

KATARZYNA MAJEWSKA, EWA DĄBKOWSKA,  
KRYSTYNA ŻUK-GOŁASZEWSKA, JÓZEF TYBURSKI

## WARTOŚĆ WYPIEKOWA MAKI OTRZYMANEJ Z ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN ORKISZU (*TRITICUM SPELTA* L.)

### Streszczenie

W pracy określono wartość wypiekową mąki otrzymanej z ziarna 7 odmian pszenicy orkisz (*Triticum spelta* L.) oraz z ziarna (wzorca) 1 odmiany pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) uprawianego w Polsce w kontrolowanych warunkach agrotechnicznych wg zasad rolnictwa ekologicznego. W badanej mące określono zawartość popiołu całkowitego, liczbę opadania, wydajność glutenu mokrego, zawartość białka ogółem oraz liczbę sedymentacji Zeleny'ego. Wykonano również próbny wypiek laboratoryjny, przeprowadzono komisijną ocenę sensoryczną uzyskanych bochenków chleba oraz oceniono ściśliwość miękiszu, stosując test jednoosiowego ściskania między płytkami. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej.

Mąka otrzymana z ziarna większości odmian orkiszu charakteryzowała się większą wydajnością glutenu mokrego i zawartością białka ogółem w porównaniu ze wzorcem. Białko to miało nieco niższą jakość niż białko mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta, o czym świadczyły istotnie niższe wartości liczby sedymentacji mąk orkiszowych. Na podstawie wyników próbnego wypieku laboratoryjnego stwierdzono, że z mąki otrzymanej z ziarna niektórych badanych odmian orkiszu można uzyskać pieczywo o jakości porównywalnej z jakością pieczywa uzyskanego z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta, a nawet – w przypadku niektórych parametrów opisujących jakość pieczywa (wydajność pieczywa, strata piecowa, porowatość miękiszu, krajalność, smak i zapach) – przewyższającej jakość pieczywa uzyskanego ze wzorca. Wartość ściśliwości miękiszu pieczywa orkiszowego (z wyjątkiem miękiszu chleba z orkiszu odmiany Ceralio) były istotnie wyższe lub pozostawały na tym samym poziomie, co ściśliwość miękiszu chleba z pszenicy zwyczajnej. Stwierdzono również, że pośrednie metody oceny wartości wypiekowej mąki orkiszowej nie wykazują ścisłej zależności z rezultatami próbnego wypieku laboratoryjnego pieczywa, co sugeruje konieczność przeprowadzania tej ostatniej analizy. Ziarno orkiszu może stanowić dobry surowiec do produkcji mąki chlebowej, ale jest to zależne od doboru odmiany orkiszu. Rekomendowanymi odmianami są: Oberkulmer Rotkorn i Ceralio.

**Słowa kluczowe:** pszenica orkisz, wartość wypiekowa mąki, próbny wypiek laboratoryjny

---

*Dr hab. inż. K. Majewska, mgr inż. E. Dąbkowska, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydz. Nauki o Żywności, Pl. Cieszyński 1, 10-957 Olsztyn, dr inż. K. Żuk-Gołaszewska, Katedra Agrotechnologii i Zarządzania Produkcją Roślinną, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, dr hab. J. Tyburski, prof. UWM, Katedra Systemów Rolniczych, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn*

## Wprowadzenie

Od paru lat zauważa się coraz większe zainteresowanie żywnością ekologiczną. Starożytna, heksaploidalna pszenica orkisz (*Triticum spelta* L.) dobrze nadaje się do uprawy wg zasad rolnictwa ekologicznego. Ma mniejsze wymagania glebowe i klimatyczne od pszenicy zwyczajnej, a przez to dobrze nadaje się m.in. do uprawy na terenach górskich i o słabych glebach [7, 14, 35, 37, 39]. Zainteresowanie tym gatunkiem pszenicy powróciło w związku z rozwojem rolnictwa alternatywnego i dążeniem do zachowania bioróżnorodności (również w żywieniu człowieka). Poza tym wzrost powierzchni upraw orkiszu wynika z nadprodukcji zbóż podstawowych, wprowadzania technologii upraw przyjaznych środowisku oraz rosnącego zainteresowania konsumentów nowymi produktami. Orkisz uprawiany jest przede wszystkim w gospodarstwach ekologicznych. W 2003 r. powierzchnia ekologicznych upraw orkiszu w Niemczech wynosiła 9 500 ha, natomiast w 2004 r. orkisz był już zbierany z powierzchni 22 833 ha [21]. Również w Polsce odnotowuje się zwiększenie liczby gospodarstw, które mają certyfikat gospodarstwa ekologicznego (obecnie jest ich około 7000) i można przypuszczać, że zainteresowanie uprawą tego gatunku pszenicy będzie również wzrastać. Według danych raportu IJHARS (Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych), opracowanego na podstawie wyników kontroli upoważnionych jednostek certyfikujących w rolnictwie ekologicznym, w 2004 r. powierzchnia uprawy orkiszu w Polsce wynosiła około 200 ha, natomiast w 2005 roku wzrosła do około 400-500 ha.

Choć ojczyzną orkiszu prawdopodobnie była Azja Południowo-Zachodnia, pszenica ta już od dawna uprawiana jest na terenie Niemiec, Austrii, Szwajcarii Belgii, Włoch, Czech, Słowacji, Słowenii, a także w Kanadzie i USA oraz Australii [2, 6, 7, 15, 21, 35, 38, 39, 40, 41] Ziarno i mąka orkiszowa są wykorzystywane m.in. do produkcji różnego rodzaju pieczywa, także chrupkiego [2], preparatów zbożowych, makaronów [13, 21], kasz, zup [3, 18, 19] oraz ciastek i słodczy [7, 35]. Wykorzystywane jest zarówno ziarno w stanie dojrzałości technologicznej, jaki i tzw. „zielone ziarno”.

Mąka otrzymana z ziarna pszenicy orkisz może stać się znakomitym surowcem do produkcji chleba o bardzo dobrej jakości [5, 14, 24, 40]. Chleb orkiszowy dobrze się wypieka, uzyskuje się bochenki, których miękisz nie kruszy się podczas krojenia i charakteryzuje się lekko orzechowym smakiem i zapachem [8, 18]. W produkcji tradycyjnych gatunków pieczywa orkiszowego specjalizują się przede wszystkim kraje niemieckojęzyczne, np. w południowych Niemczech wypiekany jest specjalny gatunek pieczywa orkiszowego zwany Oberschwäbische Seelen [33]. Podczas produkcji pieczywa orkiszowego trzeba zwrócić uwagę na to, że ciasto orkiszowe może mieć luźniejszą konsystencję niż ciasto otrzymane z mąki z pszenicy zwyczajnej. Spowodowane jest to tym, że jest ono wrażliwe na intensywną obróbkę mechaniczną podczas mieszenia (gluten o słabych cechach reologicznych) [27, 33]. Przeprowadzone dotychczas badania wskazują, że mąka orkiszowa (szczególnie wysoko wyciągowa) zawiera wię-

cej tłuszczu ogółem (w tym więcej kwasu oleinowego i fitosteroli), witamin (PP, B<sub>6</sub>, D, prowitamina A, tokoferoli), mikro- (P, Fe, Zn, Cu) i makroelementów (K, Mg, Na) w stosunku do mąki pozyskanej z ziarna pszenicy zwyczajnej, co świadczy o jej wyższej wartości odżywczej [7, 14, 25, 32, 35, 39]. Poza tym, orkisz bogatszy jest w białko, które charakteryzuje się stosunkowo wysoką wartością biologiczną. Białko to ma istotnie wyższą strawność (PD = 83%) oraz istotnie wyższy wskaźnik NPU (61) niż białko pszenicy zwyczajnej (PD = 78%, NPU = 57) [9]. Charakteryzuje się podobną zawartością frakcji albumin i globulin oraz większą zawartością frakcji gliadyn w stosunku do glutenin, w porównaniu z pszenicą zwyczajną. Stosunek Gli/Glu wynosi odpowiednio 1,25 i 1,13 [9, 12]. Jak wynika z analizy porównawczej sekwencji aminokwasowych prolamin ziarna różnych gatunków *Triticum*, skład białek glutenowych ziarna orkiszu jest na tyle zbliżony do składu tych samych białek w ziarnie pszenicy zwyczajnej, że zarówno ziarno orkiszu, jak i produkty z niego otrzymywane, nie mogą być spożywane przez osoby chore na celiakię [5, 10, 20, 32, 41, 42]. Publikowane są informacje, że produkty z orkiszu (np. chleb) są tolerowane przez niektóre osoby chore na celiakię [8, 18, 19, 35]. Według jednej z hipotez, tolerowanie glutenu z orkiszu może być spowodowane większą zawartością cynku w ziarnie tego zboża. Cynk, jak wiadomo, jest kofaktorem szeregu enzymów układu pokarmowego, co może prowadzić do zwiększenia aktywności enzymów proteolitycznych i łatwiejszego trawienia alergicznych gliadyn [41]. Jednak według aktualnie obowiązujących standardów, Codex Alimentarius (WHO/FAO) zalicza orkisz, podobnie jak wszystkie inne gatunki *Triticum* lub ich hybrydy, do zbóż przeciwwskazanych do spożycia w diecie bezglutenowej [11].

Jak dotąd w naszym kraju wiedza na temat orkiszu jest niewielka. Istnieje wobec tego konieczność prowadzenia badań naukowych i upowszechniania informacji na temat warunków uprawy oraz wartości technologicznej dostępnych odmian orkiszu. Jest to o tyle ważne, że ziarno pszenicy orkisz stanowi potencjalne źródło cennego surowca - mąki do produkcji różnego rodzaju pieczywa.

Mając powyższe na uwadze, celem pracy było określenie wartości wypiekowej mąki otrzymanej z ziarna 7 odmian orkiszu (*Triticum spelta* L.) oraz z ziarna (wzorca) 1 odmiany pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) uprawianego w Polsce w kontrolowanych warunkach agrotechnicznych wg zasad rolnictwa ekologicznego (zbiory z 2005 r.).

### **Material i metody badań**

Materiał badawczy stanowiła mąka chlebowa typu 500/550, uzyskana z laboratoryjnego przemiału odplewionego ziarna orkiszu ozimego odmian: Ceralio, Schwabenkorn, Frankenkorn, Holstenkorn, Schwabenspelz, Ostro i Oberkulmer Rotkorn oraz ziarna ozimej pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta, użytego jako wzorca. Laborato-

ryjny przemiał ziarna wykonano korzystając z młyna Brabender® Quadrumat Junior. Wilgotność ziarna kierowanego do przemiału była standaryzowana. Wszystkie próbki ziarna tak kondycjonowano przed przemiałem, aby po dowlżeniu miały jednakową wilgotność 14,5%.

W otrzymanej mące określano zawartość popiołu całkowitego [29], liczbę opadania [30], wydajność glutenu mokrego [26], zawartość białka ogółem [28] oraz liczbę sedimentacji Zeleny'ego [31]. Wykonano również próbny wypiek laboratoryjny (w 2 powtórzeniach) metodą bezpośrednią zróżnicowaną ZBPP, korzystając ze specjalnego zestawu do przeprowadzania wypieków (tj. mieszarki, laboratoryjnego pieca piekarskiego i aparatu Sa-Wy do oznaczania objętości pieczywa). Uzyskane chleby poddano komisyjnej ocenie sensorycznej [4, 16, 17, 27].

Określano ściśliwość miękiszu, stosując test jednoosiowego ściskania między płytkami, z wykorzystaniem uniwersalnej maszyny testującej Instron 4301 z oprogramowaniem Instron Series IX AMTS ver. 8.04, według wcześniej opracowanej metodyki [34]. Podczas testu kowadło ściskające przesuwało się z prędkością 50 mm/min, a założone odkształcenie próbek miękiszu wynosiło 50%. Próbki miękiszu wycinano ze środkowej części chleba, do każdego pomiaru używano nowego wycinka miękiszu. Pomiaru wykonano w 6 powtórzeniach. Rejestrowano wytrzymałość miękiszu (kostka o wymiarach 20 x 20 x 20 mm) na ściskanie  $F_s$  do założonego odkształcenia oraz maksymalną energię ściskania miękiszu chleba  $E_s$ . Na podstawie danych określano ściśliwość miękiszu, będącą ilorazem wytrzymałości miękiszu na ściskanie  $F_s$  i przesunięcia  $d_s$ , tzn. drogi, jaką przebyło kowadło ściskające do momentu uzyskania przez próbkę 50% odkształcenia.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej stosując jednoczynnikową analizę wariancji z testem Duncana na poziomie istotności  $p < 0,05$ , przy użyciu programu Stastica 7.1.

## Wyniki i dyskusja

Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu całkowitego w badanych mąkach zawierała się w przedziale 0,40–0,54% s.m. i jedynie w przypadku mąki uzyskanej z ziarna orkiszu odmiany Schwabenspelz (zawartość popiołu 0,40% s.m.) parametr ten miał niższe wartości w porównaniu z mąką otrzymaną z ziarna pszenicy zwyczajnej Korweta (zawartość popiołu 0,45% s.m.). Najwyższą zawartością popiołu charakteryzowała się mąka otrzymana z ziarna orkiszu odmiany Ostro (0,54% s.m.). Uzyskanym zawartościom popiołu w badanych mąkach odpowiadał wyciąg mąki w zakresie 62,2–69,6%.

Pozostałe wyniki badań przedstawiono w tab. 1–3 i podzielono je na dwie grupy, prezentując wybrane wyróżniki jakości technologicznej mąki oraz rezultaty próbnego wypieku laboratoryjnego. Liczba opadania mąk orkiszowych, będąca miarą aktywności

$\alpha$ -amylazy, mieściła się w zakresie 215 - 315 s, natomiast w mące z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta wynosiła 278 s (tab. 1). Uzyskane wartości liczby opadania świadczą o tym, że badane mąki pszenne w większości cechowały się optymalnym poziomem tego wyróżnika (mąki typu 500/550) tj. średnią aktywnością  $\alpha$ -amylazy (200 - 300 s) [4, 5]. Uzyskane wartości były zgodne z danymi literaturowymi podawanymi przez niektórych autorów [3, 8], jednak nieco wyższe wartości tego parametru w swoich badaniach uzyskali Abdel-Aal i wsp. [1]), Bojňanská i Frančáková [5], Capouchová [7] oraz Marconi i wsp. [22, 23].

Ważnymi wskaźnikami wartości wypiekowej mąki są zawartość białka ogółem i wydajność glutenu mokrego [5]. Mąki wszystkich odmian orkiszu cechowały się istotnie wyższą wydajnością glutenu mokrego (27,3 - 45,6%) w porównaniu ze wzorcem – mąką z pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta. Tę samą tendencję zauważyli również Achremowicz i wsp. [3], Capouchová [7] oraz Ceglińska [8]. Najwyższą wydajnością glutenu mokrego cechowała się mąka z orkiszu odmian Ostro i Oberkulmer Rotkorn (tab. 1). Zawartość białka ogółem w mąkach orkiszowych wahała się w granicach 8,6 - 12,4% s.m. i z wyjątkiem mąki z ziarna orkiszu odmiany Ceralio była istotnie wyższa od zawartości białka ogółem w mące otrzymanej z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta (8,6% s.m.) (tab. 1). Najwyższą zawartością białka ogółem cechowała się mąka z orkiszu odmiany Ostro. Wielu autorów w swoich badaniach również wykazuje wyższą zawartość białka ogółem w orkiszach w porównaniu z pszenicą zwyczajną [7, 9, 12, 14, 23, 24]. Są jednak autorzy, którzy podają jeszcze wyższą zawartość białka ogółem w mące orkiszowej (nawet do 20% s.m.) od wartości prezentowanych w tym artykule [1, 3, 5, 13].

Kolejnym badanym parametrem była liczba sedymentacji Zeleny'ego, która wynosiła w przypadku orkiszu odmiany Ceralio 12 cm<sup>3</sup>, a w przypadku odmian Schwabenkorn i Schwabenspelz do 27 cm<sup>3</sup>. Mąka z pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta (wzorec) cechowała się liczbą sedymentacji na poziomie 36 cm<sup>3</sup>, istotnie wyższą niż mąki z badanych odmian orkiszu, co świadczy o tym, że mimo niewielkiej wydajności glutenu mokrego i zawartości białka ogółem, gluten z tej mąki miał wyższą jakość (tab. 1). Tę samą zależność zauważyła Capouchová [7], określając ilość i jakość glutenu orkiszu w porównaniu z jakością glutenu mokrego pszenicy zwyczajnej odmiany Hana (czeska odmiana pszenicy o bardzo dobrej jakości wypiekowej).

Na podstawie uzyskanych wyników próbnego wypieku laboratoryjnego należy stwierdzić, że z mąki otrzymanej z ziarna niektórych badanych odmian orkiszu można uzyskać pieczywo o jakości porównywalnej z jakością pieczywa z mąki pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta, a nawet – w przypadku niektórych parametrów opisujących jakość pieczywa – przewyższającej jakość pieczywa uzyskanego ze wzorca.

Tabela 1

Wybrane wyróżniki jakości technologicznej mąki otrzymanej z ziarna badanych odmian pszenicy.  
Chosen technological quality parameters of flour obtained from grain of studied wheat varieties.

| Odmiana pszenicy<br>Wheat variety               | Liczba opadania<br>Falling number | Wydajność glutenu mokrego<br>Wet gluten yield | Zawartość białka ogółem<br>Total protein content | Liczba sedymentacji wg Zeleny'ego<br>Zeleny sedimentation number |
|---|-----------------------------------|---|--|--|
|   | [s]                               | [%]   | [% s.m]<br>[% d.m.]                              | [cm <sup>3</sup> ]   |
| Mąka z pszenicy zwyczajnej / Common wheat flour |                                   |   |  |  |
| Korweta   | 278 ± 4                           | 22,5 <sup>a</sup> ± 0,1                       | 8,6 <sup>a</sup> ± 0,1                           | 36 <sup>a</sup> ± 1  |
| Mąka z pszenicy orkisz / Spelt flour            |                                   |   |  |  |
| Ceralio   | 215 ± 4                           | 32,5 <sup>b</sup> ± 0,3                       | 8,6 <sup>a</sup> ± 0,1                           | 12 <sup>b</sup> ± 1  |
| Schwabenkorn                                    | 287 ± 1                           | 33,5 <sup>c</sup> ± 0,6                       | 10,9 <sup>c</sup> ± 0,1                          | 27 <sup>c</sup> ± 1  |
| Frankenkorn                                     | 291 ± 5                           | 27,3 <sup>d</sup> ± 0,1                       | 9,2 <sup>d</sup> ± 0,1                           | 17 <sup>d</sup> ± 1  |
| Holstenkorn                                     | 315 ± 3                           | 36,2 <sup>e</sup> ± 0,4                       | 10,3 <sup>b</sup> ± 0,1                          | 15 <sup>d</sup> ± 0  |
| Schwabenspelz                                   | 249 ± 8                           | 27,7 <sup>d</sup> ± 0,5                       | 10,3 <sup>b</sup> ± 0,1                          | 27 <sup>c</sup> ± 0  |
| Ostro   | 261 ± 2                           | 45,6 <sup>f</sup> ± 0,1                       | 12,4 <sup>e</sup> ± 0,1                          | 23 <sup>e</sup> ± 0  |
| Oberkulmer Rotkorn                              | 271 ± 0                           | 38,9 <sup>g</sup> ± 0,4                       | 10,6 <sup>f</sup> ± 0,1                          | 19 <sup>f</sup> ± 1  |

\*Wartości średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie.

\*Mean values in the same columns with identical letters are not statically significant different.

Wydajność ciasta orkiszowego wahała się od 151,0 do 154,0% i z wyjątkiem odmiany Ceralio była na tym samym poziomie, jak wydajność ciasta pszennego odmiany Korweta. Podczas fermentacji ciasto orkiszowe (z wyjątkiem orkiszu odmian Ceralio i Schwabenkorn) wymagało dłuższego czasu rozrostu końcowego niż ciasto z pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta (tab. 2). Pieczywo z odmian orkiszu cechowało się istotnie wyższą średnią wydajnością (129,1 - 130,8%) niż pieczywo uzyskane z odmiany Korweta (126,9%) oraz (z wyjątkiem chleba z orkiszu odmiany Ceralio) istotnie niższą całkowitą stratą piecową (14,0 - 14,6%) od pieczywa uzyskanego z pszenicy zwyczajnej (16,3%). Ceglińska [8] zauważyła podobną zależność u hybryd orkiszu, porównując wydajności pieczywa z nich uzyskanego z wydajnością pieczywa otrzymanego z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian Begra i Elena. Natomiast analizując wyniki całkowitej straty piecowej badanych chlebów orkiszowych w porównaniu z danymi literaturowymi należy stwierdzić, że niektórzy autorzy podają wyższe wartości tego parametru - od 16,6 do 17,6% [5]. Objętość chlebów orkiszowych (z wyjątkiem chleba z orkiszu odmiany Ceralio) była istotnie niższa od objętości chleba z mąki pszenicy

zwyczajnej odmiany Korweta, co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez Bojñanską i Frančáková [5]. Średnia objętość pieczywa uzyskana ze 100 g mąki wynosiła w przypadku odmiany Korweta  $418,9 \text{ cm}^3$ , a w przypadku odmian orkiszu – od  $323,2 \text{ cm}^3$  (odmiana Holstenkorn) do  $426,3 \text{ cm}^3$  (odmiana Ceralio). Wilgotność miększu chlebów orkiszowych zawierała się w zakresie 42,0 - 43,5% i z wyjątkiem chlebów z odmian pszenicy Schwabenkorn i Holstenkorn, była istotnie wyższa niż wilgotność miększu chleba z ziarna odmiany Korweta. Najwyższą porowatością wg Dallmana cechował się miększ chleba z orkiszu odmiany Schwabenspelz - 80 pkt, a następnie miększ chlebów z pszenicy odmiany Korweta (wzorzec) i orkiszu odmiany Oberkulmer Rotkorn (75 pkt). Biorąc pod uwagę sumaryczną ocenę punktową za cechy sensoryczne i badane wyróżniki fizykochemiczne, najwyższą jakością cechowało się pieczywo z orkiszu odmian Oberkulmer Rotkorn i Ceralio, a najniższą - pieczywo z orkiszu odmian Frankenkorn i Holstenkorn (tab. 2). Wszystkie chleby orkiszowe charakteryzowały się jasnobrazową barwą skórki z żółtawym odcieniem, kolor skórki był bardziej intensywny w porównaniu z chlebem z pszenicy zwyczajnej. Miększ pieczywa orkiszowego miał żółtokremowe zabarwienie, natomiast miększ chleba z pszenicy zwyczajnej – jasnokremowe. Wszystkie chleby orkiszowe cechowały się lepszą krajalnością oraz bardziej wyrazistym smakiem i zapachem w porównaniu z pieczywem z pszenicy zwyczajnej, a podczas komisyjnej oceny sensorycznej chlebów z orkiszu odmian Schwabenkorn, Holstenkorn i Oberkulmer Rotkorn stwierdzono lekko orzechowy smak badanego pieczywa.

Ściśliwość miększu badanych próbek pieczywa orkiszowego kształtowała się w zakresie od 0,49 do 1,38 N/mm, a w przypadku pieczywa z pszenicy odmiany Korweta wynosiła 0,82 N/mm. Z wyjątkiem miększu chleba z orkiszu odmiany Ceralio, wartość ściśliwości miększu pieczywa orkiszowego była istotnie wyższe lub pozostawały na tym samym poziomie, co ściśliwość miększu chleba z pszenicy zwyczajnej (tab. 3). Największą ściśliwością cechował się miększ chleba z odmian Frankenkorn i Holstenkorn i było to bezpośrednio związane z najwyższymi wartościami maksymalnej energii ściskania miększu ( $75,40$  i  $77,13 \times 10^{-3} \text{ J}$ ). Najniższą wartość tego parametru wykazywał miększ chleba z orkiszu odmiany Ceralio ( $27,22 \times 10^{-3} \text{ J}$ ), który również cechował się najniższą wytrzymałością na ściskanie (4,90 N). Pieczywo orkiszowe z odmian Holstenkorn, Frankenkorn i Schwabenkorn charakteryzowało się najwyższą wytrzymałością miększu na ściskanie, co było bezpośrednio związane z najwyższymi wartościami maksymalnej energii ściskania miększu chleba  $E_s$ .

Stwierdzono zależność między ściśliwością miększu badanych chlebów ocenianą instrumentalnie podczas testu ściskania a stopniem elastyczności ich miększu ocenianym podczas komisyjnej oceny organoleptycznej pieczywa. Z reguły większym wartościom ściśliwości miększu (w N/mm) odpowiadał niższy stopień jego elastyczności.

Tabela 2

Wyniki próbnego wypieku pieczywa z mąki otrzymanej z ziarna badanych odmian pszenicy.  
Results of laboratory bread test made of flour obtained from grain of studied wheat varieties.

| Odmiana pszenicy<br>Wheat variety         | Wydajność ciasta<br>Dough yield | Czas rozrostu końcowego ciasta<br>Fermentation time of dough pieces | Całkowita strata piecowa<br>Total baking loss | Wydajność pieczywa<br>Bread yield | Objętość pieczywa<br>Loaf volume | Objętość pieczywa ze 100 g mąki<br>Loaf volume of 100 g flour | Wilgotność mączki<br>Crumb moisture | Porowatość wg Dallmanna<br>Porosity index according to Dallmann | Punktacja<br>Point score |
|---|---------------------------------|---|---|-----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|
|   | [%]                             | [min]   | [%]   | [%]                               | [cm <sup>3</sup> ]               | [cm <sup>3</sup> ]  | [%]                                 | [pkt] / [scores]  | [pkt] / [scores]         |
| Korweta                                   | 151,7 <sup>a</sup> ± 0,4        | 42,5 <sup>a</sup>   | 16,3 <sup>a</sup> ± 0,8                       | 126,9 <sup>a</sup> ± 1,0          | 707,5 <sup>a</sup> ± 24,9        | 418,9 <sup>a</sup> ± 21,2                                     | 42,5 <sup>a</sup> ± 0,1             | 75  | 27                       |
| Chleb z pszenicy zwyczajnej / Wheat bread |                                 |   |   |                                   |                                  |   |                                     |   |                          |
| Ceralio                                   | 154,0 <sup>b</sup> ± 1,0        | 41,5 <sup>a</sup>   | 15,8 <sup>a</sup> ± 0,4                       | 129,6 <sup>b</sup> ± 0,7          | 692,5 <sup>a</sup> ± 18,3        | 426,3 <sup>a</sup> ± 10,1                                     | 43,0 <sup>b</sup> ± 0,0             | 65  | 35                       |
| Schwabenkorn                              | 152,3 <sup>ab</sup> ± 0,1       | 45,0 <sup>a</sup>   | 14,1 <sup>b</sup> ± 0,6                       | 130,8 <sup>b</sup> ± 1,0          | 557,5 <sup>b</sup> ± 30,6        | 339,3 <sup>b</sup> ± 18,6                                     | 42,4 <sup>a</sup> ± 0,2             | 55  | 26                       |
| Frankenkorn                               | 151,8 <sup>ba</sup> ± 0,1       | 63,5 <sup>b</sup>   | 14,0 <sup>b</sup> ± 0,5                       | 130,5 <sup>b</sup> ± 0,7          | 551,3 <sup>b</sup> ± 18,9        | 334,2 <sup>b</sup> ± 11,3                                     | 42,0 <sup>c</sup> ± 0,2             | 65  | 25                       |
| Holstenkorn                               | 151,0 <sup>a</sup> ± 1,1        | 50,0 <sup>c</sup>   | 14,3 <sup>b</sup> ± 0,1                       | 129,4 <sup>b</sup> ± 0,7          | 536,3 <sup>b</sup> ± 46,6        | 323,2 <sup>b</sup> ± 26,4                                     | 42,7 <sup>ad</sup> ± 0,2            | 65  | 25                       |
| Schwabenspelz                             | 151,1 <sup>a</sup> ± 0,1        | 50,0 <sup>c</sup>   | 14,1 <sup>b</sup> ± 1,5                       | 129,8 <sup>b</sup> ± 2,2          | 638,8 <sup>c</sup> ± 48,5        | 385,8 <sup>c</sup> ± 29,6                                     | 42,6 <sup>bd</sup> ± 0,2            | 80  | 29                       |
| Ostro                                     | 151,0 <sup>a</sup> ± 0,1        | 44,5 <sup>c</sup>   | 14,4 <sup>b</sup> ± 0,9                       | 129,1 <sup>b</sup> ± 1,3          | 600,0 <sup>c</sup> ± 46,3        | 361,9 <sup>c</sup> ± 28,3                                     | 43,5 <sup>e</sup> ± 0,1             | 65  | 30                       |
| Oberkulmer Rotkorn                        | 151,8 <sup>a</sup> ± 1,4        | 65,5 <sup>b</sup>   | 14,6 <sup>b</sup> ± 0,8                       | 129,5 <sup>b</sup> ± 1,0          | 645,0 <sup>c</sup> ± 16,0        | 391,3 <sup>c</sup> ± 11,6                                     | 43,2 <sup>be</sup> ± 0,1            | 75  | 35                       |

\*Wartości średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie.

\*Mean values in the same columns with identical letters are not statistically significant different.



Tabela 3

Wyniki testu ściskania miększu chleba z mąki otrzymanej z ziarna badanych odmian pszenicy.  
Results of bread crumb compression made of flour obtained from grain of studied wheat varieties.

| Odmiana pszenicy<br>Wheat variety                | Wytrzymałość miększu<br>na ściskanie<br>Resistance of bread<br>crumb to compression<br>$F_s$ | Maksymalna energia<br>ściskania miększu<br>chleba<br>Maximum energy<br>of bread crumb<br>compression<br>$E_s$ | Ściśliwość miększu<br>chleba<br>Compressibility of<br>bread crumb<br>$F_s/d_s$ |
|--|--|---|--|
|  | [N]  | [ $10^{-3}$ J]  | [N/mm]   |
| Chleb z pszenicy zwyczajnej / Common wheat bread |  |   |  |
| Korweta  | 8,22 <sup>a</sup> ± 2,97   | 41,55 <sup>a</sup> ± 15,33  | 0,82 <sup>a</sup> ± 0,30   |
| Chleb z pszenicy orkisz / Spelt bread            |  |   |  |
| Ceralio  | 4,90 <sup>b</sup> ± 1,50   | 27,22 <sup>a</sup> ± 6,77   | 0,49 <sup>b</sup> ± 0,15   |
| Schwabenkorn                                     | 13,00 <sup>c</sup> ± 1,10  | 73,37 <sup>b</sup> ± 7,99   | 1,30 <sup>c,d</sup> ± 0,11   |
| Frankenkorn                                      | 13,73 <sup>c</sup> ± 3,71  | 75,40 <sup>b</sup> ± 17,05  | 1,37 <sup>c</sup> ± 0,37   |
| Holstenkorn                                      | 13,57 <sup>c</sup> ± 4,49  | 77,13 <sup>b</sup> ± 23,87  | 1,36 <sup>c</sup> ± 0,45   |
| Schwabenspelz                                    | 8,78 <sup>a</sup> ± 1,73   | 48,78 <sup>a</sup> ± 11,63  | 0,88 <sup>a</sup> ± 0,17   |
| Ostro  | 9,12 <sup>a</sup> ± 2,04   | 49,60 <sup>a</sup> ± 11,49  | 0,91 <sup>a</sup> ± 0,20   |
| Oberkulmer Rotkorn                               | 10,23 <sup>a,c</sup> ± 2,16  | 55,28 <sup>a</sup> ± 11,20  | 1,02 <sup>a,d</sup> ± 0,22   |

\*Wartości średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie.

\*Mean value in the same columns with identical letters are not statically significant different.

Analizując pośrednie wyróżniki wartości wypiekowej mąki oraz wyniki próbnego wypieku laboratoryjnego pieczywa z mąki otrzymanej z ziarna badanych odmian orkiszu stwierdzono, że nie istnieje bezpośrednia zależność pomiędzy wynikami jednej i drugiej analizy. Wskazuje to na konieczność przeprowadzania próbnego wypieku laboratoryjnego, w celu dokonania prawidłowej oceny wartości wypiekowej mąki orkiszowej.

### Wnioski

1. Badane mąki pszenne charakteryzują się optymalnym poziomem aktywności enzymów amylolitycznych.
2. Pomimo większej zawartości białka w mące orkiszowej i większej wydajności glutenu mokrego w porównaniu z mąką kontrolną z pszenicy zwyczajnej, zdolność

- pęcznienia układu białkowego mąki orkiszowej, wyrażona liczbą sedymentacji wg Zeleny'ego, jest mniejsza.
3. Ziarno pszenicy orkisz stanowi dobry surowiec do produkcji mąki chlebowej, ale jest to ściśle zależne od odmiany orkisz. Z mąki otrzymanej z ziarna badanych odmian orkisz można uzyskać pieczywo o jakości porównywalnej, a nawet – w przypadku takich parametrów opisujących jakość pieczywa, jak: jego wydajność, całkowita strata piecowa, porowatość miękiszu, krajalność, smak i zapach - przewyższającej jakość pieczywa uzyskanego ze wzorca (mąki kontrolnej z pszenicy zwyczajnej).
  4. Biorąc pod uwagę sumaryczną ocenę punktową za cechy sensoryczne i badane wyróżniki fizykochemiczne najwyższą jakością cechuje się pieczywo z orkisz odmian: Oberkulmer Rotkorn, Ceralio, Ostro, Schwabenspelz (odpowiednio: 35, 35, 30, 29 pkt), następnie pieczywo z pszenicy zwyczajnej odmiany Korweta (27 pkt) oraz pieczywo z orkisz odmian: Schwabenkorn, Frankenkorn i Holstenkorn (odpowiednio: 26, 25, 25 pkt).

*Badania finansowane w ramach projektu KBN 2 PO6R 03127. Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26 – 27.IX.2006*

### Literatura

- [1] Abdel-Aal E.-S. M., Hucl P., Sosulski F. W.: Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. *Cereal Chem.*, 1995, **72**, 621-624.
- [2] Abdel-Aal E.-S. M., Hucl P., Sosulski F. W., Bhirud P.R.: Kernel, milling and baking properties of spring-type spelt and einkorn wheats. *J. Cereal Sci.*, 1997, **26**, 363-370.
- [3] Achremowicz B., Kulpa D., Mazurkiewicz J.: Technologiczna ocena ziarna pszenic orkiszowych. *Zeszyty Naukowe AR Kraków*, 1999, **360**, 11-17.
- [4] Ambroziak Z.: *Piekarstwo i ciastkarstwo*. WNT, Warszawa 1988, s. 30-36, s. 268-279.
- [5] Bojňanská T., Frančáková H.: The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. *Rostlinná Výroba*, 2002, **48**, 141-147.
- [6] Bonnafaccia G., Galli V., Francisci R., Mair V., Skrabanja V., Kreft I.: Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt-wheat based bread. *Food Chem.*, 2000, **68**, 437-441.
- [7] Capouchová I.: Technological quality of spelt (*Triticum spelta* L.) from ecological growing system. *Sci. Agric. Bohem.*, 2001, **32**, 307-322.
- [8] Ceglińska A.: Technological value of spelt and common wheat hybrid. *Electr. J. Pol. Agric. Univ.*, 2003, **6**, 1-7.
- [9] Chrenková M., Čerešňáková Z., Sommer A., Gálová Z., Král'ová V.: Assessment of nutritional value in spelt (*Triticum spelta* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by chemical and biological methods. *Czech. J. Anim. Sci.*, 2000, **45**, 133-137.
- [10] Forssell F., Wieser H.: Dinkel und Zöliakie. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 1995, **201**, 35-39.
- [11] Gallagher E., Gormley T.R., Arendt E.K.: Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Sci. Technol.*, 2004, **15**, 143-152.

- [12] Gálová Z., Knoblochová H.: Biochemical characteristics of five spelt wheat cultivars (*Triticum spelta* L.). *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 2001, **4**, 85-87.
- [13] Gašiorowski H.: Pszenica orkisz – zboże ekologiczne. *Przegl. Zboż. Młyn.* 2004, **5**, 13-14.
- [14] Grell E.R.: Nutrient composition and content of antinutritional factors in spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars. *J. Sci. Food.Agric.*, 1996, **71**, 399-404.
- [15] Gubała W., Kownacki J.: Ponowne odkrywanie walorów orkiszu. *Przegl. Piek. Cukier.*, 2003, **10**, 14.
- [16] Horubała A., Haber T.: Analiza techniczna w piekarstwie. WSiP, Warszawa 1994, s. 152-165.
- [17] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW AR, Warszawa 1981, s. 268-279.
- [18] Jurga P.: Mąka dla potrzeb specjalnych. *Przegl. Zboż. Młyn.* 1996, **7**, 11.
- [19] Kalinowska - Zdun M.: Renesans pszenicy orkisz. *Przegl. Piek. Cukier.*, 2005, **2**, 4-5.
- [20] Kasarda D.D., D'Ovidio R.: Deduced amino acid sequence of an  $\alpha$ -gliadin gene from spelt wheat (*spelta*) includes sequences active in celiac disease. *Cereal Chem.*, 1999, **76**, 548-551.
- [21] Kostecki Z.: Jakość orkiszu z upraw ekologicznych ze zbiorów 2004 r. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2005, **6**, 14.
- [22] Marconi E., Carcea M., Graziano M., Cubadda R.: Kernel properties and pasta-making quality of five European spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cultivars. *Cereal Chem.*, 1999, **76**, 25-29.
- [23] 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.
- [24] Moudrý J., Dvořáček V.: Chemical composition of grain of different spelt (*Triticum spelta* L.) varieties. *Rostlinná Výroba*, 1999, **45**, 533-538.
- [25] Ostrowska D.: Orkisz pszenny cennym surowcem piekarskim. *Agrochemia*, 1993, **8**, 11.
- [26] PN -93/A - 74042/03. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych. Mąka pszenna..
- [27] PN - A - 74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [28] PN - 75/A - 04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [29] PN - ISO 2171. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- [30] PN - ISO 3093. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
- [31] PN - ISO 5529. Pszenica. Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego.
- [32] Ranhotra G. S., Gelroth J. A., Glaser B. K. Stallknecht G.F.: Nutritional profile of three spelt wheat cultivars grown at five different locations. *Cereal Chemistry*, 1996, **73**, 533-535.
- [33] Schober T.J, Clarke C.I., Kuhn M.: Characterization of functional properties of gluten proteins in spelt cultivars using rheological and quality factor measurements. *Cereal Chem.*, 2002, **79**, 408-417.
- [34] Skibniewska K., Majewska K., Chwalisz K., Bieniaszewski T.: Zastosowanie mąki różnych odmian łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) do wypieku chleba. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2003, **495**, 415-423.
- [35] Sulejewska H.: Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna formy ozimej orkiszu pszennego (*Triticum aestivum* ssp *spelta*). *Pamiętnik Puławski*, 2004, **135**, 285-293.
- [36] Szczypski J.: Orkisz wraca do łask. *Przegl. Piek. Cukier.*, 2005, **3**, 14-15.
- [37] Szymona J.: Ekologiczna uprawa orkiszu (*Triticum aestivum* var. *spelta*), WODR w Olsztynie, 1996, **11**, 1-20.
- [38] Troccoli A., Codianni P.: Appropriate seeding rate for einkorn, emmer, and spelt grown under rained condition in southern Italy. *Eur. J. Agron.*, 2005, **22**, 293-300.
- [39] Tyburcy A. (tłum.): Wzrost znaczenia orkiszu w przetwórstwie zbożowym. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2005, **7**, 32-33.

- [40] Tyburski J., Żuk-Gołaszewska K.: Orkisz - zboże naszych przodków. Post. Nauk Roln., 2005, 4, 3-13.
- [41] Waga J., Węgrzyn S., Boros D., Cygankiewicz A.: Wykorzystanie orkisz (Triticum aestivum ssp. spelta) do poprawy właściwości odżywczych pszenicy zwyczajnej (Triticum aestivum ssp. vulgare). Biuletyn IHAR, 2002, 221, 3-16.
- [42] Wieser H.: Comparative investigations of gluten proteins from different wheat species. III. N-terminal amino acid sequences of  $\alpha$ -gliadins potentially toxic for celiac patients. Eur. Food Res. Technol., 2001, 213, 183-186.

### BAKING QUALITY OF FLOUR OBTAINED FROM GRAIN OF CHOSEN SPELT VARIETIES (TRITICUM SPELTA L.)

#### S u m m a r y

Flour baking quality obtained from grain of 7 spelt varieties (*Triticum spelta* L.) and grain of one common wheat (control sample) cultivated in Poland in controlled agrotechnical conditions according to ecological agriculture rules, was determined in this study. The total ash content, falling number, wet gluten yield, total protein content and Zeleny test were investigated in the studied flour. The laboratory baking test was made and the studied breads were analyzed by panel organoleptic evaluation. The compressibility of bread crumb was analyzed using the test of uniaxial compression between two parallel plates. The obtained results were statically analyzed.

Flour obtained from grain of most of investigated spelt varieties showed higher wet gluten yield and total protein content, comparing with the control, but this protein had worse technological quality than flour protein from grain of common wheat variety Korweta. It was indicated by significantly lower levels of Zeleny test values in the spelt flours. Analyzing the results of the laboratory baking test, it was stated, that the bread, obtained from the studied spelt flours, can have quality comparable with the quality of bread from flour from grain of common wheat variety Korweta, and even in some bread quality parameters (bread yield, baking loss, crumb porosity, cutting ability, taste and aroma) - can show better quality than the control bread. Values of spelt bread crumb compressibility (except of bread crumb from spelt variety Ceralio) were significantly higher or left on the same level as crumb compressibility of common wheat bread. It was also noticed, that the indirect methods of determination of breadmaking quality of the spelt flour, do not show linear correlation with the results of the laboratory baking test, which suggest a necessity of performing the laboratory baking trials. The spelt grain can be a good source for making bread flour, but it closely depends on choice of spelt variety. The recommended spelt varieties are: Oberkulmer Rotkorn and Ceralio.

**Key words:** spelt, baking quality of flour, laboratory baking test 