

ANNA CIOŁEK, EWA MAKARSKA, LESZEK RACHOŃ

**WYKRYWANIE DODATKU MĄKI Z PSZENICY ZWYCZAJNEJ  
(*TRITICUM AESTIVUM* L.) I ORKISZU (*TRITICUM SPELTA* L.)  
W PRODUKTACH MAKARONOWYCH Z MĄKI PSZENICY  
TWARDEJ (*TRITICUM DURUM* DESF.)**

Streszczenie

Przeprowadzono ocenę dwóch metod wykrywania dodatku mąki z pszenicy zwyczajnej i orkiszu w makaronach z mąki z pszenicy twardej: elektroforetycznego rozdziału frakcji gliadynowej białek i immunoenzymatycznego testu do kontroli jakości makaronów. Analizowano także wybrane cechy jakości ziarna nowych linii pszenicy twardej (STH 716, STH 717) i orkiszu (STH 3, STH 715), z którego otrzymano mąkę do produkcji makaronów.

Z ocenianych linii mąka z pszenicy twardej STH 716 cechowała się najlepszymi parametrami jakościowymi, tj. dużą zawartością białka i optymalną liczbą opadania, a ziarniaki tej linii – największą szklistością. Ziarno linii pszenicy twardej: STH 716 i STH 717 w porównaniu z pozostałymi wyróżniało się trzykrotnie niższą aktywnością oksydazy polifenolowej. Wyniki testu do kontroli jakości makaronów (PQC) były obciążone większym błędem w przypadku oznaczania zawartości dodatku mąki z ziarna pszenicy orkisz niż pszenicy zwyczajnej. Rozdział elektroforetyczny białek gliadynowych wyekstrahowanych z badanych makaronów – na podstawie różnic i podobieństw występujących na elektroforegramach, charakterystycznych dla gatunków pszenicy – pozwala na odróżnienie zarówno domieszek mąki z pszenicy zwyczajnej, jak i mąki z orkiszu.

**Słowa kluczowe:** pszenica twarda, orkisz, zafałszowania makaronu, ELISA, elektroforeza

## Wprowadzenie

Odpowiednia jakość makaronów wynika z zastosowania do ich produkcji semoliny, otrzymywanej z przemiału ziarna pszenicy twardej *Triticum durum* Desf.

„Bursztynowa” barwa ziarniaków pszenicy makaronowej, ich szklistość i duża zawartość białka zapewniają pożądane parametry wyrobom makaronowym. W Polsce akceptowana jest produkcja makaronów z mąki z pszenicy zwyczajnej o dobrych pa-

---

*Dr A. Ciołek, prof. dr hab. E. Makarska, Katedra Chemii, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, prof. dr hab. Leszek Rachoń, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydz. Agrobioinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin*

rametrach jakościowych [7]. Marconi i wsp. [21] stwierdzili, że przy zastosowaniu optymalnego procesu technologicznego można uzyskać dobrą jakość makaronu z mąki z pszenicy orkisz. Jednak stosowanie surowca innego niż semolina musi być oznaczone na opakowaniu, ponieważ makaron taki po ugotowaniu może się charakteryzować innymi parametrami jakościowymi. Brak rzetelnej informacji o składzie surowcowym traktowane jest jako zafałszowanie. Z tego względu od wielu lat trwają prace nad usprawnieniem metod umożliwiających wykrycie zafałszowań produktów makaronowych mąką z pszenicy zwyczajnej. Większość metod analitycznych wykorzystuje różnice genetyczne pomiędzy tetraploidalną *Triticum durum* a heksaploidalną *Triticum aestivum*.

Pszenica zwyczajna i orkisz są gatunkami heksaploidalnymi, zawierającymi trzy genomy AABBDD z siedmioma chromosomami w każdym. Geny kodujące gliadyny i gluteniny znajdują się w sześciu z dwudziestu jeden chromosomów. Geny  $\alpha$ - i  $\beta$ -gliadyn są usytuowane na krótkich ramionach chromosomów 6A, 6B i 6D, natomiast  $\gamma$ - i  $\omega$ -gliadyny na ramionach chromosomów 1A, 1B i 1D [9]. Pszenica twarda *Triticum durum* Desf., jako pszenica tetraploidalna, pozbawiona jest podjednostek gliadynowych i gluteninowych kodowanych na chromosomach z grupy D. Do wykrywania obecności mąki z pszenicy heksaploidalnej stosuje się m.in. identyfikację białek gliadynowych kodowanych na chromosomach grupy D metodą elektroforezy A-PAGE, chromatografii RP-HPLC [15], metodę immunoenzymatyczną [8, 18, 19] oraz metodę z zastosowaniem spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FT-IR) [12].

Postęp w technologii makaronów związany jest m.in. z zastosowaniem wysokich temperatur suszenia, co może powodować denaturację białek. Jedną z obecnie stosowanych metod wykrywania dodatku mąki z pszenicy zwyczajnej jest metoda wykorzystująca reakcję łańcuchową polimerazy DNA (PCR). Skuteczność tej metody wynika z większej odporności termicznej DNA w porównaniu z białkami oznaczanymi innymi metodami [2]. PCR jest stosowana w badaniach identyfikacyjnych pszenicy [16, 24]. Ibrahim i wsp. [10], przy użyciu tej metody, stwierdzili zanieczyszczenie mąką z pszenicy zwyczajnej siedemnastu z dwudziestu sześciu produktów makaronowych zakupionych w sklepach Jordanii, importowanych z różnych krajów. Wszystkie badane makarony były oznakowane jako produkty otrzymane z semoliny z pszenicy durum. Alternatywną metodę zaproponowali Knoedler i wsp. [13]. Jako wskaźnik zanieczyszczeń mąki i makaronów pełnoziarnistą mąką z pszenicy zwyczajnej zastosowali analizę stosunku homologów alkilozorcynoli C17:0 do C21:0 wynoszący w mące z pszenicy durum 0,01, natomiast z pszenicy zwyczajnej – 0,1. Ze względu na występowanie alkilozorcynoli w zewnętrznych częściach ziarniaków, głównie w warstwie owoconasiennej, metoda ta może mieć zastosowanie w badaniach makaronów pełnoziarnistych. Spożycie takich makaronów wzrasta ze względu na rosnącą świadomość konsumentów.

Celem badań była ocena metod wykrywania w makaronach z mąki z ziarna pszenicy twardej dodatku mąki z pszenicy zwyczajnej i orkiszu oraz analiza wybranych cech jakościowych ziarna i mąki z ziarniaków linii i odmian pszenicy użytych do wyprodukowania makaronów.

### **Material i metody badań**

Materiałem doświadczalnym było ziarno dwóch linii pszenicy orkisz (STH 3, STH 715), dwóch linii pszenicy twardej (STH 716, STH 717) i jednej odmiany pszenicy zwyczajnej ('Tonacja'), pochodzące ze Stacji Hodowli Roślin w Strzelcach.

Ziarno mielono w młynku laboratoryjnym WŻ-1 i uzyskiwano 95-procentowy złot z sita (500). Makaron wykonywano, zagniatając 10 g mąki z 4 ml wody wodociągowej i suszono w temp. 50 °C.

Przygotowano dziesięć wariantów makaronów:

- a) makaron z mąki pszenicy twardej STH 716, makaron z mąki pszenicy twardej STH 716 z 5- i 10-procentowym dodatkiem mąki pszenicy zwyczajnej 'Tonacja', makaron z mąki pszenicy twardej STH 716 z 5- i 10-procentowym dodatkiem mąki pszenicy orkisz STH 3,
- b) makaron z mąki pszenicy twardej STH 717, makaron z mąki pszenicy twardej STH 717 z 5- i 10-procentowym dodatkiem mąki pszenicy zwyczajnej 'Tonacja', makaron z mąki pszenicy twardej STH 717 z 5- i 10-procentowym dodatkiem mąki pszenicy orkisz STH 715.

W ziarnie dwóch linii pszenicy orkisz (STH 3, STH 715), dwóch linii pszenicy twardej (STH 716, STH 717) i odmiany pszenicy zwyczajnej ('Tonacja') oznaczano: szklistość (PN-EN 15585:2008E) [25] oraz aktywność oksydazy polifenolowej metodą Andersona i Morrisa [3]. W mące z ziarna badanych linii pszenicy oznaczano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla [26] oraz aktywność amyloliczną jako liczbę opadania metodą Hagberga-Pertena (PN-EN ISO 3903:2007) [27].

W otrzymanych makaronach wykrywano dodatek mąki pszenicy zwyczajnej i orkiszu (5 i 10 %) na podstawie rozdziału elektroforetycznego frakcji gliadynowej (A-PAGE) zgodnie z metodą Brzezińskiego i wsp. [5]. W tym celu posłużono się także immunoenzymatycznym testem BioKits do kontroli jakości makaronu – PQC (ang. *Pasta Quality Control*) firmy Tepnel BioSystems [4]. Test immunoenzymatyczny (ELISA) polega na reakcji wiązania białek wyekstrahowanych z makaronów z przeciwciałem przeciwko gliadynie specyficznej dla pszenicy zwyczajnej, w obecności enzymu peroksydazy chrzanowej (HRP). Dodawany substrat (tetrametylobenzydyna) utleniany przez enzym HRP zabarwia roztwór na niebiesko z intensywnością proporcjonalną do zawartości białek pszenicy zwyczajnej [4].

Udział mąki z pszenicy zwyczajnej i orkiszu w badanych próbkach makaronów określano metodą półilościową, stosując krzywą kalibracji wykreśloną na podstawie załączonych w zestawie wzorców.

Wyniki oznaczeń z trzech powtórzeń poddano jednoczynnikowej analizie wariancji. Różnice między wartościami średnimi szacowano testem Tukeya. Analizę prowadzono na poziomie istotności  $p \leq 0,05$ , przy użyciu programu Statgraphics Centurion XV.I.

### Wyniki i dyskusja

Ziarniaki pszenicy twardej *Triticum durum* Desf. charakteryzują się zwykle większą twardością i szklistością w porównaniu z ziarnem pszenicy zwyczajnej [6, 17, 28, 29]. W przypadku badanego ziarna (tab. 1) zależność tę potwierdzono w ziarniakach linii durum STH 716. W ziarnie durum STH 717 oznaczono mniejszy udział ziarniaków szklitych w porównaniu z ziarnem pszenicy zwyczajnej 'Tonacja'. Istotnie niższą wartością tego parametru charakteryzowały się ziarniaki linii pszenicy orkisz, w szczególności STH 715, których bielmo było prawie w 100 % mączyste. Podobną zależność w przypadku ziarna orkiszu stwierdzili Makowska i wsp. [20], natomiast Zieliński i wsp. [32] oznaczyli do 34 % szklistości ziarniaków tego gatunku. Mała szklistość ziarna utrudnia przemiał, w wyniku czego z bielma uzyskuje się więcej mąki niż kaszki, co obniża jakość makaronu.

Zawartość białka, jako jakościowa cecha kompleksowa, zależy od bardzo wielu czynników, m.in. od odmiany, warunków klimatycznych podczas wegetacji, zabiegów agrotechnicznych, czasu i sposobu przechowywania ziarna [11].

Zawartość białka ogółem w mące badanych pszenic przedstawiono w tab. 1. Największą zawartością tego składnika charakteryzowała się mąka pszenicy twardej STH 716 - 15,6 % s.m. Mąka pozostałych prób zawierała statystycznie istotnie ( $p \leq 0,05$ ) mniej białka. Najmniej białka stwierdzono w mące pszenicy zwyczajnej 'Tonacja' - 11,1 % s.m.

Ziarno pszenicy durum powinno zawierać minimum 13 % białka, inaczej makaron z niego uzyskany będzie kruchy i łamliwy, a tym samym niższej jakości [22]. W mące z ziarna badanych linii pszenicy makaronowej zawartość białka kształtowała się na odpowiednim poziomie (w STH 716 - 15,6 % s.m. i w STH 717 - 13,2 % s.m.), warunkującym ich przydatność do produkcji makaronu.

Istotnym parametrem charakteryzującym stopień upłynnienia skrobi w wyniku utajonego porostu ziarna jest ocena aktywności amylolitycznej. Najczęściej określa się ją na podstawie liczby opadania. Mąka z ziarna badanych linii pszenicy charakteryzowała się wysoką liczbą opadania. Węgrzyn i wsp. [31] podkreślali, że wartość liczby opadania zależna od intensywności technologii uprawy czy warunków meteorologicznych jest również cechą genetycznie uwarunkowaną. Wykorzystuje się ją do selekcji

genotypów odpornych na porastanie. Stanowi jeden z podstawowych kryteriów oceny przydatności pszenicy do produkcji przetworów zbożowych i wskazuje pośrednio na stan zdrowotny ziarna i stopień uaktywnienia enzymów hydrolitycznych [23, 30].

Wartości liczby opadania oznaczone w mące z badanego ziarna przedstawiono w tab. 1. Wartość liczby opadania mąki z pszenicy zwyczajnej ‘Tonacja’ wynosiła 321 s i była nieznacznie wyższa od wartości optymalnej (200 - 300 s) dla pszenicy zwyczajnej przeznaczonej do produkcji chleba. Z analizy liczby opadania mąki z pszenicy twardej wynika, że wyższą wartością charakteryzowała się mąka z ziarna linii STH 717 tj. 449 s niż z STH 716 (383 s). Obuchowski [23] podaje, że semolina ze zdrowego ziarna pszenicy charakteryzuje się liczbą opadania 350 - 450 s. Badana mąka z *Triticum durum* Desf. spełniała te wymagania.

Wartości liczby opadania mąki z ziarna obu linii *Triticum spelta* L. były zbliżone tj. w STH 3 wynosiła 406 s, a w STH 715 – 417 s i wskazują na niską aktywność amylolytyczną tej pszenicy.

Aktywność oksydazy polifenolowej (PPO) ziarna pszenicy uzależniona jest od cech odmianowych i warunków klimatycznych występujących podczas uprawy. Obecność aktywnej formy enzymu stwierdzono głównie w okrywie ziarna [1].

Aktywność oksydazy polifenolowej, wyrażoną jako zmiana absorbancji  $\Delta A_{475}/1$  g ziarna/min, przedstawiono w tab. 1. Najwyższą aktywnością PPO charakteryzowało się ziarno pszenicy orkisz STH 3 – 0,150 i STH 715 – 0,122 (różnica statystycznie istotna przy  $p \leq 0,05$ ) oraz pszenicy zwyczajnej ‘Tonacja’ – 0,112. Najniższe wartości oznaczono w ziarnie linii pszenicy twardej: STH 716 – 0,035 i STH 717 – 0,033. Podobne różnice gatunkowe aktywności oksydazy polifenolowej ziarniaków pszenicy opisali Lamkin i wsp. [14]. Część enzymów z grupy oksydoredukcyjnych obecna w ziarnie pszenicy zwyczajnej nie występuje w pszenicy durum [14]. Potwierdzono to także pośrednio w analizowanym materiale.

Niższa aktywność PPO ziarna pszenicy durum w porównaniu z pszenicą zwyczajną mogłaby służyć jako marker do wykrywania domieszek ziarna *Triticum aestivum* L. Analiza elektroforetyczna tego białka z makaronów nie jest stosowana ze względu na niską odporność enzymu na wysokie temperatury suszenia produktów makaronowych.

Na podstawie analizy elektroforetycznej (A-PAGE - elektroforeza kwaśna) gliadyn wyekstrahowanych z ziarniaków badanych linii i odmiany pszenicy wykazano zróżnicowanie elektroforegramów tych białek (rys. 1). Zaznaczono na nim prążki podjednostek gliadyn obecnych w ziarnie *Triticum aestivum* L., a niewystępujących w *Triticum durum* Desf. Linia *Triticum spelta* L. STH 3 charakteryzowała się brakiem wyrównania gliadyn (rys. 1).

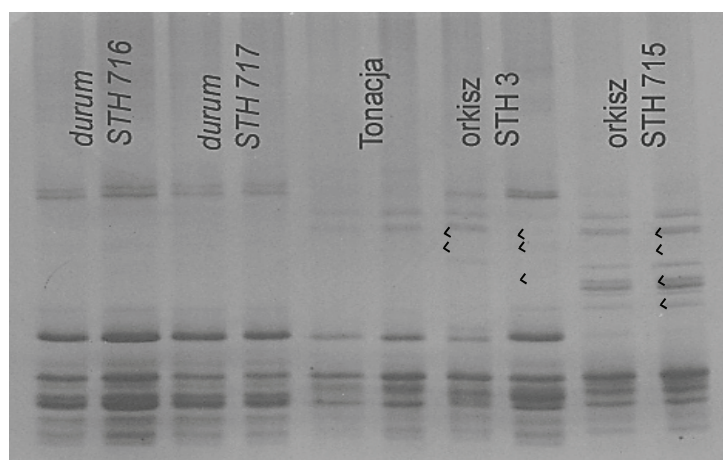
Tabela 1

Wybrane cechy jakości ziarna/mąki z pszenicy zwyczajnej odmiany 'Tonacja', linii pszenicy twardej STH 716, STH 717, linii pszenicy orkisz STH 3 i STH 715.

Selected quality characteristics of common wheat/grain of 'Tonacja' cultivar, durum wheat of STH 716 and STH 717 lines, and spelt wheat of STH 3 and STH 715 lines.

Odmiana/linia Cultivar	Szklistość Vitreousness [%]	Zawartość białka Protein content [% s.m.]	PPO [ $\Delta A_{475}/1g$ ziarna/min] [ $\Delta A_{475}/1g$ grain/min]	Liczba opadania Falling number [s]
Tonacja	84 <sup>b</sup>	11,1 <sup>c</sup>	0,112 <sup>b</sup>	321 <sup>d</sup>
STH 716	96 <sup>a</sup>	15,6 <sup>a</sup>	0,035 <sup>c</sup>	375 <sup>c</sup>
STH 717	73 <sup>c</sup>	13,2 <sup>b</sup>	0,033 <sup>c</sup>	449 <sup>a</sup>
STH 3	30 <sup>d</sup>	13,2 <sup>b</sup>	0,150 <sup>a</sup>	406 <sup>b</sup>
STH 715	2 <sup>e</sup>	12,9 <sup>b</sup>	0,122 <sup>b</sup>	417 <sup>b</sup>

a - e grupy jednorodne statystycznie w kolumnach przy  $p \leq 0,05$  / statistically homogeneous groups in column at  $p \leq 0.05$ ; PPO – aktywność oksydazy polifenolowej / polyphenol oxidase activity; n = 3.

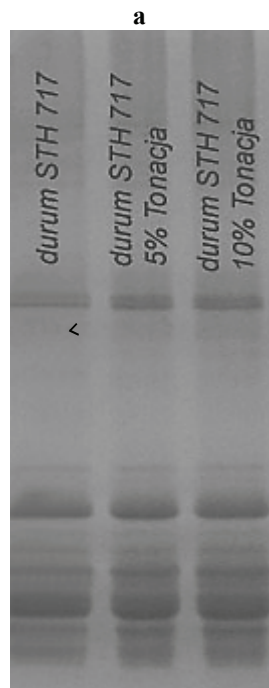


Rys. 1. Rozdział elektroforetyczny białek gliadynowych wyekstrahowanych z ziarniaków badanych odmian i linii pszenicy.

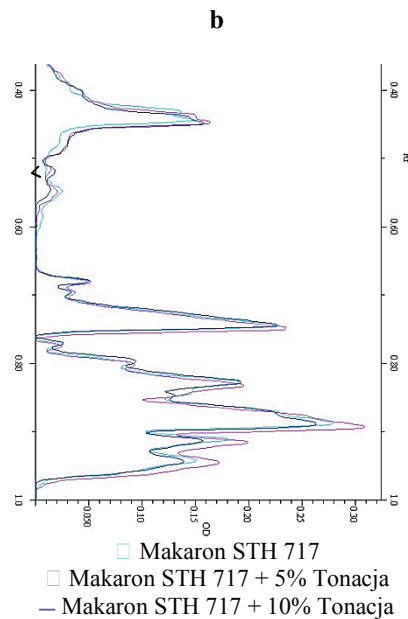
Fig. 1. Electrophoretic separation of gliadin proteins extracted from caryopses of wheat cultivars and lines studied.

Na rys. 2a i 3a przedstawiono przykładowe widma gliadyn wyekstrahowanych z przygotowanych makaronów. Zestawienie densytogramów (rys. 2b i 3b) wybranych widm elektroforegramów przedstawionych na rysunkach 2a i 3a pozwala na dodatkowe porównanie obecności podjednostek. Wysokość pików (gęstość optyczna prążków

na elektroforegramie) jest proporcjonalna do procentowego udziału podjednostek w ekstrakcie białka. Piki obrazujące intensywniej wybarwione prążki pochodzą z makaronu z mąki pszenicy durum z 10-procentową domieszką mąki z pszenicy ‘Tonacja’.



Rys. 2a. Elektroforegram białek gliadynowych wyekstrahowanych z badanych makaronów (STH 717 i domieszki pszenicy ‘Tonacja’).  
Fig. 2a. Electropherogram of gliadin proteins extracted from pasta analyzed (STH 717 and ‘Tonacja’ wheat addition).



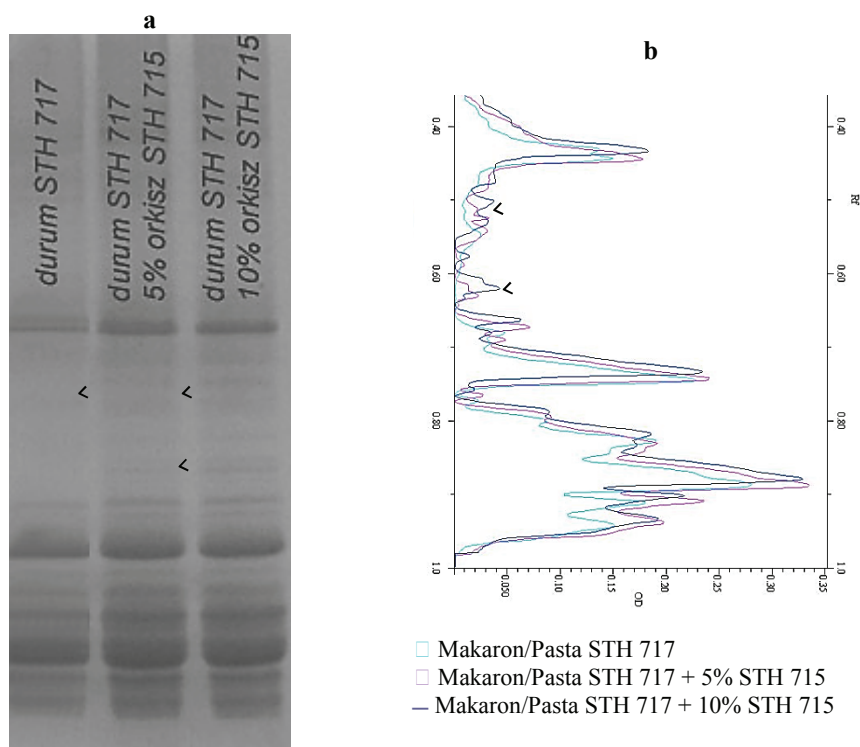
Rys. 2b. Densytogram widma elektroforegramu.  
Fig. 2b. Densitogram of electropherogram spectrum.

Rozdział elektroforetyczny białek gliadynowych wyekstrahowanych z makaronów pozwolił na wykrycie obecności pszenicy zwyczajnej i orkisz oraz uwidocznili zróżnicowanie zabarwienia prążków.

Stwierdzono zawartość mąki z pszenicy zwyczajnej w kontrolnej próbce makaronu równą 5,55 %. Producent testu PQC deklarował ilość domieszki na poziomie 4 - 7 %. Uzyskany wynik mieścił się więc w środku podanego zakresu. W makaronach z mąki z pszenicy durum STH 716 i STH 717 otrzymano wyniki ujemne. W makaronach z 5- i 10-procentowym dodatkiem mąki z pszenicy zwyczajnej wykryto jej zawartość na poziomie deklarowanym, z wyjątkiem makaronu z STH 716 + 10 % ‘Tonacja’,



w którym wynik był wyższy (13,27 %). W przypadku makaronów z 5- i 10-procentowym dodatkiem mąki orkiszowej otrzymano wyniki bardziej odbiegające od wielkości deklarowanych przez producenta. Zróżnicowanie wartości absorbancji kompleksów białko – przeciwciała w zależności od gatunku czy odmiany pszenicy wskazywali również Makowska i Obuchowski [19].



Rys. 3a. Elektroforegram białek gliadynowych wyekstrahowanych z badanych makaronów (STH 717 z domieszką orkisz STH 715).

Fig. 3a. Electrophoregram of gliadin proteins extracted from pasta analyzed (STH 717 with STH 715 spelt added).

Fig. 3b. Densitogram of electrophoretogram spectrum.

Rys. 3b. Densytoprogram widm elektroforegramu

Zanieczyszczenia surowca do produkcji makaronu mogą powstać na etapie zbioru, przechowywania czy transportu. Zgodnie z wytycznymi niektórych państw europejskich, ilość zanieczyszczeń innymi gatunkami pszenicy nie może przekraczać 3 %. Rosnący areal uprawy pszenicy orkisz powoduje konieczność rozważenia czułości metod wykrywania zanieczyszczenia również tym gatunkiem zboża.



Tabela 2

Zawartość mąki z pszenicy zwyczajnej i orkiszu w produktach makaronowych analizowanych testem PQC.

Content of common wheat and spelt flours in pasta products analyzed using PQC test.

Rodzaj makaronu Pasta type	Średnia absorbancja $\lambda = 450 \text{ nm}$ Average absorbance $\lambda = 450 \text{ nm}$	Zawartość domieszki [%] Content of admixture [%]
Próba kontrolna / Control sample	0,387	5,55
STH 716	0,088	-0,97
STH 717	0,109	-0,19
STH 716 + 5% TONACJA	0,326	4,74
STH 716 + 10% TONACJA	0,886	13,27
STH 716 + 5% STH 3	0,397	5,68
STH 716 + 10% STH 3	0,791	11,36
STH 717 + 5% TONACJA	0,341	4,94
STH 717 + 10% TONACJA	0,726	10,06
STH 717 + 5% STH 715	0,603	8,41
STH 717 + 10% STH 715	0,866	12,87

### Wnioski

1. Z ocenianych linii mąka z pszenicy twardej STH 716 cechowała się parametrami jakościowymi najbardziej odpowiednimi do produkcji makaronu, tj. dużą zawartością białka i optymalną liczbą opadania. Ziarniaki tej linii charakteryzowały się również największą szklistością.
2. Ziarno linii pszenicy twardej (STH 716, STH 717), w porównaniu z pozostałymi, wyróżniało się trzykrotnie niższą aktywnością oksydazy polifenolowej.
3. Analiza elektroforetyczna gliadyn na podstawie elektroforegramów charakterystycznych dla obu gatunków umożliwia określenie domieszek mąki pszenicy zwyczajnej, jak i orkiszu w makaronach.
4. Test PQC pozwala na oszacowanie 5-procentowej zawartości mąki z pszenicy zwyczajnej i orkiszu w produktach makaronowych.
5. Wyniki z PQC były obarczone większym błędem w przypadku oznaczenia zawartości mąki z pszenicy orkisz niż z pszenicy zwyczajnej.

### Literatura

- [1] Aalami M., Leelavathi K., Prasada Rao U.J.S.: Spaghetti making potential of Indian durum wheat varieties in relation to their protein, yellow pigment and enzyme contents. *Food Chem.*, 2007, **100**, 1243-1248.
- [2] Alary R., Serin A., Duviau M.P., Joudrier P., Gautier M.F.: Quantification of common wheat adulteration of durum wheat pasta using real-time Quantitative polymerase chain reaction (PCR). *Cereal Chem.*, 2002, **79** (4), 553-558.
- [3] Anderson J.V., Morris C.F.: An improved whole-seed assay for screening wheat germplasm for polyphenol oxidase activity. *Crop Sci.*, 2001, **41**, 1697-1705.
- [4] BioKits. Pasta Quality Control for the detection of common wheat in durum wheat pasta products by enzyme immunoassay. Cat. No. 902058 M.
- [5] Brzeziński W., van Gelder W.M.J., Mendelewski P., Kolster P.: Polyacrylamide gel electrophoresis of wheat gliadins: the use of a moving boundary for improved resolution. *Euphytica*, 1989, **40**, 207-212.
- [6] Ciołek A., Makarska E.: Ocena jakości nowych linii pszenicy twardej na podstawie charakterystyki białek gliadynowych w warunkach stosowania zróżnicowanego nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2004, **3** (2), 147-155.
- [7] Czerwińska D.: Charakterystyka mąk makaronowych. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2010, **8**, 11-12.
- [8] Denery-Papini S., Samson M.F.; Autran J.C.: Anti-peptide antibodies directed against omega-gliadins for the detection of sequences from bread and durum wheat. *Food Agric. Immunol.*, 2000, **12** (1), 69-75.
- [9] Harsch S., Gunther T., Kling Ch. I., Rozynek B., Hesemann C.U.: Characterization of spelt (*Triticum spelta* L.) forms by gel electrophoretic analyses of seed storage proteins. I. The gliadins. *Theor. Appl., Genet.*, 1997, **94**, 52-60.
- [10] Ibrahim M.A., Al-Hmoud N.D., Al-Rousan H., Hayek B.O.: Detection of durum wheat pasta adulteration in the Jordanian Market by polymerase chain reaction technology. *Am. J. Food Technol.*, 2011, **6**, 492-499.
- [11] Jurga R.: Podstawowe wiadomości o tworzeniu ciasta i suszeniu makaronu. Cz. 1. Wpływ składników chemicznych mąki i semoliny na cechy ciasta makaronowego. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2006, (1), 21-22.
- [12] Kamil M.M., Hussien A.M.S., Ragab G.H., Khalil S.K.H.: Detecting adulteration of durum wheat pasta by FT-IR spectroscopy. *J. Am. Sci.*, 2011, **7** (6), 573-578.
- [13] Knoedler M., Most M., Schieber A., Carle R.: A novel approach to authenticity of whole grain durum wheat (*Triticum durum* Desf.) flour and pasta, based on analysis of alkylresorcinol composition. *Food Chem.*, 2010, **118**, 177-181.
- [14] Lamkin W.M., Miller B.S., Nelson S.W., Traylor D.O., Lee M.S.: Polyphenol oxidase activities of hard red winter, soft red winter, hard reed spring, white common, club, and durum wheat cultivars. *Cereal Chem.*, 1981, **58** (1), 27-31.
- [15] Lookhart G.L., Bean S.R.; Bietz J.A.: Reversed-phase high-performance liquid chromatography in grain applications. *Cereal Foods World*, 2003, **48** (1), 9-16.
- [16] Mafra I., Ferreira I.M.P.L.V.O., Oliveira M.B.P.P.: Food authentication by PCR-based methods. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **227**, 649-665.
- [17] Makarska E., Szwed-Urbaś K.: Genetic conditionings of the quality of grain of new lines of *Triticum durum* Desf. *Int. Agrophys.*, 2005, **19**, 147-152.
- [18] Makowska A., Strybe K., Obuchowski W.: Analiza wpływu cech odmianowych pszenicy i stopnia wyciągu mąki na wyniki oznaczeń metodą „Durotest”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **7** (3), 48-57.

- [19] Makowska A., Obuchowski W.: Współczesne metody immunochemiczne umożliwiające określenie gatunku pszenicy *Triticum aestivum* i *Triticum durum*. Pam. Puł., 2004, **135**, 171-179.
- [20] Makowska A., Obuchowski W., Gutsche M.: Właściwości mąki orkiszowej jako surowca do produkcji makaronu. Aparatura Badawcza i Dydaktyczna, 2009, **1**, 41.
- [21] Marconi E., Carcea M., Schiavone M., Cubadda R.: Spelt (*Triticum spelta* L.) pasta quality: Combined effect of flour properties and drying conditions. Cereal Chem., 2002, **79**, 634-639.
- [22] Obuchowski W.: Charakterystyka jakościowa pszenicy durum i jej wpływ na cechy makaronu. Przgl. Zboż. Młyn., 1999, **43 (1)**, 33-34.
- [23] Obuchowski W.: Reakcje brązowienia enzymatycznego i nieenzymatycznego w produkcji makaronu. Przgl. Zboż. Młyn., 2008, **53 (7)**, 16-17.
- [24] Pasqualone A., Montemurro C., Grinn-Gofron A., Sonnante G., Blanco A.: Detection of soft wheat in semolina and durum wheat bread by analysis of DNA micro-satellites. J. Agric. Food Chem., 2007, **55**, 3312-3318.
- [25] PN-EN 15585:2008E. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Pszenica durum (*T. durum* Desf.). Oznaczanie procentowego udziału ziaren, które utraciły szklistość i obliczanie procentowego udziału ziaren szklistych.
- [26] PN-EN ISO 20483:2007. Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych. Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka. Metoda Kjeldahla.
- [27] PN-EN ISO 3093:2007. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- [28] Rachoń L.: Plonowanie i jakość niektórych odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Biul. IHAR, 1997, **204**, 141-144.
- [29] Rachoń L., Kulpa D.: Ocena przydatności ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) do produkcji pieczywa. Annales UMCS, Sectio E, 2004, **59 (2)**, 995-1000.
- [30] Rothkaehl J., Filipiak K., Podolska G.: Jakość ziarna pszenicy w zależności od rejonu uprawy. Pam. Puł., 2004, **135**, 269-278.
- [31] Węgrzyn S., Gut M., Cyganowicz A., Ptak B.: Odporność rodów i odmian pszenicy na porastanie. Cz. I. Pszenica ozima. Biul. IHAR, 1991, **180**, 135-142.
- [32] Zieliński H., Ceglińska A., Michalska A.: Bioactive compounds in spelt bread, Eur. Food Res. Technol., 2008, **226**, 537-544.

**DETECTING COMMON WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) AND  
SPELT (*TRITICUM SPELTA* L) FLOUR ADDITION IN DURUM WHEAT  
(*TRITICUM DURUM* DESF.) PASTA PRODUCTS**

S u m m a r y

A qualitative assessment was performed of two methods used to detect the addition of common flour and spelt flour in pasta made from durum wheat: electrophoretic separation of gliadin fraction of proteins and immunoenzymatic test of pasta quality control (PQC). Also, analyzed were some selected quality characteristics of grain of new durum wheat (STH 716, STH 717) and spelt (STH 3, STH 715) lines; the grain was used to make flour for pasta.

Of the assessed lines, the STH 716 durum wheat flour was characterized by the best quality parameters, i.e. by a high protein content and an optimal falling number, whereas the caryopses by the highest vitreousness. Compared to the grain of the other wheat lines, the polyphenol oxydase activity of grain of the STH 716 and STH 717 durum wheat lines was three times lower. When determining the content of spelt wheat flour added, the PQC test results performed were encumbered with a bigger error than when

determining the content of common wheat added. Based on the differences and similarities on electropherograms characteristic for the two wheat species, it is possible, using the electrophoretic separation of gliadin proteins extracted from the pasta, to distinguish between the common wheat and spelt wheat admixtures.

**Key words:** durum wheat, spelt, pasta adulteration, ELISA, electrophoretic distribution ☒