiołu w ziarnie. Badania przeprowadzone przez Michniewicza i in. (2000) wykazały, że istnieje silny związek pomiędzy wyciągiem mąki a gęstością ziarna w stanie zsypanym. Autorzy ci zaobserwowali, że wraz ze wzrostem gęstości ziarna w stanie zsypanym wzrasta wyciąg mąki. W obecnej pracy takiej zależności nie stwierdzono. Obliczony współczynnik korelacji pomiędzy ogólnym wyciągiem mąki i gęstością ziarna w stanie zsypanym był statystycznie nieistotny.

Na podstawie bilansu przemiału stwierdzono, że z ziarna badanych odmian pszenicy uzyskano średnio od 20,3 (odmiana Bombona) do 23,9% (odmiana Muszelka) mąki z pasazy śrutowych. Różnice w ilości mąki z pasazy śrutowych między badanymi odmianami pszenicy były istotne statystycznie. Zaobserwowano, że z ziarna odmian pszenicy ze zbiorów 2012 roku otrzymano istotnie więcej mąki z pasazy śrutowych niż z ziarna odmian pszenicy ze zbiorów z lat 2013 i 2014 (tab. 2). Na podstawie obliczonych współczynników korelacji stwierdzono, że z ziarna charakteryzującego się niższą gęstością w stanie zsypanym i niższą szklistością otrzymano więcej mąki z pasazy śrutowych (odpowiednio $r = -0,554$ i $r = -0,480$; tab. 3).

Wyciąg mąki z pasazy wymiałowych był około 2,5% wyższy niż wyciąg mąki z pasazy śrutowych. Podobne zależności wystąpiły w badaniach Cacak-Pietrzak i in. (2009, 2013). Wykazano, że z ziarna z którego podczas przemiału otrzymywano więcej mąki z pasazy wymiałowych, uzyskiwano jednocześnie mniej otrąb grubych ($r = -0,525$) i otrąb drobnych ($r = -0,543$). Ponadto stwierdzono istotną

zależność pomiędzy ilością mąki z pasaży wymiałowych a ogólnym wyciągiem mąki i zawartością popiołu w ziarnie (odpowiednio $r = 0,646$ i $r = -0,500$; tab. 3). Według Cacak-Pietrzak i Gonddek (2010) ziarno, z którego otrzymuje się więcej mąki z pasaży wymiałowych, charakteryzuje się większą zdolnością do kaszkowania i lepszą wymielnością kaszek i miałów, co pozwala obniżyć koszty procesu przemiału. W obecnej pracy najwięcej mąki z pasaży wymiałowych uzyskano z ziarna odmiany Bogatka (średnio 53,3%), zaś najmniej z ziarna odmiany Muszelka (średnio 49,6%) i Nawra (średnio 49,8%). Otrzymane różnice w ilości mąki z pasaży wymiałowych w odniesieniu do ziarna badanych odmian pszenicy były istotne statystycznie.

Zaobserwowano, że najwięcej otrąb drobnych otrzymano z ziarna odmian jarek – Nawra i Bombona (średnio odpowiednio: 10,2 i 11,1%), z którego uzyskano najmniej mąki ogółem. Natomiast z ziarna odmiany ozimej Bogatka, z którego otrzymano najwięcej mąki ogółem, uzyskano najmniej otrąb drobnych (średnio 7,4%). Obliczony współczynnik korelacji pomiędzy ilością otrąb drobnych a ogólnym wyciągiem mąki był istotny statystycznie i kształtował się na poziomie $r = -0,905$ (tab. 3). Wykazano, że z ziarna odmian pszenicy ze zbiorów 2013 roku otrzymano istotnie więcej otrąb drobnych niż z ziarna odmian pszenicy ze zbiorów z lat 2012 i 2014 (tab. 2).

Stwierdzono, że z ziarna odmiany Bogatka osiągnięto istotnie mniej otrąb grubych (średnia wartość 17,1%) niż z ziarna odmiany Nawra i Tonacja (średnia wartość odpowiednio – 18,9 i 19,1%). Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że istnieje istotna zależność pomiędzy ilością otrąb grubych a szklistością ziarna, ilością mąki z pasaży wymiałowych i ogólnym wyciągiem mąki (odpowiednio $r = 0,558$, $r = -0,525$ i $r = -0,705$; tab. 3). Nie stwierdzono, aby ilość otrąb grubych była istotnie zróżnicowana w zależności od roku zbiorów.

Zawartość popiołu w otrzymanych mąkach zależała statystycznie istotnie od cech odmianowych. Stwierdzono, że mąka otrzymana z ziarna odmiany ozimej Tonacja charakteryzowała się istotnie niższą zawartością popiołu (średnia wartość 0,47% s.m.) w porównaniu do mąki z ziarna odmiany ozimej Bogatka i jarek Bombona (średnia wartość odpowiednio: 0,55 i 0,58% s.m.). W niniejszych badaniach stwierdzono, że mąki z ziarna odmian pszenicy ozimej charakteryzowały się niższą zawartością popiołu, w porównaniu do mąki z ziarna odmian pszenicy jarek, co jest zgodne z wynikami badań Cacak-Pietrzak i in. (2005). Na podstawie obliczonych współczynników korelacji zanotowano istotną zależność pomiędzy zawartością popiołu w ziarnie i zawartością popiołu w otrzymanej z tego ziarna mące ($r = 0,665$; tab. 3).

Tabela 2. Bilans przemiału ziarna badanych odmian pszenicy
Table 2. Milling results of tested wheat grain varieties

Cecha Property	Odmiany Cultivars	Rok zbiorów Crop years			Średnia dla odmian Mean for cultivars
		2012	2013	2014	
1	2	3	4	5	6
Ogólny wyciąg mąki Total yield of flour (%)	Bamberka	71,8±1,1*	71,3±1,1	73,1±2,8	72,1
	Bogatka	78,1±0,6	73,8±0,2	74,7±1,0	75,5
	Muszelka	75,4±0,9	71,8±1,7	71,8±0,9	73,5
	Tonacja	74,0±0,5	70,4±0,8	72,6±2,3	72,4
	Bombona	71,7±1,5	70,3±0,1	70,0±0,1	70,7
	Nawra	71,8±1,3	70,0±0,2	71,0±1,3	70,9
	średnia; mean	73,8	71,3	72,4	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 2,0; roku zbiorów = 1,0					
LSD ($\alpha = 0.05$) for: cultivars = 2.0; crop years = 1.0					
Ilość mąki z pasaży śrutowych Flour from bre- aking rolls (%)	Bamberka	21,1±0,7	20,7±1,8	20,6±2,1	20,8
	Bogatka	23,4±2,6	21,6±1,3	21,7±2,8	22,2
	Muszelka	26,0±1,4	21,9±2,6	23,7±1,7	23,9
	Tonacja	22,9±1,4	21,6±1,5	19,4±1,5	21,3
	Bombona	21,3±0,9	19,7±1,0	19,8±0,5	20,3
	Nawra	22,5±0,9	20,7±0,7	20,8±2,9	21,3
	średnia; mean	22,9	21,0	21,0	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 2,4; roku zbiorów = 1,4					
LSD ($\alpha = 0.05$) for: cultivars = 2.4; crop years = 1.4					
Ilość mąki z pasaży wymiałowych Flour from reduc- tion rolls (%)	Bamberka	50,7±1,6	50,6±1,1	52,6±2,1	51,3
	Bogatka	54,8±2,5	52,1±1,2	52,9±3,4	53,3
	Muszelka	49,3±2,2	49,9±0,9	49,5±1,5	49,6
	Tonacja	51,1±1,6	48,8±1,6	53,2±1,6	51,0
	Bombona	50,4±0,6	50,6±0,9	50,2±0,4	50,4
	Nawra	49,3±0,4	49,8±0,8	50,2±2,0	49,8
	średnia; mean	50,9	50,3	51,4	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 2,4; roku zbiorów = r.n.					
LSD ($\alpha = 0.05$) for: cultivars = 2.4; crop years = n.s.					
Ilość otrąb drobnych Shorts (%)	Bamberka	9,0±0,7*	10,2±1,4	8,7±1,1	9,3
	Bogatka	5,9±0,4	8,8±1,2	7,4±1,4	7,4
	Muszelka	7,7±0,7	10,8±1,4	7,6±0,6	8,7
	Tonacja	7,0±0,4	9,8±1,7	8,9±0,4	8,6
	Bombona	10,5±2,2	11,3±1,0	11,6±1,7	11,1
	Nawra	9,7±0,2	10,3±0,5	10,5±1,2	10,2
	średnia; mean	8,3	10,2	9,1	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 1,7; roku zbiorów = 1,0					
LSD ($\alpha = 0.05$) for: cultivars = 1.7; crop years = 1.0					

1	2	3	4	5	6
Ilość otrąb grubych Bran (%)	Bamberka	19,2±1,1	18,5±0,3	18,2±1,7	18,6
	Bogatka	16,0±0,3	17,4±1,4	17,9±0,5	17,1
	Muszelka	16,9±1,5	17,4±0,3	19,3±0,6	17,8
	Tonacja	19,0±0,9	19,7±1,7	18,5±1,9	19,1
	Bombona	17,9±0,9	18,4±1,0	18,4±1,6	18,2
	Nawra	18,5±1,2	19,7±0,5	18,5±2,4	18,9
	średnia; mean	17,9	18,5	18,5	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 1,8; roku zbiorów = r.n.					
LSD ($\alpha = 0,05$) for: cultivars = 1.8; crop years = n.s.					
Zawartość popiołu w mące (% s.m.)	Bamberka	0,55±0,04	0,50±0,02	0,52±0,05	0,52
Ash content in flour (% d.m.)	Bogatka	0,53±0,03	0,56±0,02	0,55±0,07	0,55
	Muszelka	0,55±0,01	0,53±0,04	0,44±0,02	0,51
	Tonacja	0,46±0,02	0,52±0,01	0,44±0,06	0,47
	Bombona	0,56±0,03	0,60±0,02	0,57±0,03	0,58
	Nawra	0,53±0,05	0,51±0,01	0,53±0,04	0,52
	średnia; mean	0,53	0,54	0,51	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 0,06; roku zbiorów = r.n.					
LSD ($\alpha = 0,05$) for: cultivars = 0.06; crop years = n.s.					
Współczynnik efektywności przemiału (K) Milling efficiency factor (K)	Bamberka	131±7	142±8	142±15	138
	Bogatka	147±8	132±4	138±19	139
	Muszelka	138±2	137±12	165±10	147
	Tonacja	162±8	135±3	168±27	155
	Bombona	129±10	117±3	123±6	123
	Nawra	136±13	139±2	134±10	136
	średnia; mean	140	134	145	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian = 19; roku zbiorów = 10					
LSD ($\alpha = 0,05$) for: cultivars = 19; crop years = 10					

* – wartość średnia ± – odchylenie standardowe; mean value ± – standard deviation

Ogólną ocenę wartości przemiałowej dokonano na podstawie wartości współczynnika efektywności przemiału K. Wykazano, że badane odmiany pszenicy były istotnie zróżnicowane w zakresie omawianego współczynnika. Najniższą wartością współczynnika K charakteryzowało się ziarno odmiany jarej Bombona (średnio 123), natomiast najwyższą wartością ziarno odmian ozimych – Muszelka i Tonacja (średnio odpowiednio – 147 i 155). Stwierdzono, że odmiany ozime charakteryzowały się średnio wyższymi wartościami współczynnika K w porównaniu z odmianami jarymi. Wykazano, że ziarno odmian pszenicy ze zbiorów 2013 roku odznaczało się istotnie niższą wartością współczynnika K (średnio 134) w porównaniu do ziarna ze zbiorów z 2014 roku (średnio 145).

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy wyróżnikami określającymi wartość przemiałową ziarna pszenicy istotne przy $\alpha = 0,05$ i $\alpha = 0,01$ *

Table 3. Correlation coefficients between parameters indicating milling value of wheat grain, significant at $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.01$ *

Cecha	Szkliwość ziarna Kernel vitreousness	Zawartość popiołu w ziarnie Ash content in grain	Ilość mąki z pasazy śrutowych Flour from breaking rolls	Ilość mąki z pasazy wymiałowych Flour from reduction rolls	Ilość otrąb grubych Bran	Ilość otrąb drobnych Shorts	Ogólny wyciąg mąki Total flour yield	Zawartość popiołu w mące Ash content in flour	Współczynnik efektywności przemiału K Milling efficiency factor K
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight	0,816*	r.n.	-0,554	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Szkliwość ziarna Kernel vitreousness		r.n.	-0,480	r.n.	0,558	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Zawartość popiołu w ziarnie Ash content in grain			r.n.	-0,500	r.n.	0,633*	-0,536	0,665*	-0,759*
Ilość mąki z pasazy śrutowych Flour from breaking rolls				r.n.	r.n.	-0,649*	0,672*	r.n.	r.n.
Ilość mąki z pasazy wymiałowych Flour from reduction rolls					-0,525	-0,543	0,646*	r.n.	r.n.
Ilość otrąb grubych Bran						r.n.	-0,705*	r.n.	r.n.
Ilość otrąb drobnych Shorts							-0,905*	0,410	-0,627*
Ogólny wyciąg mąki Total flour yield								r.n.	r.n.
Zawartość popiołu w mące Ash content in flour									-0,955*

r.n. – różnice nieistotne – non-significant differences

WNIOSKI

1. Ziarno badanych odmian pszenicy było istotnie zróżnicowane pod względem wartości przemiałowej ocenionej na podstawie pośrednich wyróżników jakościowych i bezpośrednio na podstawie bilansu przemiału ziarna.

2. Ziarno odmian pszenicy ozimej w porównaniu do ziarna odmian pszenicy jarej charakteryzowało się średnio niższą zawartością popiołu i wyższym ogólnym wyciągiem mąki.

3. Odmiany pszenicy ze zbiorów 2013 roku oceniono mniej korzystnie pod względem wartości przemiałowej, niż odmiany pszenicy z pozostałych lat zbiorów, co wynikało z wyższej zawartości popiołu w ziarnie oraz niższego ogólnego wyciągu mąki.

4. Na podstawie wartości współczynnika K stwierdzono, że najlepszą wartością przemiałową charakteryzowało się ziarno odmian pszenicy ozimej – Muszelka i Tonacja, zaś najmniej korzystnie oceniono ziarno odmiany pszenicy jarej – Bombona.

5. Stwierdzono statystycznie istotne i dodatnie zależności pomiędzy gęstością ziarna w stanie zsypanym i szklistością ziarna. Ilość mąki z pasaży śrutowych zależała ujemnie od gęstości ziarna w stanie zsypanym i jego szklistości, natomiast na ogólny wyciąg mąki, ilość mąki z pasaży wymiałowych i otrąb drobnych ujemnie wpływała zawartość popiołu w ziarnie.

PIŚMIENNICTWO

- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., 1999. Cechy fizyko-chemiczne ziarna wybranych krajowych odmian pszenicy. Pamiętnik Puławski, 118, 35-43.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Torba J., 2005. Wartość przemiałowa wybranych odmian pszenicy z hodowli „Nasiona Kobierzyc”. Pamiętnik Puławski, 139, 27-38.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Gondek E., Jakubczyk E., 2009. Wpływ struktury ziarna pszenicy na proces rozdrobnienia. Postępy Technologii Przetwórstwa Spożywczego, 6 (2), 53-56.
- Cacak-Pietrzak G., Gondek E., 2010. Właściwości przemiałowe ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej. Acta Agrophysica, 16 (2), 263-273.
- Cacak-Pietrzak G., Gondek E., Jończyk K., 2013. Porównanie struktury wewnętrznej oraz właściwości przemiałowych ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej z uprawy ekologicznej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauki Rolniczej, 574, 3-10.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., Haber T., Nita Z., Karnasiewicz E., 2003. Współzależność pomiędzy cechami jakościowymi rodów pszenicy ozimej. Biuletyn IHAR, 230, 65-70.
- Dziki D., Laskowski J., 2005. Wheat kernel physical properties and milling process. Acta Agrophysica, 6 (1), 59-71.
- Dziki D., Różyło R., Laskowski J., 2011. Przemiał pszenicy i wpływ twardości ziarna na ten proces. Acta Agrophysica, 18 (1), 33-43.
- Kasprzak M., Wirkijowska A., 2013. Charakterystyka wybranych wskaźników technologicznych ziarna pszenicy zwyczajnej. Acta Agrophysica, 20 (1), 77-89.

- Klepcka J., Fornal L., 2008. Określenie zależności między zawartością wybranych związków fenolowych a wartością przemiałową ziarna pszenicy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6 (61), 55-64.
- Laskowski J., Różyło R., 2003. Wpływ zawartości glutenu i szklistości na energochłonność rozdrabniania ziarna pszenicy. *Acta Agrophysica*, 2 (3), 589-596.
- Michniewicz J., Klockiewicz-Kamińska E., Kołodziejczyk P., 2000. Przydatność parametrów jakościowych do oceny wartości technologicznej ziarna pszenicy w piekarstwie. *Przeg. Zboż.-Młyn.*, 3, 23-26.
- Muste S., Modoran C., Man S., Muresan V., Birou A., 2010. The influence of wheat genotype on its quality. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 16 (2), 99-103.
- Pasha I., Anjum F.M., Morris C.F., 2010. Grain Hardness: A major determinant of wheat quality. *Food Sci. Tech. Int.*, 16 (6), 511-522.
- PN-EN ISO 2171:2010 Ziarno zbóż, nasiona roślin strączkowych i ich przetwory – Oznaczanie zawartości popiołu metodą spalania.
- PN-R-74008:1970. Ziarno zbóż. Oznaczenie ziarn szklistych.
- PN-R-74007:1973. Ziarno zbóż – Oznaczanie gęstości.
- Podolska G., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Mikos M., Chrzanowski J., 2010. Wpływ sposobu aplikacji azotu na wartość technologiczną odmian pszenicy ozimej. *Pamiętnik Puławski*, 152, 215-226.
- Rachoń L., Szumiło G., Czubaszek M., 2012. Ocena szklistości ziarna wybranych odmian i gatunków pszenicy. *Annales UMCS, Sec. E*, 67 (1), 17-23.
- Rothkaehl J., 2013. Czynniki wpływające na jakość ziarna pszenicy i uzyskanej z niego mąki. *Przeg. Piekarski i Cukierniczy*, 12, 10-12.
- Różyło R., Laskowski J., 2007. Analiza zależności pomiędzy fizycznymi i technologicznymi właściwościami ziarna pszenicy jarej. *Acta Agrophysica*, 9 (2), 459-470.
- Segit Z., Szwed-Urbaś K., 2009. Ocena struktury plonu i wartości technologicznej ziarna 6 linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Annales UMCS, Sec. E*, 64 (3), 120-128.
- Sitkowski T., 2011. Metodyka oceny wartości przemiałowej ziarna na podstawie wyników przemiału laboratoryjnego. *Przeg. Zboż.-Młyn.*, 2, 35-36.
- Stępniewska S., Abramczyk D., 2013. Zależność między wyróżnikami jakościowymi ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego*, 68 (1), 65-78.
- Szafrańska A., 2012. Ocena wartości technologicznej wybranych odmian pszenicy ze zbiorów z lat 2009-2011. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 571, 115-126.
- Švec I., Hrušcová M., 2009. Modelling of wheat, flour and bread quality parameters. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 40 (2), 58-66.
- Żmijewski M., 2004. Wartość technologiczna odmian pszenicy jarej uprawianej w siewie czystym i mieszanym oraz przy stosowaniu fungicydów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 38 (1), 74-83.

MILLING VALUE OF GRAIN OF SELECTED WHEAT CULTIVARS
FROM CROP YEARS 2012-2014

Sylwia Stepniewska

Department of Grain Processing and Bakery
Prof. Waclaw Dąbrowski Institute of Agricultural and Food Biotechnology
02-532 Warszawa, ul. Rakowicka 36
e-mail: sylwia.stepniewska@ibprs.pl

Abstract. The aim of this study was to determine the milling value of four winter wheat cultivars (Bamberka, Bogatka, Muszelka, Tonacja) and two spring wheat cultivars (Bombona and Nawra). Grain originated from a production farm, from the crop years 2012-2014. The following parameters of grain were evaluated: test weight, kernel vitreousness and ash content. Grain was milled using an MLU-202 Bühler laboratory mill. The milling results of tested grain cultivars were analysed. The ash content of flour and milling efficiency factor K were evaluated. There was significant differentiation in milling value between tested wheat cultivars. The grain of winter wheat cultivars, compared with the grain of spring wheat cultivars, was characterised by lower ash content and higher yield of flour. Winter wheat cultivars – Muszelka and Tonacja – were characterised by the best milling value according to the milling efficiency factor K. Spring wheat cultivar – Bombona - was characterised by the least favourable parameters. Wheat grain from the crop year 2013 was characterised by the higher ash content and lower flour yield. There was significant positive correlation between test weight and kernel vitreousness. The yield of flour from breaking rolls was correlated negatively with test weight and kernel vitreousness. Whereas, total flour yield, reduction flour yield and shorts yield correlated negatively with ash content in grain.

Key words: wheat cultivars, spring wheat, winter wheat, milling value