

JAKOŚĆ I WŁAŚCIWOŚCI PRZEMIAŁOWE ZIARNA PSZENICY POCHODZĄCEJ OD RÓŻNYCH PRODUCENTÓW – OCENA W WARUNKACH PRZEMYSŁOWYCH I LABORATORYJNYCH

Jerzy Kuchciak, Anna Czubaszek
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Celem badań była ocena zróżnicowania ziarna pochodzącego od różnych grup polskich producentów zbóż oraz określenie wpływu terminu przemiału i pochodzenia ziarna pszenicy na wydajność procesu przemiału w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych. Materiał badawczy stanowiły 4 partie ziarna pszenicy zwyczajnej ze zbioru w 2013 roku. Stwierdzono, że ziarno zgromadzone w każdej partii było bardzo zróżnicowane pod względem ilości zanieczyszczeń. Partia ziarna pochodząca od wielu drobnych producentów była nieco bardziej zróżnicowana pod względem cech jakościowych ziarna niż pozostałe 3 partie. Wydajność mąki ogółem w przemiale przemysłowym była większa niż w przemiale laboratoryjnym. Największą wydajnością mąki w obu rodzajach przemiału cechowała się partia Asano, a najmniejszą partia MWP. Wydajność mąki 3–4 tygodnie po zbiorze w przemiale laboratoryjnym była większa, a w przemysłowym mniejsza niż w terminie późniejszym (8–10 tygodni). Zmiany wydajności mąk, pasażowych w przemiale laboratoryjnym i mąk gatunkowych w przemiale przemysłowym, z ziarna w dojrzałości późniejszej niepełnej i pełnej były zróżnicowane i zależały od partii ziarna. Z partii jednolitych odmianowo uzyskiwano większe wydajności mąk jasnych (typu 450 i 500) niż z partii pochodzących od wielu producentów.

Słowa kluczowe: pszenica, przemiał laboratoryjny i przemysłowy, wydajność mąki i otrąb

WSTĘP

Pszenica to zboże wykorzystywane głównie na cele konsumpcyjne. W świecie na ten cel przeznaczają się 67% zbiorów [El-Porai i in. 2013], w Europie 50%, a w Polsce około 47% [Cacak-Pietrzak 2008]. Według Rocznika Statystycznego Rzeczypospolitej

Adres do korespondencji – Corresponding author: Anna Czubaszek, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, ul. J. Chelmońskiego 37, 51-630 Wrocław, e-mail: anna.czubaszek@up.wroc.pl

Polskiej [2013], przez ostatnie 10 lat w naszym kraju zbiory pszenicy utrzymywały się na poziomie 8,3–9,8 mln ton. W 2012 roku zebrano 8,6 mln ton pszenicy pochodzącej z gospodarstw rolnych o różnej wielkości uprawianego arealu, z tego około 65% stanowiło ziarno posiadające cechy ziarna konsumpcyjnego przydatnego jako surowiec dla przemysłu zbożowo-młynarskiego [Rothkaehl 2013].

Struktura wielkości gospodarstw produkujących zboża w Polsce jest bardzo zróżnicowana. Są niewielkie, kilku hektarowe gospodarstwa indywidualne, których liczebnie jest najwięcej, lecz są też gospodarstwa-przedsiębiorstwa, produkujące od kilkudziesięciu do kilkunastu tysięcy ton tak zwanego zboża towarowego (głównie pszenicy) przeznaczanego na rynek. Ze względu na zróżnicowane możliwości finansowe gospodarstw, różna jest w nich dostępność do nowoczesnych technologii uprawy. Powoduje to, że jakość ziarna dostarczanego do młynów jest bardzo zróżnicowana, a to ma ogromny wpływ na efekty technologiczne i ekonomiczne przemysłowego procesu przemiału zbóż.

Wiele badań prowadzonych w warunkach laboratoryjnych [Dziki i Laskowski 2000, 2004, 2006, Laskowski i in. 2001, Łysiak i Laskowski 2006, Kania i Andrejko 2010, Cacak-Pietrzak 2011, Dziki i in. 2011a, b, c, Rydzak i in. 2012, El-Porai i in. 2013] wskazuje, że wynik procesu przemiału zależy od różnych czynników, takich jak: właściwości fizyczne ziarna (dorodność, wyrównanie, twardość) determinowane genetycznie (właściwości odmianowe) i środowiskowo (klimat, nawożenie, stresy itp.) oraz sposób przygotowania ziarna do przemiału (np. nawilżanie, impregnacja próżniowa, obróbka promieniami podczerwonymi) i sposób przemiału. Według Tang i innych [2000], opracowanie handlowych mąk o różnym przeznaczeniu wymaga badań ziarna wielu odmian pszenicy w zróżnicowanych warunkach przemiału. Bogaczyński [2012] uważa natomiast, że warunki laboratoryjnego przemiału zbyt odbiegają od warunków przemiału przemysłowego, by można było na podstawie wyników uzyskiwanych w laboratorium wnioskować o wynikach przemiału w młynie przemysłowym.

Podczas przechowywania ziarna po zbiorze zachodzą w nim intensywne zmiany wywołane procesami dojrzewania późniejszego. Sypuła i Dadrzyńska [2008] wykazali, że podczas przechowywania poprawiają się właściwości ziarna pszenicy decydujące o wartości wypiekowej uzyskanej z niej mąki. Autorzy ci zaobserwowali także korzystny wpływ doczyszczania ziarna na liczbę opadania.

Celem badań była ocena zróżnicowania ziarna pochodzącego od różnych grup polskich producentów zbóż oraz określenie wpływu terminu przemiału i pochodzenia ziarna pszenicy na wydajność procesu przemiału w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły 4 partie ziarna pszenicy zwyczajnej ze zbioru z 2013 roku: mieszanka ziarna pochodzącego od wielu producentów z gospodarstw indywidualnych (MWP), mieszanka ziarna pochodzącego od 3 znaczących producentów zajmujących się towarową produkcją pszenicy (M3P) (RSP Gądków, Polder Sp. z o.o., Grupa Producentów Agrofam Sp. z o.o.) oraz pszenica Premio (producent G.R. Wojciech Krasecki) i pszenica Asano (producent G.R. Solidex Sp. z o.o.) pochodzące z gospodarstw stosujących najnowsze technologie uprawy pszenicy.

Ocena jakościowa ziarna (przyjmowanego do młyna) obejmowała określenie wilgotności ziarna [PN-EN ISO 712:2012], zawartości zanieczyszczeń [PN-R-74015:1994P], gęstości ziarna w stanie zsypanym [PN-EN ISO 7971-3:2010], wyrównania ziarna [BN-69 9131-02].

Przemiały wykonano w dwóch terminach: 3–4 tygodnie po zbiorach (po minimalnym okresie dojrzewania późniwego), 8–10 tygodni po zbiorach (po okresie pełnej dojrzałości późniwej). Przemiał przemysłowy przeprowadzono z wykorzystaniem technologii firmy Bühler, w młynie Ujazd Górny (Dolnośląskie Młyny S.A.) o zdolności przemiałowej 400 ton/dobę. Ziarno pszenic po uprzednim przejściu przez proces czyszczenia było poddawane procesowi kondycjonowania przy wykorzystaniu nawilżacza MYFD (Bühler) oraz panelu kontrolnego MOZG, który działa w ten sposób, że ilość wody niezbędnej do kondycjonowania pobierana jest automatycznie w zależności od wilgotności pszenicy przygotowanej do przemiału oraz oczekiwanej wilgotności po nawilżeniu. Ziarno nawilżano do wilgotności 16,5% wodą o temperaturze 20°C, czas leżakowania po nawilżeniu ziarna wynosił 36 godzin. Proces przemiału obejmował 5 pasażów śrutowych i 12 wymiałowych. Określono wydajność (wyciąg) mąki ogółem oraz mąk gatunkowych: typu 450, 500, 750 i krupczatki, a także wydajność otrąb. Wydajności określano w trzech powtórzeniach.

Przemiał laboratoryjny ziarna wykonano w 6-pasażowym młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler (3 pasażę śrutowe, walce rowkowane, 3 pasażę wymiałowe, walce gładkie). Próbkę oczyszczonego ziarna o wilgotności 11,6–13,6%, pobrane w młynie Ujazd Górny, przed przemiałem laboratoryjnym poddawano 2-stopniowemu nawilżaniu wodą o temperaturze 20°C (24 godziny przed przemiałem do wilgotności 15% i 30 minut przed przemiałem do wilgotności 16,5%). Przemielano 2 kg próbki ziarna w dwóch powtórzeniach. Określono wydajność mąki śrutowej, wymiałowej i ogółem oraz wydajność otrąb.

Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym. Dla poszczególnych partii ziarna wyznaczono średnie ważone (wagą był udział masy dostawy w masie całej partii ziarna) oraz średnie arytmetyczne wartości określanych cech. Obliczono odchylenia standardowe. Wyniki przemiału laboratoryjnego i przemysłowego poddano dwuczynnikowej analizie wariancji, w której źródłem zmienności były partia ziarna oraz termin przemiału. Wartości średnie wyceniono testem Duncana przy poziomie istotności 0,05. Do obliczeń używano programu Statistica 10.0 firmy StatSoft.

WYNIKI I DYKUSJA

W elewatorze młyna w Ujeździe Górnym zgromadzono 4 partie ziarna pochodzące od różnych producentów o masie od 932 280 (Asano) do 1 370 710 kg (MWP) (tab. 1).

Liczba dostaw ziarna (n) z gospodarstw indywidualnych (MWP) była znacznie większa (n = 64) niż z dużych gospodarstw rolnych (Asano n = 33, Premio n = 34, M3P n = 42). W ziarnie dostarczanym do młyna oznaczano wilgotność, gdyż cecha ta ma ogromne znaczenie dla właściwego przechowywania. Według Rozporządzenia Komisji (WE) nr 824/2000 z 19 kwietnia 2000 roku, maksymalna wilgotność ziarna pszenicy zwyczajnej

Tabela 1. Właściwości fizyczne ziarna pszenicy od różnych producentów

Table 1. Physical properties of wheat grain from different manufacturers

Partia ziarna Batch of grains	Miary położenia i rozproszenia Average and dispersion measures	Wilgotność ziarna Grain moisture [%]	Zawartość zanieczyszczeń Contaminants content [%]	Gęstość ziarna w stanie zsypanym HL-weight [kg·hl ⁻¹]	Wyrównanie ziarna Alignment of grain [%]
MWP (n = 64, M = 1 370 710 kg)	Średnia ważona Weighted average	14,0	8,0	78,9	79,3
	Średnia arytmetyczna $\pm\sigma$ Arithmetic mean $\pm\sigma$	14,0 \pm 0,3	7,8 \pm 2,0	78,7 \pm 1,9	79,0 \pm 3,8
	Zakres wahań Fluctuation range	13,3÷14,5	4,1÷13,7	73,4÷81,8	58,2÷85,4
M3P (n = 42, M = 1 196 490 kg)	Średnia ważona Weighted average	13,9	5,6	77,5	81,4
	Średnia arytmetyczna $\pm\sigma$ Arithmetic mean $\pm\sigma$	13,9 \pm 0,3	5,6 \pm 1,3	77,6 \pm 2,1	81,5 \pm 1,7
	Zakres wahań Fluctuation range	13,3÷14,5	2,0÷7,9	74,9÷82,7	78,9÷85,3
Premio (n = 34, M = 963 540 kg)	Średnia ważona Weighted average	13,9	5,7	78,0	81,6
	Średnia arytmetyczna $\pm\sigma$ Arithmetic mean $\pm\sigma$	13,9 \pm 0,3	5,7 \pm 1,0	78,1 \pm 1,4	81,5 \pm 1,2
	Zakres wahań Fluctuation range	13,3÷14,5	3,8÷8,0	72,8÷80,9	80,0÷85,0
Asano (n = 33, M = 932 280 kg)	Średnia ważona Weighted average	14,1	6,4	76,8	80,2
	Średnia arytmetyczna $\pm\sigma$ Arithmetic mean $\pm\sigma$	14,1 \pm 0,4	6,6 \pm 1,0	75,6 \pm 0,9	80,9 \pm 1,5
	Zakres wahań Fluctuation range	13,4÷15,0	5,0÷8,0	74,0÷77,3	79,4÷84,0

n – liczba dostaw / number of deliveries, M – masa partii ziarna / batch weight, σ – odchylenie standardowe / standard deviation.

w skupie może wynosić do 14,5%. Przy wyższej wilgotności w ziarnie zachodzą niekorzystne zmiany biochemiczne i mikrobiologiczne ograniczające czas bezpiecznego przechowywania. Wyniki zamieszczone w tabeli 1 wskazują, że tylko ziarno jednej dostawy w partii Asano nie spełniało tych wymagań (wilgotność 15%). Średnie arytmetyczne obliczone dla badanych partii ziarna wynosiły od 13,9 \pm 0,3% do 14,1 \pm 0,4% (tab. 1). Taka wilgotność ziarna mogła być spowodowana odpowiednim układem temperatur i opadów w 2013 roku (dane firmy Sparks Polska Sp. z o.o.) podczas wzrostu roślin i zbioru na terenach, z których pochodziło ziarno.

Zanieczyszczenia występujące w masie ziarna mogą być źródłem niekorzystnych zmian i powodować obniżenie jakości ziarna. Przyczyniają się także do wzrostu kosz-

tów przechowywania i przygotowania ziarna do przemiału. Z tego względu ilość zanieczyszczeń w zakupionym ziarnie nie może przekraczać 12% [Rozporządzenie Komisji (WE) nr 824/2000]. Spośród badanych partii największą ilością zanieczyszczeń cechowało się ziarno w partii MWP (średnia ważona 8,0%, średnia arytmetyczna $7,8 \pm 2,0\%$) pochodzące od wielu drobnych producentów. W partii tej stwierdzono także największe zróżnicowanie materiału z poszczególnych dostaw (zakres wahań $4,1 \div 13,7\%$). Najmniej zanieczyszczeń zawierała natomiast partia ziarna M3P, w której średnio było 5,6% zanieczyszczeń przy zakresie wahań $2,0 \div 7,9\%$.

Cechą, na podstawie której określa się przydatność ziarna do celów przemiałowych jest gęstość ziarna w stanie zsypanym, ponieważ charakteryzuje ona dorodność i wykształcenie ziarna. Badania przeprowadzone przez Cacak-Pietrzak [2011] na kilku odmianach pszenicy w ekologicznym i konwencjonalnym systemach produkcji wskazują, że gęstość ziarna w stanie zsypanym istotnie zależy od czynnika odmianowego, a wpływ systemu uprawy jest nieznaczny. Woźniak i Gontarz [2011] wykazali natomiast, że wartości tej cechy istotnie zależą od wielkości dawki azotu podczas nawożenia, a Kaczmarek i inni [2009] stwierdzili, że zmienia się ona pod wpływem stosowania herbicydów. Można zatem przypuszczać, że zróżnicowane technologie uprawy pszenicy stosowane w gospodarstwach różnej wielkości, zależne od możliwości finansowych tych gospodarstw, mogą powodować zróżnicowanie tego, istotnego w produkcji młynarskiej, parametru jakościowego ziarna. W badaniach własnych zaobserwowano, że ziarno zgromadzone w partiach Asano i Premio, produkowane przez duże gospodarstwa rolne, w porównaniu do mieszanek pochodzących od wielu producentów MWP i M3P, było nieco mniej zróżnicowane pod względem gęstości w stanie zsypanym (tab. 1). Według Rozporządzenia Komisji (WE) nr 824/2000 dotyczącego skupu interwencyjnego ziarna zbóż, ciężar ziarna w stanie zsypanym dla pszenicy musi wynosić nie mniej niż $73 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$. Średnie wartości tej cechy ziarna w badaniach własnych były wysokie i wynosiły od $75,6 \pm 0,9 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$ (Asano) do $78,7 \pm 1,9 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$ (MWP). Podobne wyniki dla ziarna pszenicy uzyskiwali także inni autorzy [Rachoń i in. 2011, Cacak-Pietrzak 2011].

Dla sprawnego przebiegu procesu przemiału korzystnie jest, gdy kierowane do młyna ziarno jest wyrównane. W badaniach własnych spośród czterech partii ziarna najmniejszym wyrównaniem cechowała się partia MWP, czyli ziarno pochodzące z wielu indywidualnych gospodarstw rolnych (średnia arytmetyczna $79,0 \pm 3,8\%$) – tabela 1. Zwrócono również uwagę, że zakres wahań w tej partii ziarna był największy i wynosił $58,2 \div 85,4\%$. Najbardziej wyrównane ziarno zawierały partie M3P i Premio ($81,5\%$). Przy czym partia jednolita odmianowo pochodząca od jednego producenta (Premio) cechowała się nieco mniejszym zakresem wahań tej wartości ($80,0 \div 85,0\%$) w porównaniu z mieszaną M3P (zakres wahań $78,9 \div 85,3\%$). Podobnym wyrównaniem ziarna cechowały się odmiany pszenicy oceniane przez Cacak-Pietrzak [2011]. Niektórzy autorzy [Woźniak i Gontarz 2011] wskazują, że wielkość tej cechy zależy od systemu uprawy roli i dawki azotu.

Zaobserwowano, że w przemiale przemysłowym wydajność mąki ogółem była większa, a wydajność otrąb mniejsza niż w przemiale laboratoryjnym. Wynik taki może być spowodowany tym, że przemiał przemysłowy (5 pasaży śrutowych, 12 pasaży wymiałowych) był bardziej złożonym procesem od przemiału laboratoryjnego (3 pasaże śrutowe, 3 pasaże wymiałowe) i dzięki temu wyciąg mąki mógł być większy. Na podstawie analizy

wariancji stwierdzono, że zarówno w przemyśle laboratoryjnym, jak i przemysłowym największą wydajność mąki ogółem (odpowiednio 66,8 i 79,8%) i najmniejszą otrąb (odpowiednio 28,5 i 19,3%) otrzymywano z ziarna partii jednolitej odmianowo pszenicy Asano (tab. 2). Małą wydajnością mąki charakteryzowało się natomiast ziarno partii MWP i M3P (61,9%, 63,3 – przemiał laboratoryjny, 78,1% – przemiał przemysłowy) pochodzące od wielu producentów. Okazało się, że w przemyśle przemysłowym większe wydajności mąki ogółem uzyskiwano z ziarna przemielanego w terminie 8–10 tygodni od zbioru w porównaniu do ziarna po 3–4 tygodniach. Wyjątek stanowiła partia Asano, z ziarna której większą wydajność mąki uzyskiwano we wcześniejszym terminie przemiału niż w późniejszym. W przemyśle laboratoryjnym przeciętnie wydajność mąki ogółem była większa 3–4 tygodnie po zbiorze niż z ziarna dojrzałego (8–10 tygodni). Od tej reguły

Tabela 2. Wydajność mąki i otrąb ogółem w przemyśle laboratoryjnym i przemysłowym w zależności od partii ziarna pszenicy i terminu przemiału

Table 2. Total flour and bran yield in laboratory and industrial milling depending on the batch of wheat and milling term

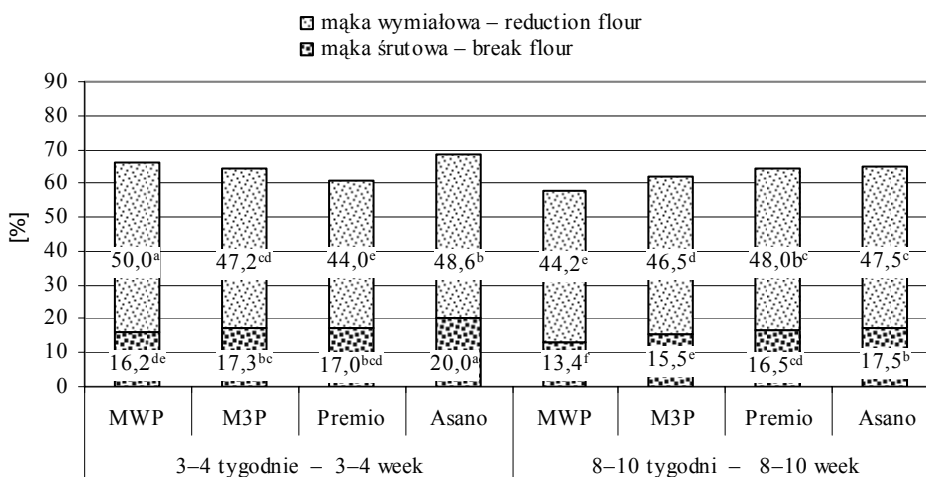
Termin przemiału Milling term	Wydajność mąki ogółem Yield of total flour [%]			Wydajność otrąb ogółem Yield of total bran [%]		
	3–4 tygodnie 3–4 weeks	8–10 tygodni 8–10 weeks	średnia partii ziarna average of batch	3–4 tygodnie 3–4 weeks	8–10 tygodni 8–10 weeks	średnia partii ziarna average of batch
Przemiał laboratoryjny Laboratory milling						
MWP	66,2 ^{ba}	57,6 ^{cb}	61,9 ^c	28,4 ^{cb}	36,9 ^{aa}	32,7 ^{ab}
M3P	64,5 ^{ba}	62,0 ^{bb}	63,3 ^b	30,7 ^{bb}	32,5 ^{ba}	31,6 ^b
Premio	61,0 ^{bb}	64,5 ^{aa}	62,8 ^{bc}	36,5 ^{aa}	30,5 ^{cb}	33,5 ^a
Asano	68,6 ^a	65,0 ^{bb}	66,8 ^a	27,2 ^{cb}	30,5 ^{ca}	28,5 ^c
Średnia w terminie przemiału Average of milling term	65,1 ^A	62,3 ^B	–	30,7 ^A	32,6 ^A	–
Przemiał przemysłowy Industrial milling						
MWP	77,9 ^{ba}	78,2 ^{ca}	78,1 ^c	19,4 ^{aa}	19,9 ^{aa}	19,7 ^a
M3P	78,0 ^{ba}	78,1 ^{ca}	78,1 ^c	20,0 ^{aa}	19,3 ^{abb}	19,7 ^a
Premio	78,1 ^{bb}	80,4 ^{aa}	79,3 ^b	19,7 ^{aa}	18,0 ^{cb}	18,9 ^b
Asano	80,1 ^{aa}	79,4 ^{bb}	79,8 ^a	19,8 ^{aa}	18,8 ^{bb}	19,3 ^a
Średnia terminu przemiału Average of milling term	78,5 ^B	79,0 ^A	–	19,7 ^A	19,0 ^B	–

^{A, B} – grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana w wierszach ($p \geq 0,95$) / homogeneous groups designated by Duncan test in rows ($p \geq 0,95$).

^{a, b, c} – grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana w kolumnach ($p \geq 0,95$) / homogeneous groups designated by Duncan test in columns ($p \geq 0,95$).

odbięgało ziarno partii pszenicy Premio, z którego wydajność mąki 3–4 tygodnie po zbiorze (61,0%) była mniejsza niż po 8–10 tygodniach (64,5%).

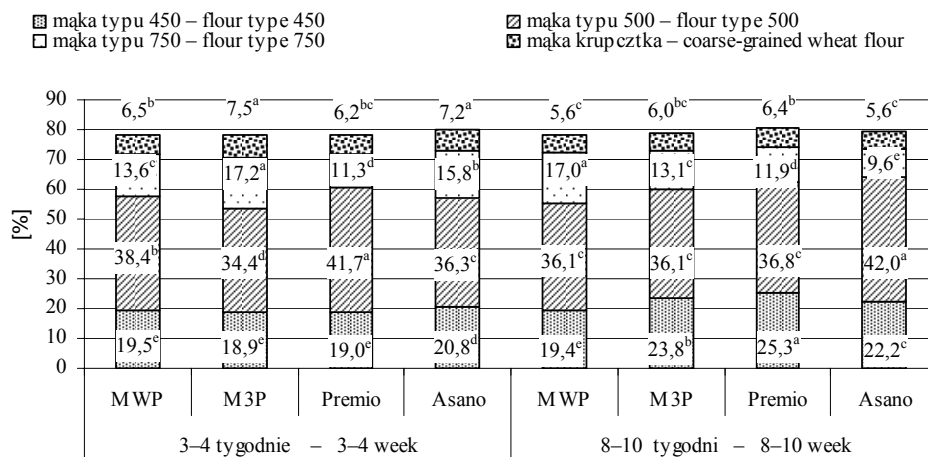
W przemiale laboratoryjnym oprócz wydajności mąki ogółem określano wydajności mąki śrutowej i wymiałowej. Wyniki przedstawiono na rysunku 1. Stwierdzono, że w obu terminach przemiału mąki wymiałowej otrzymywano dwu-, trzykrotnie więcej niż mąki śrutowej. Podobną zależność między wydajnością mąki wymiałowej i śrutowej z przemiału w młynie laboratoryjnym MLU 202 zaobserwowali Cacak-Pietrzak i inni [2013]. Przy czym w badaniach własnych zauważono, że proporcja wydajności mąki wymiałowej do śrutowej była korzystniejsza w drugim terminie przemiału niż w pierwszym (więcej mąki wymiałowej w stosunku do śrutowej). Największą wydajnością mąki wymiałowej cechowało się ziarno partii MWP (50,0%) i Asano (48,6%) 3–4 tygodnie po zbiorze (rys. 1). Z ziarna tych partii w pierwszym terminie przemiału otrzymano więcej mąki wymiałowej niż w drugim terminie, a z ziarna Premio odwrotnie. Partia M3P nie różniła się wydajnością tej mąki w obu terminach przemiału. Wydajność mąki śrutowej wahała się od 13,4 (MWP, 8–10 tyg.) do 20,0% (Asano 3–4 tyg.). Z ziarna partii MWP, M3P i Asano otrzymywano tej mąki istotnie więcej w pierwszym niż w drugim terminie przemiału. Nie stwierdzono natomiast różnic między wartościami tej cechy dla obu terminów przemiału partii Premio.



Rys. 1. Wyciąg mąki śrutowej i wymiałowej w przemiale laboratoryjnym w zależności od terminu przemiału i partii ziarna (małe litery w wierszach oznaczają grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana przy $p \geq 0,95$)

Fig. 1. Yield of grinding and milling flour in laboratory mill depending on the batch of wheat and milling term (small letters in rows indicate homogeneous groups designated by Duncan test at $p \geq 0,95$)

W przemiale przemysłowym określano wydajności mąk gatunkowych. Wyniki przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Wyciąg różnych typów mąki w przemiale przemysłowym w zależności od terminu przemiału i partii ziarna (małe litery w wierszach oznaczają grupy jednorodnie wyznaczone testem Duncana przy $p \geq 0,95$)

Fig. 2. Yield of different flour types in industrial mill of depending on the term of milling and batch of grain (small letters in rows indicate homogeneous groups designated by Duncan test at $p \geq 0,95$)

W ogólnej wydajności mąki największy udział stanowiła mąka typu 500. Jej wydajność wahała się od 34,4 (M3P, 3–4 tyg.) do 42,0% (Asano, 8–10 tyg.). Wydajności pozostałych mąk były znacznie mniejsze, a najmniej otrzymywano mąki krupczątka (od 5,6 – Asano, 8–10 tydzień do 7,5% M3P, 3–4 tydzień). Podczas przemiału w 8.–10. tygodniu ziarna partii MWP wydajność mąki typ 500 i krupczątka była mniejsza, a mąki typu 750 większa niż w 3.–4. tygodniu. W partiach M3P i Asano podczas przemiału w dojrzałości pełnej (8.–10. tydzień) zaobserwowano wzrost wydajności mąki typów 450, 500, a zmniejszenie wydajności mąki typu 750 i krupczątka w stosunku do przemiału po 3–4 tygodniach od zbioru. W przypadku partii Premio po 8–10 tygodniach od zbioru otrzymywano więcej mąki typu 450 i mniej mąki typu 500, a wydajności pozostałych kształtowały się na podobnym poziomie jak w pierwszym terminie przemiału. Stwierdzono, że w późniejszym terminie przemiału przemysłowego wszystkich partii ziarna otrzymuje się podobne lub większe ilości mąki typu 450, a mniej mąki krupczątka. Jest to korzystne dla młyna ze względów ekonomicznych. Ponadto zauważono, że wydajność mąk jasnych (typów 450 i 500) z partii jednolitych odmianowo jest większa niż z partii, w których ziarno było mieszanką i pochodziło od wielu producentów.

WNIOSKI

1. Partia ziarna pochodząca od wielu drobnych producentów była bardziej zróżnicowana pod względem cech technologicznych ziarna niż pozostałe 3 partie pochodzące od dużych producentów.

2. Największą wydajnością mąki w przemiale laboratoryjnym i przemysłowym cechowała się partia Asano, a najmniejszą partia MWP.

3. Wydajność mąki 3–4 tygodnie po zbiorze w przemiale laboratoryjnym była większa, a w przemiale przemysłowym mniejsza niż po 8–10 tygodniach. Przy czym wydajność mąki ogółem w przemiale przemysłowym była większa niż w przemiale laboratoryjnym.

4. Zmiany wydajności mąk pasażowych w przemiale laboratoryjnym i gatunkowych w przemiale przemysłowym z ziarna w dojrzałości późniejszej niepełnej i pełnej były zróżnicowane i zależały od partii ziarna.

5. Z partii jednolitych odmianowo uzyskiwano większe wydajności mąk jasnych (typów 450 i 500) niż z partii pochodzących od wielu producentów.

LITERATURA

- BN-69 9131-02. Ziarno zbóż. Oznaczanie wyrównania ziarna.
- Bogaczyński K., 2012. Ocena wyników przemiału. *Przeł. Zboż.-Młyn.* 9, 21–25.
- Cacak-Pietrzak G., 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego – wymagania technologiczne. *Przeł. Zboż.-Młyn.* 52(11), 11–13.
- Cacak-Pietrzak G., 2011. Studia nad wpływem ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji roślinnej na wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Cacak-Pietrzak G., Gondek E., Jończyk K., 2013. Porównanie struktury wewnętrznej oraz właściwości przemiałowych ziarna orkiszowego i pszenicy zwyczajnej z uprawy ekologicznej. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 574, 3–10.
- Dziki D., Laskowski J., 2000. Badanie właściwości przemiałowych wybranych odmian pszenicy. *Inżynieria Rolnicza* 8(19), 63–69.
- Dziki D., Laskowski J., 2004. Wpływ cech ziarna żyta na proces rozdrabniania. *Inżynieria Rolnicza* 5(60), 101–108.
- Dziki D., Laskowski J., 2006. Ocena cech wytrzymałościowych ziarna pszenicy na podstawie testu cięcia. *Inżynieria Rolnicza* 12(87), 127–135.
- Dziki D., Laskowski J., Biernacka B., Siastała M., 2011a. Wpływ wilgotności na proces rozdrabniania ziarna pszenicy zróżnicowanego pod względem twardości. *Inżynieria Rolnicza* 1(126), 47–53.
- Dziki D., Różyło R., Laskowski J., 2011b. Przemiał pszenicy i wpływ twardości ziarna na ten proces. *Acta Agrophysica* 18(1), 33–43.
- Dziki D., Różyło R., Laskowski J., 2011c. Wpływ ustawienia rowków wałców mielących na proces rozdrabniania ziarna pszenicy. *Inżynieria Rolnicza* 4(129), 41–48.
- El-Porai E.S., Salama A.E., Sharaf A.M., Hegazy A.I., Gadallah M.G.E., 2013. Effect of different milling processes on Egyptian wheat flour properties and pan bread quality. *Annals of Agricultural Science* 58(1), 51–59.
- Kaczmarek S., Kierzek R., Gruchot D., 2009. Reakcja pszenicy ozimej na stosowanie obniżonych dawek mieszaniny fluoksypiry i 2,4D. *Biul. IHAR* 254, 13–20.
- Kania M., Andrejko D., 2010. Wpływ różnych sposobów przygotowania ziarna pszenicy do przemiału na wilgotność mąki. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria* 9(3–4), 29–35.
- Laskowski J., Łysiak G., Łojewska H., 2001. Wpływ prędkości bijaków na zużycie energii rozdrabniania wybranych surowców zbożowych. *Inżynieria Rolnicza* 13(33), 244–248.

- Łysiak G., Laskowski J., 2006. Wpływ wilgotności na odporność na pękanie ziarna pszenicy odmiany Kobra. *Inżynieria Rolnicza* 12(87), 313–319.
- PN-EN ISO 7971-3:2010 Ziarno zbóż – Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym, zwanej masą hektolitrową – Część 3: Metoda rutynowa.
- PN-EN ISO 712:2012 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie wilgotności – Metoda odwoławcza.
- PN-R-74015:1994P Pszenica – Oznaczanie zanieczyszczeń.
- 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.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2013. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa.
- Rothkaehl J., 2013. Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2012 roku. *Prz. Zboż. Młyn.* 1, 5–8.
- Rozporządzenie komisji (WE) Nr 824/2000 z dnia 19 kwietnia 2000 roku ustanawiające procedury przejścia zbóż przez agencje interwencyjne oraz metody analizy do oznaczania jakości zbóż.
- Rydzak L., Andrejko D., Masłowski A., Hodara K., 2012. Wpływ obróbki wstępnej ziarna pszenicy przed przemiałem z zastosowaniem impregnacji i mikronizacji na wyciąg mąki. *Inżynieria Rolnicza* 3(138), 209–215.
- Sypuła M., Dadrzyńska A., 2008. Wpływ czasu przechowywania ziarna pszenicy na zmianę jego cech jakościowych. *Inżynieria Rolnicza* 1(99), 371–376.
- Tang H., Ando H., Watanabe K., Takeda Y., Mitsunaga T., 2000. Some physicochemical properties of small-, medium- and large granule starches in fractions of waxy barley grain. *Cereal Chemistry* 77, 27–31.
- 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.

QUALITY AND MILLING PROPERTIES OF WHEAT GRAIN OBTAINED FROM DIFFERENT CEREAL PRODUCERS – ASSESSMENT UNDER LABORATORY AND INDUSTRIAL CONDITIONS

Summary. The aim of this study was to assess the diversity of grain from different groups of Polish producers and to determine the impact of the milling term and wheat grain origin on the performance of technological processes under laboratory and industrial conditions. The experimental material consisted of common wheat grain (*Triticum aestivum* L.) harvested in 2013 by several small grain producers, 3 large grain producers (RSP Gądków, Polder Sp. z o.o. and Agrofam Sp. z o.o.), Premio wheat variety (producer – G.R. Wojciech Krasecki) and Asano wheat obtained from G.R. Solidex Sp. z o.o. Milling properties of the grain were studied twice: 3–4 weeks after harvesting (minimum post-harvest ripening period) and 8–10 weeks after harvesting, i.e. when the grain reached full post-harvest maturation. The grain was milled under laboratory conditions using Bühler MLU-202 Automatic Laboratory Grain Mills. The industrial milling was performed by the Dolnośląskie Młyny Co. (Lower Silesian Mills Co.) in Ujazd Górny based on Bühler milling technology. The results of the studies showed considerable differences between the batches regarding contamination levels. It was found that the grain batches delivered by several small produc-

ers showed greater differences in the uniformity and technological value of the grain than the remaining three batches. Total flour capacity under laboratory milling conditions was markedly lower than under industrial conditions. The highest total flour capacity in either conditions was observed with the Asano wheat, whereas this value was found at the lowest level in the mixtures of wheat collected from several small producers. Yield of flour from grain in minimum post-harvest ripening (3–4 weeks after harvest) was in laboratory milling bigger and in industrial milling smaller than yield of flour from grain reached full post-harvest maturation (8–10 weeks after harvest). Changes in the yield of stream flours in the laboratory milling and species flour in the industry milling, with grain in minimum and full post-harvest maturation was varied and depended on a batch of grain. As has been found, the extraction of flour types 450 and 500 was slightly better in the batches containing one wheat variety than batches from the many producers, which can be very important from the economic point of view.

Key words: wheat, laboratory and industrial milling, flour and bran yield