

AGNIESZKA MAKOWSKA, KAROLINA STRYBE, WIKTOR OBUCHOWSKI

ANALIZA WPLYWU CECH ODMIANOWYCH PSZENICY I STOPNIA WYCIĄGU MĄKI NA WYNIKI OZNACZEŃ METODĄ „DUROTEST”

Streszczenie

Badano wpływ wyciągu mąki, jej rozdrobnienia i odmiany z jakiej pochodzi, na wyniki oznaczeń zawartości mąki z pszenicy *vulgare* w surowcu makaronowym. Analizie poddano 11 krajowych odmian pszenicy zwyczajnej, 2 handlowych partii pszenicy *durum* i 6 mąk i kaszek pochodzących z przemiału jednej partii pszenicy *durum*.

Przeprowadzona analiza statystyczna wyników wykazała istotne różnice pomiędzy mąką całościarnową, a mąką o wyciągu 65%, a także pomiędzy ziarnem krajowych odmian pszenicy zwyczajnej. Nie wykazano natomiast wpływu rozdrobnienia surowca na wyniki „Durotestu”. Mimo to wielokrotnie większe różnice w zawartości friabiliny, jakie występują pomiędzy pszenicą gatunku *durum* i *vulgare* powodują, że test ten jest przydatny także do określania stopnia zanieczyszczenia semoliny mąką z pszenicy zwyczajnej w szerokim spektrum wyciągu.

Wstęp

Spośród wielu metod wykrywania obecności mąki z pszenicy zwyczajnej w surowcach i produktach makaronowych [2] najnowszą i najdoskonalszą wydaje się metoda o nazwie „Durotest”. Oparta jest ona na immunochemicznym oznaczaniu obecności genetycznie kodowanego białka nazywanego friabiliną, należącego do frakcji albumin. Białko to nie występuje w pszenicach tetraploidalnych, jest natomiast składnikiem białek pszenic heksaploidalnych.

„Durotest” jest metodą umożliwiającą, zdaniem jej autorów, określenie zawartości innych składników niż pszenica *durum* z dokładnością do 2–3% [1]. Ze względu na jej innowacyjność niewiele jest danych literaturowych, dotyczących warunków jej zastosowania [7]. W dostępnej literaturze brak jest wzmianek, czy i w jakim stopniu na wyniki oznaczenia mogą mieć wpływ takie czynniki, jak: cechy odmianowe pszenicy, wyciąg mąki, jej granulacja, warunki procesu przemiału i produkcji makaronu. Kmie-

ciak [5] podaje, że jest to metoda wykrywania i ilościowego oznaczania innych surowców zbożowych – niż pszenica *durum* – jedynie w makaronie, nie zaś w stosowanych do jego produkcji surowcach. Nie nadaje się także do analizy produktów przemiału całego ziarna.

Jednak z technologicznego punktu widzenia, jeżeli makaron jest suszony w niskiej temperaturze, to struktura obecnych w nim białek nie powinna różnić się od struktury białek surowca. Sugerując się powyższym tokiem rozumowania postanowiono sprawdzić, czy i w jakim stopniu metoda „Durotest” jest odpowiednia do analizy surowców makaronowych, a także czy takie czynniki, jak wyciąg, rozdrobnienie mąki, bądź odmiana z jakiej pochodzi mąka, mogą wpływać na wyniki oznaczenia.

Materiał i metody badań

Materiałem w niniejszych badaniach były ziarno i mąka z 11 krajowych odmian pszenicy zwyczajnej, a także ziarno i mąka z partii handlowej pszenicy oraz w celu porównania ziarno i mąka z dwóch partii pszenicy *durum*: pochodzenia francuskiego i kanadyjskiego.

Analizie metodą „Durotest” poddano również 6 prób semoliny, pochodzących z przemiału różnych partii handlowych pszenicy *durum*, w których potencjalna zawartość pszenicy zwyczajnej nie była znana.

Dodatkowo, w celu stwierdzenia wpływu stopnia wyciągu mąki na wyniki oznaczeń metodą „Durotest”, przebadano mąki i kaszki uzyskane z różnych pasaży przemiału w młynie makaronowym, pochodzące z jednej partii pszenicy makaronowej *durum*, które różniły się nie tylko granulacją, ale także zawartością popiołu bądź białka ogółem.

Przemiału ziarna wykorzystanego w analizach dokonano za pomocą:

- młyna laboratoryjnego Quadrumat Senior (mąka o stałym, 65% wyciągu),
- młynka laboratoryjnego Laboratory Mill 3100 (mąka całościowa).

W badanych próbach oznaczono zawartość popiołu, a także zawartość białka metodą Kjeldahla [8]. Oznaczenia metodą „Durotest” wykonano zgodnie z instrukcją podaną przez firmę Rhone-Poulenc [3].

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1. zestawiono dane charakteryzujące polskie odmiany pszenicy zwyczajnej pod względem zawartości białka ogółem w ziarnie i mące o 65% wyciągu, uzyskanej z przemiału tych pszenic oraz zawartości w nich popiołu. Dla porównania w tabeli tej zawartość również dane dotyczące handlowych partii pszenicy *durum*. Przy porównywaniu mąki z tych dwóch gatunków obserwuje się typową większą zawartość popiołu w próbach pszenicy *durum* niż w pszenicy zwyczajnej.

Tabela 1

Porównanie zawartości białka ogółem i popiołu w ziarnie i mąkach o wyciągu 65% odmian pszenicy zwyczajnej oraz próbach semoliny z handlowych partii pszenicy *durum*.

Protein and ash content of various domestic vulgare wheat varieties and flour of 65% extraction, as well as two durum wheat and flour samples.

Pszenica – gatunek, odmiana Wheat – variety, sort	Zawartość popiołu w mące Flour ash content [% s.m.]	Zawartość białka ogółem / Total protein content [% s.m.]		
		całe ziarno whole grain	mąka flour	różnica 3-4 balance
1	2	3	4	5
Zwyczajne Common				
Almari	0,58	12,4	11,0	1,4
Juma	0,50	13,4	12,1	1,3
Sakwa	0,46	11,0	10,8	0,2
Roma	0,66	12,3	10,6	1,7
Korweta	0,56	12,9	11,2	1,7
Kobra	0,48	12,2	11,0	1,2
Mikon	0,54	13,4	12,3	1,1
Begra	0,45	13,3	12,1	1,2
Rysa	0,44	14,6	13,3	1,3
Eta*	0,83	14,1	13,5	0,6
Torka*	0,82	12,9	11,2	1,7
partia handlowa	0,64	11,9	10,3	1,6
Durum				
kanadyjska	1,19	14,0	12,9	1,1
francuska	0,99	13,4	11,0	2,4

* odmiany jare
spring wheat

Poszczególne odmiany pszenicy zwyczajnej różnią się dość znacznie zawartością białka ogółem i różnice te są większe niż średnie wartości dla obu gatunków pszenicy (*durum* i *vulgare*). Z porównania wyników zawartości białka ogółem w mące całościowej i o wyciągu 65%, uzyskanych z tej samej odmiany, wynika, że ilość białka w mące zależy od jej wyciągu i w mące jasnej jest mniejsza niż w mące pochodzącej z przemiału całego ziarna. W przypadku odmian pszenicy zwyczajnej różnice te wahają się od 0,2 do 1,7%, zaś dla pszenic twardych sięgają nawet 2,4% (tab. 1, kol. 5). Należy przy tym oczekiwać, że w wyniku przemiału gatunkowego charakterystyka jakościowa białek mąki nie będzie pokrywała się z białkami występującymi w całym ziarnie. Z danych literaturowych [4] wiadomo bowiem, że w bielmie środkowym wystę-

puje relatywnie więcej frakcji białek glutenowych, podczas gdy w częściach peryferyjnych ziarna i w zarodku wzrasta udział białek o charakterze funkcjonalnym – albumin i globulin. Należy więc przypuszczać, że przemiał ziarna i frakcjonowanie mąki prowadzi do zmian istniejących proporcji w składzie białek, a tym samym może prowadzić do zróżnicowania ich zawartości w ekstrakcie buforowym, stosowanym w metodzie „Durotest”. Potwierdzają to wyniki zawarte w tabeli 2.

Tabela 2

Porównanie ekstynkcji ekstraktów białkowych otrzymanych z całego ziarna pszenicy *durum* i krajowych odmian pszenicy zwyczajnej oraz uzyskanej z nich mąki o wyciągu 65%.

The comparison of protein extract absorptions measured at 280 nm from whole grain and flours (65%) of various domestic vulgare wheat varieties, and two samples of durum wheat.

Pszenica – gatunek, odmiana Wheat – variety	Ekstynkcja ekstraktów białkowych przy 280 nm Absorption of protein extract		
	całe ziarno whole grain	mąka flour	różnica 2-3 balance
1	2	3	4
Zwyczajna common			
Almari	1,043	0,736	0,307
Juma	0,850	0,667	0,183
Sakwa	0,983	0,774	0,210
Roma	1,186	0,761	0,424
Korweta	0,890	0,677	0,213
Kobra	0,896	0,724	0,173
Mikon	1,014	0,698	0,317
Begra	0,932	0,709	0,222
Rysa	0,778	0,600	-0,178
Eta*	1,013	1,001	0,012
Torka*	1,101	0,790	0,311
partia handlowa	1,130	0,842	0,288
	$X_{sr} = 0,985$	$X_{sr} = 0,743$	$X_{sr} = 0,242$
Durum			
kanadyjska	1,075	0,830	0,247
francuska	0,949	0,704	0,245
	$X_{sr} = 1,012$	$X_{sr} = 0,767$	$X_{sr} = 0,246$

*odmiany jare / spring wheat.

Wartości ekstynkcji ekstraktów uzyskanych z produktów przemiału całego ziarna różnych odmian pszenicy *vulgare* mieściły się w przedziale od 0,778 (Rysa) do 1,186 (Roma), a w przypadku partii handlowej 1,300. Analogiczne wartości w odniesieniu do

mąki z badanych odmian pszenicy zwyczajnej były nieco mniejsze i wahały się od 0,600 (Rysa) do 1,001 (Eta). Otrzymane wyniki świadczą o tym, że różne odmiany pszenicy krajowej, różniące się nie tylko zawartością białka, ale i właściwościami technologicznymi, będącymi konsekwencją różnych cech tego białka, w indywidualny sposób poddawały się działaniu buforu ekstrakcyjnego.

Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała istotnej zależności pomiędzy poziomem białka wyekstrahowanego z całego ziarna i białka wyekstrahowanego z uzyskanej z tego ziarna mąki o stałym wyciągu 65% (współczynnik korelacji – 0,156). Nie stwierdzono także zależności pomiędzy stopniem zróżnicowania zawartości białka ogółem w ziarnie i mące, a zróżnicowaniem ekstynkcji ekstraktów białkowych uzyskanych z całego ziarna i z mąki (tab. 1 kol. 5 i tab. 2 kol. 4).

Współczynnik korelacji pomiędzy zawartością białka ogółem w ziarnie badanych odmian i wartościami ekstynkcji wyizolowanych z nich roztworów białek wynosił 0,287 (wartość tabelaryczna przy $r_{0,05} = 0,576$). Współczynnik ten był również niewielki w przypadku porównywania zawartości białka ogółem i ekstynkcji ekstraktów mąki i wyniósł 0,174. Wskazuje to na brak istotnej zależności pomiędzy całkowitą zawartością białka, a stopniem jego ekstrakcji w metodzie „Durotest”. Wydaje się więc, iż należy szukać innych czynników, które wpływają na ilość białka ekstrahowanego z próby podczas stosowania metody „Durotest”.

Porównanie (tab. 2) średnich wartości ekstynkcji ekstraktów uzyskanych z mąki całościowej i wyciągowej, pochodzącej z pszenicy twardej (odpowiednio 1,012 i 0,767), z analogicznymi średnimi wynikami oznaczeń w pszenicy miękkiej (0,985 i 0,743) wskazuje, iż pomiędzy obydwooma gatunkami występują niewielkie różnice i zdecydowanie większy wpływ na stopień ekstrakcji białka wywiera wyciąg mąki niż gatunek ziarna. Potwierdzają to także wyniki oznaczeń przeprowadzonych w poszczególnych produktach przemiału makaronowego pszenicy *durum* (tab. 3). Ekstrakty białek z mąk pasażowych o większej zawartości popiołu (ciemniejszych) charakteryzowały się zdecydowanie większymi wartościami ekstynkcji niż kaszki o mniejszej zawartości popiołu, pochodzące z bielma środkowego. Średnie wartości ekstynkcji ekstraktów białkowych z mąk pasażowych z pszenicy *durum* (tab. 3) i mąk uzyskanych z pszenicy *vulgare* (tab. 2) kształtowały się na podobnym poziomie. Można więc wnioskować, że to nie gatunek pszenicy jest czynnikiem decydującym o ilości wymytego białka w metodzie „Durotest”, ale np. wyciąg mąki bądź jej granulacja.

Podstawowym etapem analizy metodą „Durotest” jest pomiar absorbancji kompleksów przeciwiało-friabilina-barwnik przy długości fali 450 nm. Wyniki tych oznaczeń w ziarnie i mące poszczególnych odmian pszenicy zwyczajnej i dwóch prób pszenicy *durum* zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 3

Porównanie ekstynkcji ekstraktów białkowych (280 nm) i absorpcji charakteryzujących zawartość friabiliny (450 nm) w mąkach pasażowych o zróżnicowanej zawartości popiołu z przemiału pszenicy *durum*.

The comparison of protein extracts absorption measured at 280 nm and at 450 nm in durum flour from various millstreams.

Pasaż Passage	Zawartość białka Protein content [%s.m.]	Zawartość popiołu Ash content [% s.m.]	Ekstynkcja ekstraktów białkowych przy 280 nm Protein extract Absorbance 280 nm	Absorbancja kompleksów przeciwciała-friabilina przy 450 nm Absorption of complex antibody - friabilin
1	2	3	4	5
Pasaże rozczynowe				
Kaszka	10,9	0,76	0,523	0,080
Mąka 1R	11,2	1,08	0,800	0,064
Mąka 2R	11,2	1,08	0,765	0,059
Mąka 3R	12,5	1,18	0,772	0,060
Pasaże wymiłowe				
Kaszka	11,7	0,84	0,601	0,068
Mąka 1W	12,2	1,33	0,852	0,064
Mąka 2W	12,3	1,26	0,782	0,059
Mąka 3W	13,2	1,42	0,827	0,062
			$X_{sr} = 0,740$	$X_{sr} = 0,064$

Zgodnie z metodyką, oznaczona wartość absorpcji jest wprost proporcjonalna do zawartości w próbce friabiliny [3]. Analizując wyniki zauważa się zdecydowane zróżnicowanie odczytanych wartości pomiędzy grupą odmian pszenicy zwyczajnej i durum.

O ile w przypadku pszenic gatunku *durum*, wartości absorpcji kompleksów przeciwciała-friabilina-barwnik kształtowały się na poziomie 0,130–0,140, to dla pszenic *vulgare* były one co najmniej dziesięciokrotnie większe. Na wielkość omawianej absorpcji pszenic miękkich wpływ wywarł także wyciąg mąki. W przypadku pszenicy zwyczajnej średnia wartość absorpcji w mące całościowej wynosiła 1,459, zaś w mące jasnej (o 65% wyciągu) była zdecydowanie większa i równa 2,170. Istotne różnice zanotowano również pomiędzy poszczególnymi odmianami pszenicy zwyczajnej. Wśród badanych odmian niektóre charakteryzowały się stosunkowo niewielką wartością absorpcji przy 450 nm, np. w przypadku odmian Eta i Torca wartości te wynosiły odpowiednio: 0,968 i 0,718 w przypadku ziarna oraz 0,852 i 1,218 w przypadku mąki (obie należą do grupy pszenic jarych). Mąka innych odmian, takich jak: Almari, Sakwa, Juma czy Begra charakteryzowała się bardzo dużą absorpcją, o

wartościach powyżej 2,500. To zdecydowane zróżnicowanie pomiędzy gatunkami, niezależnie od wpływu wynikającego z wyciągu mąki, dowodzi, że „Durotest” jest metodą odpowiednią do odróżnienia gatunków *durum* i *vulgare*. Należy jednak wziąć pod uwagę, że ilościowe oznaczenie dodatku mąki z pszenicy zwyczajnej do semoliny może zależeć od odmiany z jakiej ona pochodzi. W przypadku odmian o mniejszych wartościach absorpcji, takich jak Eta czy Torka, praktycznie taki sam procentowy dodatek może wydawać się dużo mniejszy niż przy odmianie np. Almari. Rzadko jednak zdarza się, by handlowa partia pszenicy zawierała jedną tylko odmianę, najczęściej

Tabela 4

Porównanie absorpcji charakteryzującej zawartości friabiliny w ziarnie i mące o wyciągu 65%, krajowych odmian pszenicy zwyczajnej i pszenicy *durum*.

Comparison of absorption which is characteristic for friabilin content in domestic varieties of common and durum wheats and made from them flours.

Pszenica: – gatunek, odmiana Wheat: – variety	Absorbancja kompleksów friabilina - antycyalo - barwnik przy 450 nm Absorption of complex friabilin - antibody - dye at 450 nm		
	całe ziarno whole grain	mąka flour	różnica 3-2 balance
1	2	3	4
Zwyczajna: Common			
Almari	2,040	2,801	0,761
Juma	1,402	2,864	1,462
Sakwa	1,947	2,864	0,917
Roma	1,500	1,879	0,379
Korweta	1,458	2,552	1,094
Kobra	1,746	2,650	0,904
Mikon	1,304	1,832	0,528
Begra	1,686	2,674	0,988
Rysa	1,383	1,572	0,189
Eta*	0,968	0,852	- 0,116
Torka*	0,718	1,218	0,500
partia handlowa	1,360	2,280	0,920
	$X_{sr} = 1,459$	$X_{sr} = 2,170$	
Durum:			
kanadyjska	0,132	0,094	- 0,038
francuska	0,142	0,172	0,030
	$X_{sr} = 0,137$	$X_{sr} = 0,133$	

* odmiany jare
spring wheat

są to mieszanki różnych odmian. W naszych badaniach absorbancja próby pochodzącej z handlowej partii pszenicy zwyczajnej (2,280) była zbliżona do średniej z wszystkich odmian (2,170). Nie zmienia to jednak faktu, że dla różnych partii, zawierających różne odmiany, wartość ta może się wahać.

Określając wpływ wyciągu mąki na wyniki „Durotestu” obliczono współczynnik korelacji między otrzymanymi wynikami absorbancji mąk całościarnowych i mąk o 65% wyciągu; jest on równy 0,710 (przy $r_{0,01} = 0,684$) i wskazuje na istotną zależność zawartości friabiliny od wyciągu. Zgodnie z doniesieniami literaturowymi należałoby się spodziewać, że większą zawartością friabiliny będą charakteryzować się mąki całościarnowe, gdyż białko to, będące białkiem funkcjonalnym, należącym do grupy albumin, znajdować się powinno głównie w częściach peryferyjnych ziarna i w zarodku, a te odrzucane są do otrąb przy przemiale na mąkę gatunkową. Nasze badania wykazały zależność przeciwną – większą wartość absorbancji wykazywały mąki jasne, wyciągowe, mimo iż całkowita zawartość białka w takiej mące była mniejsza niż w mące pochodzącej z przemiału całego ziarna. Sugeruje to, że w białkach bielma środkowego występuje relatywnie więcej friabiliny niż w peryferyjnych warstwach ziarna [6].

Tabela 5

Zestawienie wyników oznaczeń zawartości mąki innej niż *durum* w partiach semoliny pochodzących z różnych młynów, w porównaniu ze wzorcem.

The comparison of other than durum wheat admixture results in semolina from various mills.

Semolina Semolina	Zawartość popiołu Ash content [% s.m.]	Absorbancja ekstraktów białkowych przy 450 nm Absorption of protein extracts at 450 nm	Zawartość mąki innej niż <i>durum</i> Different than durum flour admixture [%]
F ₁	1,056	0,231	2
F ₂	0,950	0,086	0
F ₃	1,018	0,199	1
Sz	0,817	0,761	5
P ₁	1,078	0,086	0
P ₆	1,010	0,084	0
Wzorzec: 5% dodatek mąki z pszenicy zwyczajnej Standard: 5% common wheat flour addition		0,729	5

Przeanalizowano, czy istnieje statystyczna zależność pomiędzy zawartością białka ogółem w mące, a zawartością w niej friabiliny, wyrażoną wartością absorbancji przy 450 nm. Obliczony współczynnik korelacji wyniósł - 0,159, co świadczy o braku takiej zależności.

Niewielkie, mieszczące się w przedziale od 0,059 do 0,080 wartości absorbancji przy 450 nm, charakteryzujące zawartość friabiliny w mąkach pasażowych o zróżnicowanej zawartości popiołu, uzyskanych z przemiału jednej partii pszenicy *durum* (tab. 3) wskazują, że niezależnie od stopnia wyciągu produkty z pszenicy *durum* są wolne od tego białka, a szcątkowe wartości absorbancji mogą wynikać z naturalnego zanieczyszczenia partii pszenicy *durum* ziarnem innych gatunków zbóż. Przykładem takiego zanieczyszczenia jest zestawienie zawarte w tabeli 5.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych porównań wskazują, że metoda „Durotest” umożliwia zdecydowane odróżnienie produktów przemiału pszenicy *durum* od produktów przemiału pszenicy zwyczajnej, mimo, że na wyniki tej metody ma wpływ stopień wyciągu mąki i odmiana pszenicy, z której ta mąka pochodzi. Wyciąg mąki i cechy odmianowe pszenicy zwyczajnej mają wielokrotnie mniejszy wpływ na wyniki oznaczeń tą metodą, niż różnice gatunkowe pszenicy.

Stwierdzona w pracy wyższa zawartość friabiliny w bielmie środkowym, w porównaniu z peryferyjnymi warstwami ziarna sugeruje, że być może białko to spełnia określoną rolę w kształtowaniu cech technologicznych mąki.

LITERATURA

- [1] Autran I. C., Barnwell P. i in.: Determination of common wheat in pasta products dried at elevated temperatures. Final report. Measurement and Testing Programme (BRC), **82**, 1994.
- [2] Brzeziński W. J.: Identyfikacja pszenicy durum oraz określanie domieszek pszenicy zwyczajnej w makaronach. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, **40**, (6), 1996, 37-38.
- [3] Durotest. Plate format – Durum purity test for pasta. May 1996, Rhone Poulenc Diagnostics, Ltd.
- [4] Jankowski S.: Surowce mączne i kaszowe. WNT, Warszawa, 1988.
- [5] Kmiecik S.: Wykrywanie dodatku mąki z pszenicy zwyczajnej w makaronach. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, **12**, 1998, 19-21.
- [6] Makowska A., Strybe K., Obuchowski W.: Możliwości wykorzystania metody „Durotest” do ilościowego określania zanieczyszczeń innymi zbożami surowców makaronowych z pszenicy durum. cz. II. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, **10**, 1999, 57-58.
- [7] Obuchowski W., Mitręga A.: Określanie zawartości mąki z innego surowca niż pszenica durum w makaronach metodą „Durotest”. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, **9**, 1998, 62-63.
- [8] PN-68-A-74012.

THE EFFECT OF WHEAT VARIETY AND FLOUR YIELD ON „DUROTEST” RESULTS

S u m m a r y

The effect of extraction yield, average particle size of flour, and wheat cultivar used on the results of durotest were evaluated. The experiments were carried out on 11 domestic wheat cultivars, two commercial durum samples and 6 semolina streams obtained from different millstreams of durum wheat. It was found statistically significant difference durotest results between whole and white flour. It was found also, that different cultivars of domestic vulgare wheat show different amount of friabilin. Nevertheless, differences in friabilin content between durum and vulgare products were much higher, and test could be used also to evaluate non-durum flours in semolina products. ☒