

PRZEMYSŁAW KRAWCZYK, ALICJA CEGLIŃSKA, KAROLINA IZDEBSKA

## PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH CIASTA I JAKOŚCI PIECZYWA OTRZYMANEGO Z MĄKI ORKISZU I PSZENICY ZWYCZAJNEJ

### Streszczenie

W pracy oceniono wartość technologiczną rodów orkiszu w porównaniu z pszenicą zwyczajną. Badaniom poddano 6 rodów orkiszu oraz 1 handlową pszenicę zwyczajną, która stanowiła próbę kontrolną. Przemiał ziarna wykonano w laboratoryjnym młynie Quadrumat Senior. Ocena wartości technologicznej mąki uwzględniała: wyciąg mąki, zawartość białka ogółem, wydajność i jakość glutenu, wskaźnik sedimentacji, liczbę opadania oraz zawartość popiołu ogółem. Do określenia cech reologicznych ciasta wykorzystano alweograf Chopina i farinograf Brabendera. Stosowano metodę jednofazowego prowadzenia ciasta. Wypiek wykonano w elektrycznym piecu modułowym firmy Sveba Dahlen. Uzyskane pieczywo ważono w celu obliczenia całkowitej straty piecowej i wydajności. Zmierzono także objętość pieczywa i przeprowadzono punktową ocenę jakości.

Stwierdzono, że niektóre mąki orkiszowe charakteryzowały się większą zawartością białka ogółem oraz wydajnością glutenu mokrego niż mąka z pszenicy zwyczajnej. Mąki orkiszowe wykazywały średnią lub niską aktywność enzymów amylolitycznych. Ciasta z mąk orkiszowych miały dłuższy czas rozwoju i stałości, co powoduje, że powinny być dłużej mieszane niż ciasto z pszenicy zwyczajnej. W porównaniu z ciastem z pszenicy zwyczajnej były mniej sprężyste, ale bardziej rozciągliwe. Z niektórych mąk orkiszowych (ród STH 8, STH 12, STH 13, STH 24) można uzyskać pieczywo o jakości nieróżniącej się od pieczywa z pszenicy zwyczajnej.

**Słowa kluczowe:** orkisz, pszenica zwyczajna, właściwości reologiczne ciasta, jakość pieczywa

### Wprowadzenie

Orkisz (*Triticum spelta* L.) jest jednym z najstarszych podgatunków pszenicy zwyczajnej. Prawdopodobnie powstał przez naturalne skrzyżowanie gatunku ośca (*Aegilops quarrosa*) z gatunkiem pszenicy płaskurki (*Triticum dicoocum*) [10, 12, 16]. Odkrycia archeologiczne oraz badania genetyczne wskazują, że orkisz wywodzi się z rejo-

nu południowo-zachodniej Azji, a dokładniej z Iranu. W okresie neolitu stał się najważniejszym zbożem uprawianym w Północnej i Centralnej Europie, przede wszystkim w Niemczech, Szwajcarii, Austrii, a także Włoszech i Hiszpanii. Wykazuje on cechy zbliżone do pierwotnych form dziko rosnących pszenic, stąd jego wymagania glebowe i klimatyczne są niewielkie. Orkisz ze względu na niski potencjał plonowania, trudności podczas zbioru (krótka i łamliwa osadka kłosowa) oraz wymłacania ziarna (oplewione kłosa) był stopniowo wypierany przez nagoziarnową pszenicę zwyczajną [5, 17, 21, 35, 37].

Dążenie do zdrowego odżywiania się powoduje, że wzrasta zainteresowanie produktami o niskim stopniu przetworzenia, ale jednocześnie o wysokiej wartości odżywczej. Stąd coraz większą popularność zyskuje żywność pochodząca z gospodarstw ekologicznych, określana jako „ekologiczna” bądź „alternatywna”. Do produkcji tego typu żywności najbardziej przydatne są gatunki zbóż niewymagające stosowania intensywnego nawożenia i środków ochrony roślin. Do tej grupy zbóż można zatem zaliczyć orkisz [7, 35]. Jego większą odporność na czynniki zewnętrzne podczas wzrostu roślin oraz przechowywania ziarna przypisuje się plewkom, które otulają ściśle ziarniaki i stanowią naturalną barierę chroniącą przed chorobami zbożowymi, szkodnikami, zanieczyszczeniami metalami ciężkimi, pozostałością pestycydów, a także promieniowaniem radioaktywnym [4, 15, 30, 36].

Ziarno orkiszu jest bogatym źródłem składników odżywczych. Zawiera więcej białka o korzystniejszym niż pszenica zwyczajna składzie aminokwasowym (podwyższona zawartość aminokwasów egzogennych: lizyny, leucyny, izoleucyny) oraz o wyższej strawności [3, 38]. Wykazuje ono również większą zawartość tłuszczów ogółem i o większym udziale nienasyconych kwasów tłuszczowych, takich jak: oleinowy i linolowy. W porównaniu z pszenicą zwyczajną ziarno orkiszu zawiera więcej witamin rozpuszczalnych w tłuszczach oraz z grupy B. Duża ilość popiołu ogółem uzyskiwana z ziarna wskazuje, że orkisz jest bogaty w składniki mineralne. Stwierdzono, że zawartość m. in. żelaza, cynku, miedzi, magnezu, potasu, seleniu jest większa niż w ziarnie pszenicy zwyczajnej [1, 16, 31, 32].

Z przemiału ziarna orkiszu uzyskuje się jednak mniejsze wyciągi mąki niż z pszenicy zwyczajnej, co jest wskaźnikiem słabszych właściwości przemiałowych [2]. Wartość technologiczna mąki orkiszowej, podobnie jak mąki z pszenicy zwyczajnej, zależy od zawartości w niej białka ogółem oraz od uzyskanej wydajności glutenu. Więcej białka ogółem zawiera mąka orkiszowa, co przekłada się na uzyskiwanie większej wydajności glutenu. Jednak jego właściwości reologiczne sprawiają, że mąki orkiszowe wykazują mniejszą przydatność do wypieku pieczywa obecnie stosowanymi metodami. Gluten orkiszowy charakteryzuje się dużą rozplywalnością, a ciasto nadmiernie rozciągliwą strukturą niezdolną do zatrzymywania wytwarzanego podczas fermentacji dwutlenku węgla i prowadzącą do otrzymania niewyrośniętych bochenków

chleba [6, 19]. Właściwości reologiczne ciasta w dużej mierze zależą od struktury glutenu, który powstaje z połączenia gliadyny i gluteniny w odpowiednim stosunku. Ciasto z mąki orkiszowej wykazuje mniejszą stałość i elastyczność oraz większą rozciągliwość i lepkość w porównaniu z ciastem z mąki otrzymanej z pszenicy zwyczajnej [2, 33]. Chleb orkiszowy zwykle ma mniejszą objętość niż chleb z pszenicy zwyczajnej [7, 33], lecz różni się od niego smakiem i zapachem [8]. Z tego powodu jest poszukiwanym produktem przez konsumentów, którzy doceniają zarówno jego smakowitość jak i walory żywieniowe. W celu poprawienia właściwości wypiekowych mąki orkiszowej często praktykuje się mieszanie jej z mąką otrzymaną z pszenicy zwyczajnej [5].

Ostatnio prowadzone są także prace hodowlane nad stworzeniem odmian orkiszu będących kombinacją orkiszu z pszenicą zwyczajną, które łączyłyby korzystne cechy obu tych pszenic [8, 38, 39].

Celem niniejszej pracy była ocena wartości technologicznej rodów orkiszu w porównaniu z pszenicą zwyczajną.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiło 6 rodów orkiszu (STH 8, STH 11, STH 12, STH 13, STH 24, STH 29) otrzymanych w wyniku skrzyżowania orkiszu z pszenicą zwyczajną oraz 1 handlowa pszenica zwyczajna (P). Próbki orkiszu pochodziły z Hodowli Roślin w Strzelcach, ze zbioru w 2006 roku.

Mąki otrzymano przemiałując w młynie Quadrumat Senior ziarno, uprzednio dowlżone jednostopniowo do uzyskania wilgotności 13,5 %. Ocena wartości technologicznej mąki uwzględniała: wyciąg mąki [13], zawartość białka ogółem [14], ilość i jakość glutenu [23], wskaźnik sedimentacji [25], liczbę opadania [27] oraz zawartość związków mineralnych w postaci popiołu ogółem [26]. Wszystkie oznaczenia wykonywano w 3 powtórzeniach. Do określenia cech reologicznych ciasta wykorzystano alweograf Chopina [28] i farinograf Brabendera [29].

Stosowano metodę jednofazowego prowadzenia ciasta. Z mąki, 3 % drożdży, 1,5 % soli (w stosunku do mąki) oraz wody przygotowywano ciasto o wydajności 167 %. Ciasto poddawano fermentacji trwającej 90 min w temp. 28 °C, z przebicciem po 60 min. Następnie dzielono je na kęsy o masie 250 g i umieszczano w foremkach. Czas uzyskania dojrzałości piecowej ciasta wynosił 50 min. Wypiek prowadzono w elektrycznym piecu modułowym firmy Sveba Dahlen w temp. 235 °C przez 30 min [13]. Uzyskane pieczywo ważono dwukrotnie: bezpośrednio po wyjęciu z pieca i po 24 h w celu obliczenia całkowitej straty piecowej i wydajności. Objętość pieczywa zmierzono wykorzystując pomiar objętości wypartych przez bochenek nasion rzepaku [13]. Przeprowadzono także punktową ocenę jakości pieczywa [24].

Analizę statystyczną otrzymanych wyników wykonano przy użyciu programu Statgraphics Plus 4.1. Ocena istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi określano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , a najmniejszą istotną różnicę wyznaczano testem Tukey'a.

## Wyniki i dyskusja

Wyciąg mąki jest podstawowym wyróżnikiem stosowanym do oceny wartości przemiałowej ziarna. Większy wyciąg mąki uzyskano z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej niż z orkiszu (tab. 1). Wyciągi mąk orkiszowych zawierały się w przedziale 68,5-76,7 %. Wielu autorów zajmujących się badaniem właściwości przemiałowych orkiszu uzyskało podobne wyciągi mąki, jak w niniejszej pracy [2, 9, 19].

Tabela 1

Skład chemiczny i wartość technologiczna mąki otrzymanej z wybranych rodów orkiszu i pszenicy zwyczajnej.

Chemical composition and technological value of flour obtained from some selected spelt and common wheat strains.

Cecha Characteristic	P	Ród pszenicy orkisz / Spelt wheat strain						NIR HSD
		STH 8	STH 11	STH 12	STH 13	STH 24	STH 29	
Wyciąg mąki Flour yield [%]	77,6	68,5	76,7	73,1	74,7	71,4	70,5	–
Zawartość popiołu ogółem Total ash content [%]	0,52 <sup>a</sup> ± 0,03	0,50 <sup>a</sup> ± 0,02	0,53 <sup>a</sup> ± 0,01	0,50 <sup>a</sup> 0,02	0,58 <sup>b</sup> ± 0,02	0,52 <sup>a</sup> ± 0,02	0,53 <sup>a</sup> ± 0,01	0,05
Zawartość białka ogółem Total protein content [%]	11,6 <sup>b</sup> ± 0,1	11,8 <sup>bc</sup> ± 0,1	12,9 <sup>d</sup> ± 0,2	12,2 <sup>c</sup> ± 0,1	14,8 <sup>e</sup> ± 0,1	11,4 <sup>ab</sup> ± 0,3	10,8 <sup>a</sup> ± 0,1	0,6
Gluten mokry Wet gluten [%]	28,5 <sup>b</sup> ± 0,2	30,0 <sup>c</sup> ± 0,2	32,8 <sup>d</sup> ± 0,2	33,6 <sup>d</sup> ± 0,6	38,8 <sup>e</sup> ± 0,1	30,6 <sup>c</sup> ± 0,1	26,9 <sup>a</sup> ± 0,3	1,2
Indeks glutenu Gluten index	62 <sup>a</sup> ± 9	76 <sup>ab</sup> ± 5	87 <sup>b</sup> ± 2	70 <sup>ab</sup> ± 3	72 <sup>ab</sup> ± 1	68 <sup>ab</sup> ± 6	78 <sup>ab</sup> ± 5	19
Wskaźnik sedymentacji Sedimentation value [cm <sup>3</sup> ]	22 <sup>a</sup> ± 1	22 <sup>a</sup> ± 1	28 <sup>b</sup> ± 2	19 <sup>a</sup> ± 1	31 <sup>b</sup> ± 1	21 <sup>a</sup> ± 1	19 <sup>a</sup> ± 1	5
Liczba opadania Falling number [s]	326 <sup>cd</sup> ± 5	339 <sup>de</sup> ± 6	285 <sup>b</sup> ± 1	311 <sup>c</sup> ± 6	260 <sup>a</sup> ± 0	345 <sup>e</sup> ± 6	341 <sup>de</sup> ± 1	17

Objaśnienia: / Explanatory notes:

P – pszenica zwyczajna / common wheat;

Tabela zawiera wartości średnie ± odchylenia standardowe / In Tab. 1 are mean values ± standard deviations;

a - e – wartości średnie w tym samym wierszu oznaczone tą samą literą w indeksie nie różnią się statystycznie istotnie ( $\alpha = 0,05$ ) / mean values in the same line, and denoted by the same letter in superscript are not statistically significantly different ( $\alpha = 0.05$ );

NIR – najmniejsza istotna różnica / the least significant difference.

Mąki orkiszowe (wyjątek mąka z rodzaju STH 13) nie różniły się istotnie od mąki z pszenicy zwyczajnej pod względem zawartości związków mineralnych, uzyskanych w postaci popiołu. Na podobne ilości popiołu w ziarnie orkiszu wskazują badania Marquesa i wsp. [20] oraz Majewskiej i wsp. [18]. Natomiast Marconi i wsp. [19] uzyskali większe ilości popiołu z ziarna orkiszowego, od 0,50 do 0,62 %. W tym przedziale zawierała się też zawartość popiołu w mące z rodzaju orkiszowego STH 13.

Istotnym parametrem z punktu widzenia wartości wypiekowej mąki jest zawartość białka ogółem i wydajność glutenu. W przedstawionych badaniach zawartość białka ogółem w mąkach orkiszowych mieściła się w szerokim przedziale 10,8 - 14,8 % (tab. 1). W mące z rodzaju STH 13 zawartość białka ogółem była istotnie większa niż w mące z pszenicy zwyczajnej i pozostałych mąkach orkiszowych. W wielu pracach [2, 5, 19, 31, 40] wykazano, że zawartość białka w mące orkiszowej zawiera się w granicach 11,0 - 16,5 %, co jest zbliżone z wynikami uzyskanymi w naszych badaniach. Natomiast Piergiovanni i wsp. [22] otrzymali większą zawartość białka w mące orkiszowej (15,0 - 19,4 %). Wydajność glutenu mokrego w badanych mąkach orkiszowych była zróżnicowana i wynosiła od 26,9 do 38,8 %. Jedynie mąka orkiszowa z rodzaju STH 29 wykazywała istotnie mniejszą wydajność glutenu mokrego niż mąka z pszenicy zwyczajnej (tab. 1). Inni autorzy [6, 9, 34] uzyskali wydajność glutenu mokrego mieszczącą się także w szerokim zakresie, od 20 % do ponad 50 %. Jakość glutenu, wyrażona indeksem glutenu, nie różniła się statystycznie istotnie od jakości glutenu z mąki uzyskanej z pszenicy zwyczajnej, za wyjątkiem mąki z rodzaju STH 11. Indeks glutenu określano także w badaniach Ceglińskiej [9] oraz Marconiego i wsp. [19]. Wartości uzyskane przez wymienionych autorów były zbliżone i zawierały się w bardzo szerokim przedziale od 3 do 91, świadczy to o dużym zróżnicowaniu odmian i rodzajów orkiszowego pod względem jakości glutenu.

Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego, pozwalający na ocenę ilościowo-jakościową glutenu w mące [11], zawierał się w przedziale 19 - 31 cm<sup>3</sup>. Dwa spośród badanych rodzajów (STH 13 i STH 11) charakteryzowały się większym wskaźnikiem sedymentacji niż pszenica zwyczajna. Majewska i wsp. [18], Sulewska i wsp. [35] oraz Zanetti i wsp. [40] uzyskali podobne zakresy wartości wskaźnika sedymentacji orkiszowego, wynoszące odpowiednio 12 - 27 cm<sup>3</sup>; 15 - 31 cm<sup>3</sup> i 18 - 38 cm<sup>3</sup>.

Najlepsze do wypieku pieczywa są mąki o średniej aktywności amylopolitycznej, czyli o liczbie opadania zawierającej się w przedziale 200 - 280 s [11]. W naszych badaniach mąki orkiszowe z rodzajów STH 13 i STH 11 spełniały ten warunek. Pozostałe mąki orkiszowe charakteryzowały się niską aktywnością amylopolityczną, podobnie jak mąka uzyskana z pszenicy zwyczajnej. Mąki orkiszowe badane przez Ceglińską [9] oraz Achremowicza i wsp. [5] także wykazywały podobną aktywność amylopolityczną (liczba opadania powyżej 300 s). Wielu autorów [2, 6, 19] wskazuje na szczególnie

niską aktywność amylolityczną mąk orkiszowych, co potwierdzają liczbami opadania w zakresie 290 - 445 s.

Największą wodochłonnością charakteryzowała się mąka z pszenicy zwyczajnej (59,6 %). Najbardziej zbliżoną do niej wodochłonność wykazywała mąka orkiszowa z rodu STH 13, natomiast pozostałe mąki orkiszowe miały mniejszą zdolność chłonięcia wody, wynoszącą 56,0 - 58,3 %. Podobne wodochłonności mąk orkiszowych, jak w niniejszych badaniach, uzyskał Achremowicz i wsp. [5]. Na nieznacznie niższy poziom wodochłonności mąk orkiszowych (51,5 – 56,4 %) wskazują badania Marconiego i wsp. [19], natomiast Ceglińska [9] stwierdziła, że mąki orkiszowe mają dużą wodochłonność, wynoszącą nawet 65 %.

Tabela 2

Charakterystyka cech reologicznych ciasta otrzymanego z mąki wybranych rodów orkiszu i pszenicy zwyczajnej.

Rheological profile of dough made of flour of some selected spelt and common wheat strains.

Cecha Characteristic	P	Ród pszenicy orkisz / Spelt wheat strain					
		STH 8	STH 11	STH 12	STH 13	STH 24	STH 29
Właściwości farinograficzne / Farinographic properties							
Wodochłonność mąki Water absorption [%]	59,6	57,8	58,3	56,0	59,0	57,4	58,0
Czas rozwoju ciasta Dough development time [min]	2,2	6,0	4,9	3,8	5,8	4,7	2,0
Czas stałości ciasta Dough stability time [min]	1,9	10,1	6,5	3,3	8,7	6,2	12,5
Rozmiękczenie ciasta [j. Br] Dough softening [BU]	34	15	22	48	12	29	33
Właściwości alveograficzne / Alveographic properties							
Praca odkształcenia Deformation work W[10E-4 J]	114	102	218	54	110	78	77
Sprężystość ciasta Dough tenacity, P [mm]	70	62	58	35	63	53	51
Rozciągliwość ciasta Dough extensibility, L [mm]	80	97	133	105	135	111	97
Sprężystość / Rozciągliwość Tenacity / Extensibility, P/L	0,88	0,64	0,44	0,34	0,47	0,48	0,53
Wskaźnik rozdęcia ciasta Dough swelling index, G [cm <sup>3</sup> ]	19,9	21,9	25,7	22,8	25,9	23,4	21,9

Objaśnienia: / Explanatory notes:

P – pszenica zwyczajna / common wheat

Ciasta z badanych mąk orkiszowych (wyjątek ród STH 29) wykazywały znacznie dłuższy czas rozwoju niż z mąki uzyskanej z pszenicy zwyczajnej. Marconi i wsp. [19] uzyskali krótsze czasy rozwoju ciasta orkiszowego (1 - 3 min), które są zbliżone z wartością uzyskaną w przypadku rodu STH 29. Z mąk orkiszowych wszystkich badanych rodów uzyskano ciasta o znacznie dłuższych czasach stałości niż z mąki z pszenicy zwyczajnej. Marconi i wsp. [19] oraz Achremowicz i wsp. [5] badali mąki orkiszowe, które wykazywały krótsze czasy stałości. Nasze badania potwierdziły wyniki uzyskane przez Ceglińską [9], która wykazała, że mąki orkiszowe charakteryzują się długim czasem stałości (9,5 min). Suma czasu rozwoju i stałości wskazuje na oporność ciasta na mieszanie. Im jest ona większa, tym dłużej powinno być mieszane ciasto. Ciasta orkiszowe wymagają zatem dłuższego mieszania niż ciasta z mąki uzyskanej z pszenicy zwyczajnej. Rozmiękczenie ciast z badanych mąk orkiszowych nie różniło się od ciasta z mąki uzyskanej z pszenicy zwyczajnej. Zbliżone wartości rozmiękczenia ciasta orkiszowego uzyskał Achremowicz i wsp. [5], natomiast Ceglińska [9] oraz Marconi i wsp. [19] wskazują, że ciasta orkiszowe mają większe rozmiękczenie powyżej 50 j.B. i dążące nawet do 140 j.B.

Ciasta z mąk orkiszowych (wyjątek ród STH 11) charakteryzowały się mniejszą lub zbliżoną pracą odkształcenia ciasta i większą rozciągliwością w porównaniu z ciastem z mąki uzyskanej z pszenicy zwyczajnej (tab. 2). Na podstawie danych przedstawionych przez Gąsiorowskiego [11], mąki o pracy odkształcenia w granicach 160 - 250 J mogą służyć jako mąki poprawiające jakość ciasta. Warunek ten spełniała jedynie mąka z orkiszu STH 11. Małe wartości stosunku sprężystości do rozciągliwości (P/L) ciast z mąk orkiszowych wskazują na ich niższą jakość w wykorzystaniu do produkcji pieczywa. Korzystna pod względem technologicznym wartość P/L powinna się mieścić w granicach 0,8 - 1,1. W niniejszych badaniach warunek ten spełniało jedynie ciasto z mąki uzyskanej z pszenicy zwyczajnej. Wskaźnik rozdęcia ciasta (G) z mąk orkiszowych był większy niż ciasta z mąki uzyskanej z pszenicy zwyczajnej, na co zapewne miała wpływ większa wydajność glutenu.

Podczas wypieku pieczywa z mąki rodu orkiszu STH 29 otrzymano najmniejszą całkowitą stratę piecową, która była także istotnie mniejsza w porównaniu z pieczywem z pszenicy zwyczajnej (tab. 3). Pieczywo z rodów orkiszu STH 11 i STH 12 nie różniło się pod względem uzyskanej straty piecowej od pieczywa z pszenicy zwyczajnej. Majewska i wsp. [18], porównując całkowitą stratę piecową uzyskaną w wypieku pieczywa z orkiszu i z pszenicy zwyczajnej, stwierdzili także istotne różnice. Mniejsze całkowite straty piecowe uzyskała w przypadku pieczywa orkiszowego. Natomiast wykazali, że podczas wypieku uzyskuje się większą wydajność pieczywa orkiszowego niż pszennego, potwierdzają to również wyniki naszych badań. Wydajność pieczywa z badanych rodów orkiszu wynosiła 133,0 - 136,4 %. Zbliżone wartości tego parametru (127 - 136 %) otrzymała Ceglińska [9]. Objętość pieczywa otrzymanego z wszystkich

rodów orkiszu była istotnie mniejsza w porównaniu z pieczywem z pszenicy zwyczajnej. Biorąc pod uwagę ten parametr, najkorzystniej przedstawiał się ród STH 13, a zdecydowanie słabo wypadły rody STH 8, STH 24, STH 29. Achremowicz i wsp. [5] uzyskali objętość pieczywa orkiszowego mieszcząca się w przedziale 380 - 480 cm<sup>3</sup>, co wskazuje na zbieżność z naszymi wynikami. Sumaryczna ocena punktowa wykazała, że najlepszej jakości pieczywo uzyskano z rodów orkiszu STH 8, STH 12, STH 13, STH 24, liczba punktów oceny sensorycznej zawierała się w przedziale 29 - 31. Pieczywo to pod względem jakości nie różniło się od pieczywa z pszenicy zwyczajnej (29 pkt.). Ciemniejszą barwą skórki charakteryzowało się pieczywo z pszenicy zwyczajnej oraz rodów orkiszu STH 8, STH 11, STH 12, STH 13. Najmniejszą grubość skórki stwierdzono w pieczywie z rodów orkiszu STH 8 i STH 11. Pieczywo z rodu STH 12 wykazywało słabszą elastyczność miękiszu. Porowatość miękiszu pieczywa z rodu STH 11, STH 29 i pszenicy zwyczajnej była nierównomierna. Smak i zapach chlebów z rodów orkiszu i z pszenicy zwyczajnej były bardzo zbliżone. Majewska i wsp. [18] określili zapach pieczywa orkiszowego jako lekko orzechowy. W niniejszych badaniach nie stwierdzono takiego zapachu, być może dlatego, że do badań wykorzystano ziarno pochodzące z krzyżówek orkiszu z pszenicą zwyczajną.

Tabela 3

Wyniki próbnego wypieku pieczywa z mąki wybranych rodów orkiszu i pszenicy zwyczajnej.  
Experimental baking results of bread made of flour of some selected spelt and common wheat strains.

Cecha Characteristic	P	Ród pszenicy orkisz / Spelt wheat strain						NIR HSD
		STH 8	STH 11	STH 12	STH 13	STH 24	STH 29	
Strata piecowa Baking loss [%]	11,6 <sup>d</sup> ± 0,2	10,6 <sup>bc</sup> ± 0,1	11,5 <sup>d</sup> ± 0,3	11,8 <sup>d</sup> ± 0,1	10,2 <sup>b</sup> ± 0,1	10,9 <sup>c</sup> ± 0,1	9,5 <sup>a</sup> ± 0,1	0,6
Wydajność pieczywa Banking yield [%]	131,7 <sup>a</sup> ± 0,2	134,2 <sup>bc</sup> ± 0,7	133,0 <sup>ab</sup> ± 0,4	133,7 <sup>bc</sup> ± 0,2	136,4 <sup>d</sup> ± 0,7	134,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	134,9 <sup>cd</sup> ± 0,5	1,8
Objętość pieczywa ze 100 g mąki Volume of a loaf made of 100 g flour [cm <sup>3</sup> ]	467,0 <sup>e</sup> ± 1,8	376,3 <sup>a</sup> ± 2,6	419,2 <sup>c</sup> ± 2,7	400,1 <sup>b</sup> ± 1,5	450,9 <sup>d</sup> ± 5,2	373,5 <sup>a</sup> ± 4,0	379,9 <sup>a</sup> ± 2,6	11,9
Suma punktów w ocenie jakości Total point score when rating quality [scores]	29	31	27	29	31	30	25	–

Objaśnienia jak do tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.



## Wnioski

1. Podobnie, jak w innych badaniach porównawczych, wykazano, że niektóre mąki orkiszowe charakteryzowały się większą zawartością białka ogółem oraz wydajnością glutenu mokrego niż mąka z pszenicy zwyczajnej.
2. Na podstawie pomiaru liczby opadania stwierdzono, że mąki orkiszowe wykazują średnią lub niską aktywność enzymów amylolitycznych, co jest niekorzystne dla fermentacji ciasta.
3. Wykazano, że ciasta z mąk orkiszowych mają dłuższy czas rozwoju i stałości, co powoduje że powinny być dłużej mieszane niż ciasto z pszenicy zwyczajnej.
4. Z analizy alweograficznej wynika, że ciasta orkiszowe w porównaniu z ciastem z pszenicy zwyczajnej są mniej sprężyste, ale bardziej rozciągliwe. Może to mieć niekorzystny wpływ na wygląd wypiekanego pieczywa.
5. Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonego wypieku oraz ocenę punktową pieczywa wykazano, że z niektórych mąk orkiszowych (ród STH 8, STH 12, STH 13, STH 24) można uzyskać pieczywo o jakości nie różniące się od pieczywa z pszenicy zwyczajnej.

*Praca była prezentowana podczas VI Konferencji Naukowej nt. „Nowoczesne metody analityczne w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa żywności”, Warszawa, 6 - 7 grudnia 2007 r.*

## 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** (6), 621-624.
- [2] Abdel-Aal E.-S. M., Hucl P., Sosulski F. W., Bhirud P. R.: Kernel, milling and backing properties of spring-type spelt and einkorn wheats. *J. Cereal Sci.*, 1997, **26**, 363-370.
- [3] Abdel-Aal E.-S. M., Hucl P.: Amino acid composition and *in vitro* protein digestibility of selected ancient wheats and their end products. *J. Food Comp. Anal.*, 2002, **15**, 737-747.
- [4] Abdel-Aal E.-S. M.: Effects of baking on protein digestibility of organic spelt products determined by two *in vitro* digestion method. *LWT*, 2008, **41**, 1282-1288.
- [5] Achremowicz B., Kulpa D., Mazurkiewicz J.: Technologiczna ocena ziarna pszenic orkiszowych. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 1999, **360**, 11-17.
- [6] Bojnanska T., Francakova H.: The use of pelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. *Rost. Vyr.*, 2002, **48** (4), 141-147.
- [7] Bonafaccia G., Galli V., Francisci R., Mair V., Skrabanja V., Kreft I.: Characteristics of wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chem.*, 2000, **68**, 437-441.
- [8] Campbell K.G.: Spelt: agronomy, genetics, and breeding. *Plant Breeding Reviews*, 1997, **15**, 187-213.
- [9] Ceglińska A.: Technological value of a spelt and common wheat hybrid. *Electr. J. Pol. Agric. Univ.*, 2003, **6** (1).
- [10] Ceglińska A., Gromulska W.: Różnorodność produktów z orkiszu. *Przeg., Zboż. Młyn.*, 2008, **5**, 30-31.

- [11] Gąsiorowski H.: Pszenica – chemia i technologia. Praca zbiorowa. PWRiL, Poznań 2004, s.118-121, s.367-370
- [12] Gąsiorowski H.: Pszenica orkisz – zboże ekologiczne. Przegl. Zboż. Młyn., 2004, **5**, 13-14.
- [13] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Praca zbiorowa. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1983, s. 269-274.
- [14] Klepacka M.: Analiza żywności. Oznaczanie zawartości białka metodą Kjeldahla. Praca zbiorowa. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 2003, s. 75-77.
- [15] Kordan B., Laszczak-Dawid A., Nietupski M., Żuk-Gołaszewska K.: Wpływ formy przechowywania pszenicy orkisz (*Triticum spelta* L.) na rozwój wołka zbożowego (*Sitophilus granarius* L.). Post. w ochr. roś., 2007, **47(1)**, 263-266.
- [16] Lacko-Bartosova M., Otepla P.: Quantitative characters and chemical composition of spelt wheat cultivars grown in Southern Slovakia. Acta Phytotech. Zootech., 2001, **4**, 71-73.
- [17] Luo M.C., Yang Z.L., Dvorak J.: The Q locus of Iranian and European spelt wheat. Theor. Appl. Genet., 2000, **100**, 602-606.
- [18] Majewska K., Dąbkowska E., Żuk-Gołaszewska K., Tyburski J.: Wartość wypiekowa mąki otrzymanej z ziarna wybranych odmian orkiszu (*Triticum spelta* L.). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **2 (51)**, 60-71.
- [19] 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.
- [20] Marques C., Dauria L., Cani P.D., Baccelli C., Rozenberg R., Ruibal-Mendieta N.L., Petitjean G., Delacroix D.L., Quentin-Leclercq J., Habib-Jiwan J.L., Meurens M., Delzenne M.N.: Comparison of glicemic index of spelt and wheat bread in human volunteers. Food Chem., 2007, **100**, 1265-1271.
- [21] Onoshi I., Hongo A., Sasakuma T., Kawahara T., Kato K., Miura H.: Variation and segregation for rachis fragility in spelt wheat, *Triticum spelta* L. Gen. Res. Corp Evo., 2006, **53**, 985-992.
- [22] Piergiovanni A.R., Laghetti G., Perrino P.: Characteristics of meal from hulled wheats (*Triticum dicoccon* Schrank and *Triticum spelta* L.): An evaluation of selected accessions. Cereal Chem., 1996, **73 (6)**, 732-735.
- [23] PN-A-74042/03:1993 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzenia mechanicznego. Mąka pszenna.
- [24] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [25] PN-A-74013:1993. Pszenica. Oznaczenie wskaźnika sedymentacji. Test Zeleny'ego.
- [26] PN-ISO 2171: Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- [27] PN-ISO 3093:1996/AZ1:2000. Zboża – oznaczanie liczby opadania w aparacie Falling Number 1400.
- [28] PN-ISO 5530-4:2003 Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta – oznaczanie właściwości reologicznych za pomocą alweografu w aparacie Chopin.
- [29] PN-ISO 5530-1:1999 Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta – oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- [30] Radomski G., Bać A., Mierzejewska S.: Ocena porównawcza wartości wypiekowej mąki pszennej i orkiszowej. Inż. Rol., 2007, **93 (5)**, 369-374.
- [31] Ranhotra G.S., Grelth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J.: Nutrient composition of pelt wheat. J. Food Comp. Anal., 1996, **9**, 81-84.
- [32] Ruibal-Mendieta N.L., Delacroix D.L., Mignolet E., Pycke J.M., Marques C., Rozenberg R., Petitjean G., Habib-Jiwan J.L., Meurens M., Quentin-Leclercq J., Delzenne M.N., Larondelle Y.: Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) as source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. J. Agric. Food Chem., 2005, **53**, 2751-2759.

- [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** (3), 408-417.
- [34] Schober T.J., Bean S.R., Kuhn M.: Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) cultivars: A rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study. *J. Cereal Sci.*, 2006, **44**, 161-173.
- [35] Sulewska H.: Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna formy ozimej orkiszu pszennego (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Pamięt. Puł.*, 2004, **135**, 286-293.
- [36] Tyburski J., Babalski M.: Uprawa pszenicy orkisz. Poradnik dla rolników. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu, 2006.
- [37] Waga J.: Charakterystyka białek gliadynowych i glutenin u orkiszu. *Biuletyn IHAR*, 2001, **217**, 39-50.
- [38] Waga J., Węgrzyn S., Boros D., Cygankiewicz A.: Wykorzystanie orkiszu (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) do poprawy właściwości odżywczych pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). *Biuletyn IHAR*, 2002, **221**, 3-16.
- [39] Waga J.: Zmienność niektórych frakcji  $\omega$ -gliadyn a zawartość białka ogółem w potomstwie orkiszu i odmiany Elena. *Biuletyn IHAR*, 2003, **228**, 61-69.
- [40] Zanetti S., Winzeler M., Feuillet C., Keller B., Messer M.: Genetic analysis of bread-making quality in wheat and spelt. *Plant Breed.*, 2001, **120**, 13-19.

#### COMPARING RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DOUGH AND QUALITY OF BREAD MADE OF SPELT AND COMMON WHEAT FLOURS

##### S u m m a r y

The objective of the study was to assess the technological value of spelt strains compared to common wheat. Six strains of spelt and one cultivar of common wheat being a control sample were analyzed. The grain was ground in the 'Brabender Quadrumat Senior' laboratory mill. The assessment of the technological value of flour included: flour yield, total protein content, wet gluten yield, gluten index, sedimentation value, falling number and total ash content. A Chopin alveograph and a Brabender farinograph were applied to determine rheological properties of dough. The dough was made using a single-phase wheat method. The bread was baked in an electrical oven manufactured by a Sveba Dahlen company. The baked bread was weighed for the purpose of calculating the total baking loss and baking yield. Furthermore, the volumes of bread loaves were measured and the bread quality was rated using a point scoring system.

It was found that some spelt flours were characterized by a higher total protein content and wet gluten yield compared to common wheat flour. The  $\alpha$  – amylase activity level in spelt flours ranged from the average to low value. The doughs obtained using spelt flours were characterized by a longer development and stability time; thus, they should be mixed for a longer time than the dough of common wheat flour. Additionally, they were less elastic and more extensible compared to doughs of common wheat flour. There are also some spelt flours (STH 8, STH 12, STH 13, and STH 24 strains), which, when used to bake bread, produce bread of the quality that does not differ from the quality of bread made of common wheat flour.

**Key words:** spelt, common wheat, rheological properties of dough, bread quality ☒