

MAGDALENA FUJARCZUK, ANNA CZUBASZEK,
AGATA WOJCIECHOWICZ-BUDZISZ, MIROSŁAW ŻMIJEWSKI

WPLYW PREPARATÓW ENZYMATYCZNYCH I METODY WYPIEKU NA WYBRANE CECHY CHLEBA PSZENNO-OWSIANEGO

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena zmian cech jakościowych pieczywa, otrzymanego z mieszanek mąki pszennej z różnym udziałem śruty owsianej, pod wpływem dodatku preparatów enzymatycznych i metody wypieku. Do badań użyto mąki pszennej typu 650 oraz mieszanek mąki pszennej i śruty owsianej. Udział śruty owsianej wynosił 10, 20 lub 30 %. Zastosowano dwa preparaty enzymatyczne: Bakezyme GO 1500 BG i Gluzyme Mono 10 000 BG o działaniu utleniającym. Mąkę pszenną i mieszanki pszenno-owsiane oceniono pod względem zawartości białka ogółem i skrobi, wydajności glutenu, wskaźnika sedymentacji i liczby opadania. Ciasto prowadzono metodą jednofazową. Do wypieku stosowano metodę tradycyjną oraz metodę odroczoną z zamrażaniem kęsów ciasta. Pieczywo oceniono pod względem wydajności i objętości. Właściwości miększu określono za pomocą aparatu typu INSTRON 5544 (test TPA). Wykazano, że wzrost udziału śruty owsianej w mieszance z mąką pszenną powodował zwiększenie zawartości białka ogółem oraz zmniejszenie: zawartości skrobi, wydajności glutenu i wskaźnika sedymentacji. Zastosowanie śruty owsianej jako zamiennika mąki pszennej w ilości 20 i 30 % prowadziło do znacznego zmniejszenia objętości pieczywa oraz wzrostu twardości, gumowatości i żuwalności miększu. Dodatek preparatów enzymatycznych nie spowodował istotnych zmian w badanych parametrach jakości chlebów. Pieczywo z odroczonego wypieku charakteryzowało się mniejszą: objętością bochenka, elastycznością i spoistością miększu oraz większą: wydajnością, twardością, gumowatością i żuwalnością w porównaniu z pieczywem otrzymanym w sposób tradycyjny.

Słowa kluczowe: chleb, śruta owsiana, preparaty enzymatyczne, odroczony wypiek, tekstura miększu

Wprowadzenie

Chleb uznawany jest za jeden z podstawowych artykułów żywnościowych. Wzrastająca świadomość konsumentów sprawia, że coraz częściej wybierają pieczywo zawierające różne dodatki podwyższające jego wartość żywieniową. Do takich dodatków należą produkty owsiane, które wyróżniają się dużą zawartością białka o wysokiej

Dr inż. M. Fujarczuk, dr hab. A. Czubaszek, dr inż. A. Wojciechowicz-Budzisz, dr inż. M. Żmijewski, Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chelmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław. Kontakt: anna.czubaszek@up.wroc.pl

wartości biologicznej, tłuszczu o znacznym udziale nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz błonnika pokarmowego bogatego w β -glukany [5, 9, 21]. Cennym składnikiem ziarna owsa są także polifenole, tokoferole i fitosterole o działaniu antyoksydacyjnym [23]. Badania prowadzone przez różnych naukowców [4, 21] dowodzą, że spożywanie produktów owsianych przyczynia się do obniżania poziomu cholesterolu we krwi, podwyższenia odporności immunologicznej organizmu, efektywniejszego leczenia stanów zapalnych jelita i śluzówki żołądka. Indeks glikemiczny produktów owsianych jest mniejszy niż innych produktów zbożowych, co powoduje, że zaleca się je w diecie osób chorych na cukrzycę [4, 21]. Częściowe zastąpienie mąki chlebowej produktami owsianymi niejednokrotnie powoduje obniżenie jakości pieczywa [5, 6, 12, 14]. Z tego powodu poszukuje się dodatków technologicznych poprawiających jego jakość. Salmenkallio-Marttila i wsp. [33] wykazali, że właściwości miększu chleba pszenno-owsianego może poprawić dodatek glutenu. Transglutaminaza, enzym stosowany przez tych autorów w celu wzmocnienia siatki glutenowej, przyczynił się do zwiększenia twardości i gumowatości miększu. Tym niemniej, enzymy mogą pozytywnie wpływać na objętość chleba, strukturę jego miększu czy też świeżość. Producenci pieczywa chętnie stosują w technologii produkcji pieczywa enzymy, gdyż większość z nich działa w umiarkowanych warunkach środowiska, przede wszystkim temperatury i pH, dzięki czemu możliwe jest zachowanie naturalnych cech biologicznych produktów piekarskich. Ważne jest również to, że enzymy ulegają degradacji podczas procesów termicznych i w końcowym wyrobie nie są obecne. Nie są zatem traktowane przez ustawodawstwo jako dodatki do żywności i nie powodują negatywnych reakcji wśród konsumentów [7].

Dostępne w handlu pieczywo z dodatkiem produktów owsianych otrzymuje się wyłącznie metodą tradycyjnego wypieku, podczas gdy inne rodzaje pieczywa wytwarza się także z wykorzystaniem wypieku odroczonego. Metoda ta pozwala na rozdzielenie procesu otrzymywania pieczywa na dwie fazy: wytwarzanie ciasta i jego zamrożenie oraz wypiek rozmrożonych kęsów. Umożliwia to racjonalne planowanie produkcji w piekarni, w tym przeniesienie uciążliwej i kosztownej produkcji nocnej na produkcję dzienną. Sprzedawcy, dzięki tej metodzie, mają możliwość wypieku chleba bezpośrednio w miejscu sprzedaży i zgodnie z aktualnym zapotrzebowaniem, a konsumenci – możliwość samodzielnego wypieku w domu [13, 35]. Stosowanie tej metody wypieku daje wiele korzyści ekonomicznych, ale często prowadzi do obniżenia jakości otrzymywanych produktów piekarskich [19, 34].

W celu poprawy jakości produktu gotowego w przemysłowej produkcji pieczywa z zastosowaniem odroczonego wypieku wykorzystywane są enzymy o działaniu utleniającym. Ich zadaniem jest wzmocnienie siatki glutenowej, osłabionej działaniem niskich temperatur. Najczęściej używana jest oksydaza glukozy [15, 30]. W wyniku działania tego enzymu w cieście powstaje nadtlenek wodoru, który powoduje utlenia-

nie wolnych grup hydrosulfidowych (-SH) cysteiny do mostków disulfidowych (-S-S-) cystyny [1, 31]. Dzięki temu zwiększa się liczba wiązań poprzecznych pomiędzy łańcuchami polipeptydowymi białka, co wzmacnia strukturę glutenu i powoduje wzrost jego sprężystości [29].

Celem podjętych badań była ocena jakości pieczywa z mieszanek mąki pszennej z różnym udziałem śruty owsianej pod wpływem dodatku preparatów enzymatycznych zawierających glukooksydazę oraz ocena metody wypieku.

Material i metody badań

Materiał badawczy stanowiły: mąka pszenna typu 650 „Diamant” wyprodukowana przez Młyny Zbożowe Stanisława Grygiera Sp. z o.o. oraz rozdrobnione w młynku laboratoryjnym typu WŻ-1 (Sadkiewicz Instruments) ziarno handlowej mieszanki owsa nagiego pochodzące z Centrali Nasiennej w Głubczycach (śruta owsiana). Z mąki pszennej i śruty owsianej sporządzano mieszanki. Udział śruty owsianej w mieszankach wynosił 10, 20 i 30 %. Próbą kontrolną była mąka pszenna (bez udziału śruty owsianej). W badaniach stosowano dwa preparaty enzymatyczne zawierające oksydazę glukozową: Bakezyme GO 1500 BG (DSM Food Specialties B.V.) – w ilości 50 ppm (wagowo) i Gluzyme Mono 10 000 BG (Novozymes) – w ilości 30 ppm (wagowo). Preparaty enzymatyczne dodawano w ilościach zgodnych z zaleceniami producentów. Próbę kontrolną w ocenie wpływu preparatów enzymatycznych na właściwości wypiekowe badanych próbek stanowiły: mąka pszenna i mieszanki pszenno-owsiane bez dodatku preparatów enzymatycznych.

Chleby pszenne i pszenno-owsiane z dodatkiem preparatów enzymatycznych lub bez nich wypiekano metodą tradycyjną oraz z zastosowaniem odroczonego wypieku (24 warianty chleba). Wypiek tradycyjny wykonywano metodą Biskupskiego opisaną przez Karolini-Skaradzińską i wsp. [17]. Ciasto przeznaczone do mrożenia zarabiano tak jak w metodzie tradycyjnej, zwiększając o 2 % dodatek drożdży. Otrzymane ciasto (kęsy 430 - 460-gramowe) wkładano do aluminiowych form, które po zawinięciu w folię polietylenową umieszczano w zamrażarce Mors 122 (Polar) i przechowywano w temp. -18°C przez 1 miesiąc. Przed wypiekiem zamrożone ciasto umieszczano na 12 h w chłodzarnie ERT1506FOW (ELECTROLUX) w temp. ok. 4 °C w celu powolnego rozmrożenia, a następnie przenoszono do komory fermentacyjnej KL 864 (Tecnoeka) (temp. 32 °C) i poddawano 105-minutowej fermentacji. Podczas fermentacji stosowano dwukrotne ręczne przegniatanie ciasta po 75 min i po kolejnych 30 min. Po drugim przegniataniu ciasto umieszczano w komorze fermentacyjnej do osiągnięcia dojrzałości piecowej (średnio około 45 min). Wypiek prowadzono w piecu laboratoryjnym (Brabender o.H.) w temp. 230°C przez 30 min.

W mące pszennej i mieszankach pszenno-owsianych oznaczano: zawartość skrobi metodą Lintnera [16], zawartość białka ogółem – metodą Kjeldahla wg PN-EN ISO

20483:2007 [26], stosując przelicznik $N \times 5,7$, wydajność glutenu mokrego – wg PN-77/A-74041 [25], wskaźnik sedymentacji [3] oraz liczbę opadania – wg PN-EN ISO 3093:2010 [27].

Pieczyczo oceniano pod względem wydajności i objętości chleba ze 100 g mąki po 3 h od wypieku. Objętość bochenków mierzono w objętościomierzu Sa-Wy (Sadkiewicz Instruments) wypełnionym ziarnem prosa. Za pomocą aparatu typu INSTRON 5544 badano właściwości tekstury mięksiszu chleba (test TPA). Test polegał na dwukrotnym ściskaniu do 50 % pierwotnej wysokości próbek mięksiszu wyciętych ze środka bochenka, w kształcie sześcienu o boku 10 mm. Elementem ściskającym był trzpień o wymiarach podstawy 42×42 mm i wysokości 10 mm. Prędkość przesuwu trzpienia wynosiła 60 mm/min, a siła jego nacisku 0,20 N. Pomiarów wykonano w 6 powtórzeniach. Wynikami tych pomiarów były wykresy w układzie siła – przemieszczenie (program Merlin). Określano następujące parametry mięksiszu: twardość [N] – wielkość siły odpowiadająca wysokości pierwszego piksu (po pierwszym ściskaniu), elastyczność [mm] – szerokość drugiego piksu (po drugim ściskaniu), spoistość – iloraz pól powierzchni $A2/A1$ ($A1$ i $A2$ [mm²] – pola powierzchni pod pierwszym i drugim piksem), gumowatość [N] – iloczyn twardości i spoistości, żuwalność [N·mm] – iloczyn gumowatości i elastyczności.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Wyniki charakterystyki materiału doświadczalnego poddano analizie wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji dla jednej zmiennej (udział śruty owsianej), a cechy jakościowe pieczywa – analizie wariancji trzyczynnikowej (udział śruty owsianej w mieszankach, dodatek preparatu enzymatycznego, metoda wypieku chleba). Zróznicowanie wartości średnich oceniono testem Duncana, wyznaczając grupy jednorodne przy $p \geq 0,05$. Obliczenia wykonano w programie statystycznym Statgraphics 6,0 plus.

Wyniki i dyskusja

Wartość wypiekowa mąki zależy od wielu czynników. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wzrost udziału śruty owsianej w mieszance z mąką pszenną powodował sukcesywne zmniejszanie zawartości skrobi oraz wzrost zawartości białka ogółem (tab. 1). Zależność taka była oczekiwana, gdyż śruta owsiana zawierała mniej skrobi i więcej białka ogółem niż mąka pszenna. Wydajność glutenu mokrego z mąki pszennej wynosiła 30 % (tab. 1). Zastąpienie 10 % mąki śrutą owsianą spowodowało zmniejszenie jego wydajności do 27 %, a w mieszankach z 20-procentowym udziałem śruty – do 23 %. Zgodnie z normą PN-A-74022 [24], taka ilość glutenu jest zbyt mała w mące przeznaczonej do wypieku chleba. Oprócz zmniejszenia wydajności glutenu obserwowano również obniżenie jego jakości, na co wskazuje istotne zmniejszanie wskaźnika sedymentacji przy rosnącym udziale śruty owsianej w mieszance z mąką pszenną (tab. 1). Pod wpływem dodatku śruty owsianej liczba

opadania mieszanek pszenno-owsianych ulegała niewielkiemu obniżeniu (maksymalnie o 20 s), ale we wszystkich próbkach była na poziomie odpowiednim dla mąki o optymalnej aktywności amylolitycznej. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy pozostają w zgodzie z uzyskanymi we wcześniejszych badaniach [5, 6].

Tabela 1. Charakterystyka materiału doświadczalnego.

Table 1. Profile of the experimental material.

Próbki Samples		Zawartość skrobi Starch content [% s.m.]	Zawartość białka ogółem Total protein content [% s.m.]	Wydajność glutenu mokrego Yield of wet gluten [%]	Wskaźnik sedymentacji Sedimentation value [cm ³]	Liczba opadania Falling number [s]
Mąka pszenna Wheat flour		51,1 a	12,0 c	30 a	84 a	310 a
Mieszanki pszenno-owsiane Wheat -oat blends	Udział śruty owsianej Percentage of cracked oats [%]					
	10	50,7 b	12,1 bc	27 b	76 b	300 ab
	20	49,2 c	12,4 ab	23 c	72 c	297 ab
	30	48,8 d	12,6 a	nie wymyto not eluted	58 d	290 b
Śruta owsiana Cracked oats		41,1	15,1	-	-	288

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, d – wartości średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / – mean values in columns and designated by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

W procesie produkcji pieczywa zwraca się uwagę na jego wydajność. Według Korusa i Achremowicza [20] wprowadzenie do receptury produktów, które charakteryzują się dużą zawartością błonnika pokarmowego, zwiększa wodochłonność mieszanek, a przez to także wydajność pieczywa. Gambuś i wsp. [11] wykazali, że 3- do 10-procentowy dodatek mąki i otrąb uzyskanych z przemiału laboratoryjnego ziarna owsa nagięgo nie wpływa na wydajność pieczywa pszennego. Czubaśzek [5] wykazała natomiast, że wydajność pieczywa pszenno-owsianego zależy od ilości i rodzaju produktu owsianego wprowadzanego do receptury. Dodatek otrąb owsianych oddziałuje korzystnie na wydajność pieczywa, a śruta owsiana w ilości 10 - 30 % nie zmienia wartości tej cechy. Wyniki badań własnych zamieszczone w tab. 2. wskazują, że chleby pszenne i pszenno-owsiane z udziałem 10 i 20 % śruty miały podobną wydajność, mieszczącą się w przedziale 153,0 - 153,7 %. Przy 30-procentowym udziale śruty

w mieszance obserwowano natomiast zmniejszenie wydajności pieczywa do 149,3 %. Przyczyną zmniejszenia wydajności chleba z 30-procentowym udziałem śruty owsianej mógł być zbyt duży udział części zewnętrznych ziarniaka w mące, przez co wolno chłonęła ona wodę, a ciasto w opisywanym doświadczeniu zarabiano w mieszarce fari-nografu, dodając tyle wody, by jego konsystencja po 5 min mieszenia wynosiła 250 jB. Być może taki czas mieszenia, przy zakładanej konsystencji ciasta, był zbyt krótki, aby próbka mogła związać taką ilość wody, która pozwoliłaby na uzyskanie większej wydajności pieczywa.

Preparaty enzymatyczne nie wpływały istotnie ($p \leq 0,05$) na wydajność uzyskanego chleba (151,8 % – bez udziału enzymów, 152,3 % – Bakezyme GO, 152,8 % – Gluzyme Mono). Istotne zmiany ($p \leq 0,05$) obserwowano natomiast w zależności od metody wypieku. Chleby wypieczone metodą odroczoną cechowały się istotnie większą ($p \leq 0,05$) wydajnością (153,2 %) niż uzyskane metodą tradycyjną (151,4 %). Mandala i wsp. [22] także obserwowali zwiększenie wydajności pieczywa pszenno-owsianego pod wpływem mrożenia ciasta. Uważają oni, że zwiększenie wydajności pieczywa po mrożeniu ciasta ma związek z uszkodzeniem jego składników strukturalnych przez kryształy lodu powstające podczas mrożenia.

W ocenie objętości pieczywa stwierdzono, że największą miały chleby pszenne (479 cm^3) (tab. 2). Zastąpienie 10 % mąki pszennej śrutą owsianą powodowało zmniejszenie objętości bochenka średnio o 32 cm^3 , a chleby zawierające 20 i 30 % śruty były jeszcze mniejsze (średnia objętość wynosiła odpowiednio 360 i 377 cm^3). Niekorzystny wpływ produktów owsianych na wielkość bochenków zaobserwowali również inni autorzy [5, 6, 11, 12, 14, 18]. Za przyczynę tego zjawiska uważa się zmiany w ilości i jakości glutenu po zastąpieniu części mąki pszennej produktami owsianymi. Dodatek preparatów enzymatycznych nie wpływał na objętość chleba. Uzyskane wartości średnie wahały się w przedziale od 402 cm^3 (Gluzyme Mono) do 428 cm^3 (bez udziału enzymów). Nieznacznie mniejsza objętość chlebów zawierających preparaty enzymatyczne może wskazywać na niewielkie wzmocnienie struktury glutenu wskutek oksydacyjnego działania glukooksydazy. Mrożenie ciasta powodowało znaczne zmniejszenie objętości chlebów (metoda tradycyjna – 478 cm^3 , metoda odroczonej – 349 cm^3). Inni autorzy [19, 22, 34] także wykazali niekorzystny wpływ stosowania metody odroczonego wypieku na objętość pieczywa.

Cechy tekstury spożywanych produktów mają ogromne znaczenie dla konsumentów i bardzo często są jednym z ważniejszych czynników decydujących o wyborze i zakupie danego artykułu żywnościowego. Gambuś i wsp. [12] wykazali, że użycie do wypieku chleba całościarnowej mąki owsianej w ilości do 10 % nie zmienia istotnie

Tabela 2. Cechy jakościowe chleba wypiekanego z mieszanek mąki pszennej z różnym udziałem śruty owsianej.

Table 2. Quality characteristics of bread baked of wheat flour blends with different amounts of cracked oats.

Czynniki zmienności Factors of variation		Wydajność chleba Yield of bread [%]	Objętość chleba ze 100 g mąki Volume of bread made using 100g of flour [cm ³]
Udział śruty owsianej w mieszance Percentage of cracked oats in blend [%]	0	153,0 ^a	479 ^a
	10	153,7 ^a	447 ^b
	20	153,2 ^a	360 ^c
	30	149,3 ^b	377 ^c
Preparat enzymatyczny Enzymatic preparation	bez enzymów without enzymes	151,8 ^a	428 ^a
	Bakezyme GO 1500BG	152,3 ^a	416 ^a
	Gluzyme Mono 10 000 BG	152,8 ^a	402 ^a
Metoda wypieku Method of baking	tradycyjny traditional	151,4 ^b	483 ^a
	odroczoney postponed	153,2 ^a	349 ^b

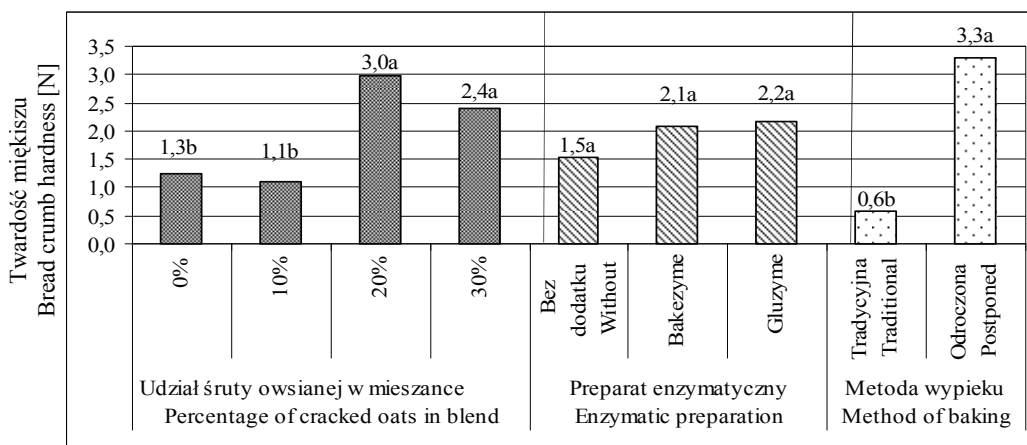
Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, – wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnie dla tego samego czynnika różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values denoted by different letters and in the column ref. to the same factor differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

twardości mięksiszu. W badaniach Gibińskiego i wsp. [14] nawet przy 25-procentowym udziale mąki owsianej (produktu ubocznego przy produkcji błonnika owsianego) pieczywo miało podobną twardość mięksiszu, jak pieczywo pszenne. Wyniki badań własnych wskazują, że mięksisz chleba pszenno-owsianego z udziałem 10 % śruty owsianej miał podobną twardość (odpowiednio 1,3 i 1,1 N) (rys. 1). Zastąpienie mąki pszennej śrutą owsianą w większych ilościach (20 i 30 %) powodowało natomiast około dwukrotne zwiększenie twardości pieczywa w odniesieniu do chleba pszenno-owsianego. Dodatek preparatów enzymatycznych nie wpływał znacząco na twardość mięksiszu. Można było jednak zauważyć tendencję zwiększenia wartości tej cechy po ich zastosowaniu. Istotnie ten wyróżnik tekstury chleba zmieniała metoda wypieku. Chleb wypiekany z ciasta poddanego mrożeniu miał niemal sześciokrotnie większą twardość mięksiszu w porównaniu z chlebem otrzymanym metodą tradycyjną (0,6 N – chleb wypiekany tradycyjnie i 3,3 N – chleb z wypieku odroczonego). Postolski i Gruda [28]

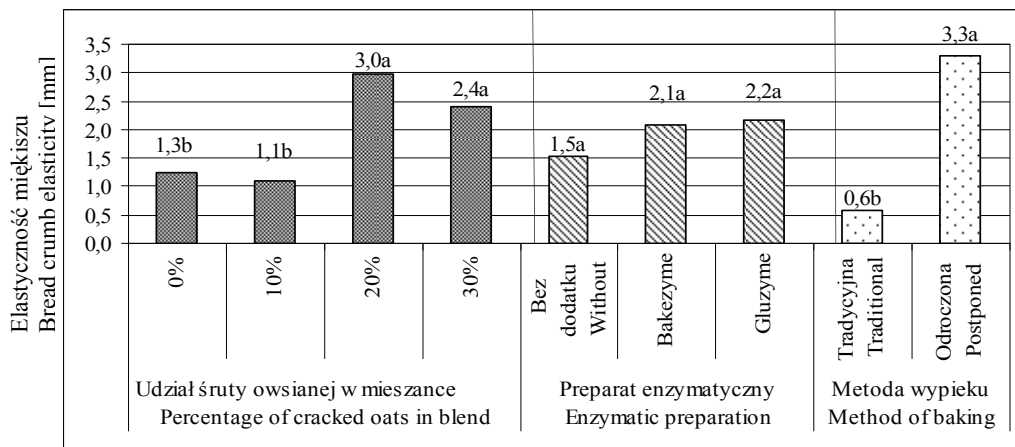
uważają, że duża twardość miększu chleba wypiekanego z ciasta mrożonego może być spowodowana zmianami, jakie zachodzą w siatce glutenowej w czasie mrożenia i rozmrażania kęsów ciasta.

Według Diowksz i wsp. [8] elastyczność miększu jest uzależniona od składu recepturowego chleba, a przede wszystkim od wprowadzanych dodatków. Dzięki i wsp. [10] wykazali niekorzystny wpływ mąki sojowej na elastyczność miększu chleba już przy zastosowaniu 2,5 % tego dodatku. W badaniach własnych obserwowano zmniejszenie elastyczności miększu pod wpływem dodatku śruty owsianej (rys. 2). Istotne obniżenie wartości tego parametru stwierdzono jednak dopiero przy 20- i 30-procentowym jej udziale. Preparaty Bakezyme GO 1500 BG i Gluzyme Mono 10 000 BG nie wywierały istotnego wpływu na elastyczność miększu pieczywa. Chleby wypieczone metodą tradycyjną miały bardziej elastyczny miększ w porównaniu z chlebami pochodzącymi z odroczonego wypieku. Zmniejszenie elastyczności ciasta, już na etapie jego rozmrażania, zauważyli Asghar i wsp. [2], badając ciasta z dodatkiem koncentratu białka serwatkowego. Obserwowane przez nich zmiany są potwierdzeniem założeń o destrukcyjnym oddziaływaniu niskich temperatur na komponenty tworzące ciasto oraz wypiekany z niego chleb.



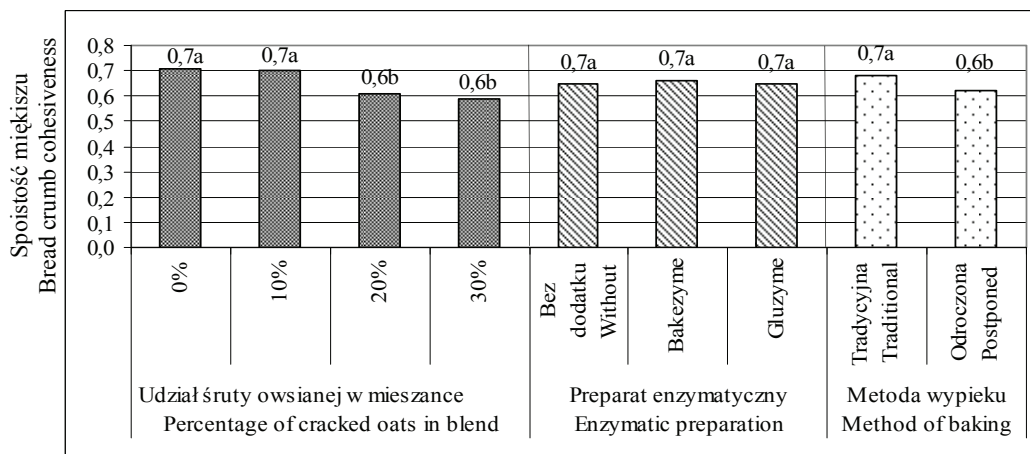
Rys. 1. Twardość miększu chleba wypiekanego z mieszanek mąki pszennej z różnym udziałem śruty owsianej (a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami dla tego samego czynnika różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$).

Fig. 1. Crumb hardness of bread baked from wheat flour blends with varying participation oat ground (a-b – mean values denoted by different letters and ref. to the same factor differ statistically significantly at $p \leq 0.05$).



Rys. 2. Elastyczność miękiszu chleba wypiekanego z mieszanek mąki pszennej z różnym udziałem śrutki owsianej (a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami dla tego samego czynnika różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$).

Fig. 2. Crumb elasticity of bread baked using wheat flour blends with varying amounts of cracked oats (a, b – mean values denoted by different letters and ref. to the same factor differ statistically significantly at $p \leq 0.05$).



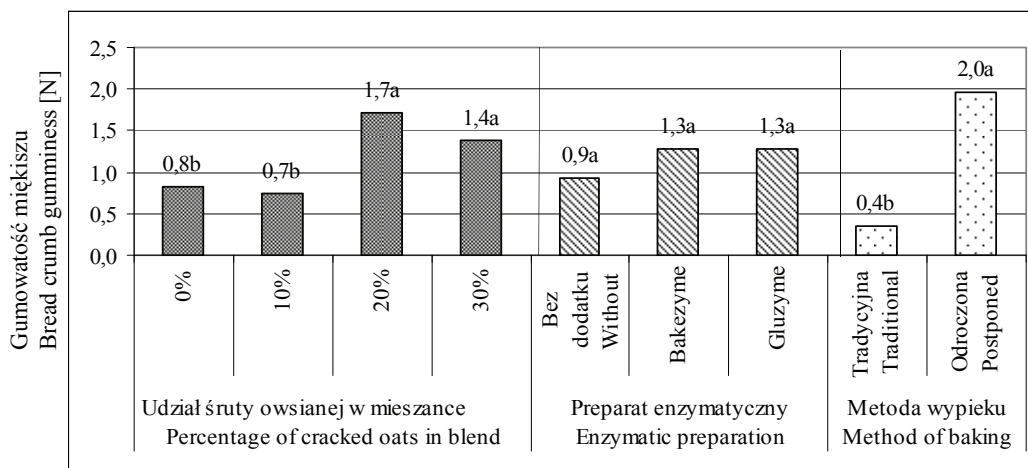
Rys. 3. Spoistość miękiszu chleba wypiekanego z mieszanek mąki pszennej z różnym udziałem śrutki owsianej (a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami dla tego samego czynnika różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$).

Fig. 3. Crumb cohesiveness of bread baked using wheat flour blends with varying amounts of cracked oats (a, b – mean values denoted by different letters and ref. to the same factor differ statistically significantly at $p \leq 0.05$).

Badania Różyło [32], z wykorzystaniem mąki owsianej jako zamiennika mąki pszennej, wskazują, że produkt ten już w ilości 10 % wpływa na zmniejszenie spoisto-

ści mięksiszu chleba. Na podstawie przeprowadzonych badań własnych stwierdzono, że wzrost ilości śruty owsianej także wpłynął na zmniejszenie spoistości mięksiszu chleba, przy czym istotne zmiany zachodziły przy udziale większym niż 10 % (rys. 3). Obserwowano także niekorzystne oddziaływanie mrożenia ciasta na tę cechę. Preparaty enzymatyczne zawierające oksydazę glukozową nie zmieniały tej cechy chleba w stosunku do chleba bez preparatów.

Gumowatość badanych chlebów zależała od udziału śruty owsianej i metody ich wypieku (rys. 4). Oceniając wpływ udziału śruty owsianej w mieszance stwierdzono, że najwyższą wartością tego parametru charakteryzował się chleb z 20- i 30-procentowym udziałem śruty owsianej (odpowiednio: 1,7 N i 1,4 N). Gumowatość mięksiszu chleba pszennego i zawierającego 10 % śruty wynosiła odpowiednio: 0,8 N i 0,7 N. Wzrost gumowatości mięksiszu po zastąpieniu mąki pszennej mąką lub śrutą owsianą obserwowała także Różyło [32], która stwierdziła, że już 5-procentowy dodatek tych produktów prowadzi do zwiększenia wartości tego parametru tekstury chleba. Gumowatość mięksiszu chleba otrzymanego metodą odroczonego wypieku była ponad pięciokrotnie wyższa niż chleba wypiekanego tradycyjnie (odpowiednio: 2,0 i 0,4 N) (rys. 4). Pozostaje to w zgodzie z wynikami uzyskanymi przez Asghara i wsp. [2], którzy zauważyli, że ujemne temperatury powodują znaczny wzrost gumowatości rozmrożonych kęsów ciasta. W badaniach własnych stwierdzono ponadto, że różnice

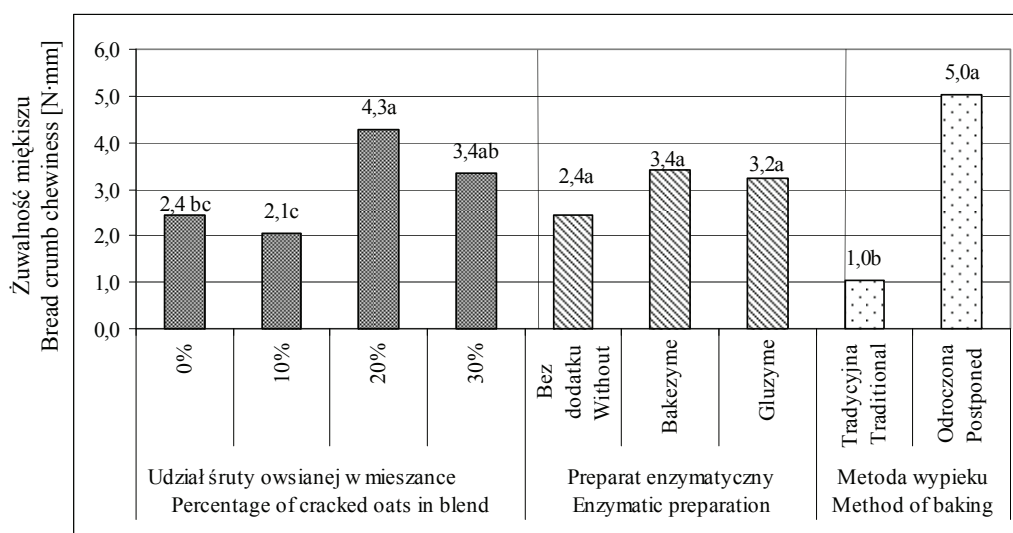


Rys. 4. Gumowatość mięksiszu chleba wypiekanego z mieszanek mąki pszennej z różnym udziałem śruty owsianej (a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami dla tego samego czynnika różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$).

Fig. 4. Crumb gumminess of bread baked using wheat flour blends with varying amounts of cracked oats (a, b – mean values denoted by different letters and ref. to the same factor differ statistically significantly at $p \leq 0,05$).

między gumowością chleba bez preparatów enzymatycznych i z ich dodatkiem były statystycznie nieistotne (rys. 4). Widoczna była jednak tendencja zwiększania tej cechy po ich dodaniu.

Po przeanalizowaniu wpływu udziału śruty owsianej na żuwalność miększu stwierdzono, że wielkość tego parametru w chlebie pszennym oraz w chlebach z 10-procentowym udziałem śruty owsianej była statystycznie nieistotna ($p \leq 0,05$) (2,4 N·mm; 2,1 N·mm) (rys. 5). Największą żuwalnością cechowało się pieczywo z 20-procentowym udziałem śruty owsianej (4,3 N·mm). Nie stwierdzono istotnych zmian żuwalności miększu przy stosowaniu preparatów Bakezyme GO 1500 BG i Gluzyme Mono 10 000BG. Mrożenie ciasta przed wypiekiem przyczyniło się natomiast do znacznego wzrostu żuwalności miększu w porównaniu z chlebem wypieczonym w sposób tradycyjny. Przeciętna wartość tego wyróżnika tekstury chlebów z wypieku odroczonego wynosiła 5,0 N·mm, a chlebów wytworzonych tradycyjnie – 1,0 N·mm.



Rys. 5. Żuwalność miększu chleba wypiekanego z mieszanki mąki pszennej z różnym udziałem śrut owsianej (a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami dla tego samego czynnika różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$).

Fig. 5. Crumb chewiness of bread baked using wheat flour blends with varying amounts of cracked oats (a, b – mean values denoted by different letters and ref. to the same factor differ statistically significantly at $p \leq 0.05$).

Wnioski

1. Mąka pszenna cechowała się dobrymi właściwościami wypiekowymi. Częściowe zastąpienie jej śrutą owsianą spowodowało wzrost zawartości białka oraz zmniejszenie ilości skrobi, wydajności glutenu i liczby sedymentacji w mieszankach.
2. Zastosowanie śruty owsianej z ziarna owsa nagiego jako zamiennika mąki pszennej wpłynęło na zmniejszenie objętości bochenków, wzrost twardości i gumowatości oraz obniżenie elastyczności i spoistości mięksizu chleba. Tylko mięksiz chleba z 10-procentowym udziałem śruty owsianej miał podobne parametry tekstury jak chleb pszenny.
3. Nie stwierdzono istotnych zmian wydajności, objętości i właściwości tekstury mięksizu badanych chlebów pod wpływem dodatku preparatów enzymatycznych Bakezyme GO 1500 BG oraz Gluzyme Mono 10 000 BG. Zauważono tylko tendencję wzrostu twardości, gumowatości i żuwalności mięksizu po ich zastosowaniu.
4. Mrożenie ciasta stosowane w wypieku odroczone poprawiało wydajność chleba, natomiast bardzo niekorzystnie oddziaływało na jego objętość i strukturę mięksizu. Powodowało ono kilkukrotne zwiększenie twardości, gumowatości i żuwalności mięksizu oraz zmniejszenie jego elastyczności i spoistości w porównaniu z mięksizem chleba uzyskanego metodą tradycyjną.

Badania i publikacja finansowana ze środków przyznanych na badania własne prowadzone w Katedrze Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – umowa NoŻ/312/2012/SC).

Literatura

- [1] Aja S., Wang J., Rosell C.M.: Improvement of cereal protein network through enzyme treatment. In: Recent advances in enzymes in grain processing. Eds. C.M. Courtin, W.S. Veraverbeke, J.A. Delcour. Leuven, Belgium, 2003, pp. 101-106.
- [2] Asghar A., Anjum F.M., Allen J.C., Rasool G., Sheikh M.A.: Effect of modified whey protein concentrates on instrumental texture analysis of frozen dough. Pakistan J. Nutr., 2009, **8** (2), 189-193.
- [3] Axford D.W.E., Mc Detmott E.E., Retman D.G.: Note on the sodium dodecyl sulfate test of bread-making quality. Comparison with Pelshenke and Zeleny test. Cereal Chem., 1979, **56** (6), 582-584.
- [4] Ciołek A., Makarska E., Makarski B.: Zawartość wybranych składników żywieniowych w ziarnie owsa czarnego i żółtoziarnistego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **3** (58), 80-88.
- [5] Czubaszek A.: Charakterystyka technologiczna mieszanek mąki pszennej z produktami przemiału owsa. Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu, Rozprawy CCL III. Wrocław 2008, 564.
- [6] Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z.: Effects of wheat flour supplementation with oat products on dough and bread quality. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2005, **14/55**(3), 281-286.
- [7] Dadas A.: Enzymy bez których nie ma ani chleba ani bułeczek. Przegl. Piek. i Cuk., 2009, **7**, 9-7.
- [8] Diowksa A., Sucharzewska D., Ambroziak W.: Wpływ składu mieszanek skrobiowych na właściwości chleba bezglutenowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **2** (57), 40-50.
- [9] Dvančová D., Havrelentová M., Hlinková A., Holzár P.: Effect of fertilization and variety on the β -glucan content in the grain of oats. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, **3** (70), 108-116.

- [10] Dżiki D., Siastała M., Laskowski J.: Zmiany właściwości fizycznych pieczywa pszennego pod wpływem dodatku mąki sojowej. *Acta Agrophysica*, 2010, **15** (1), 91-100.
- [11] Gambuś H., Pisulewska E., Gambuś F.: Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 283-290.
- [12] Gambuś H., Gambuś F., Pisulewska E.: Całoziarnowa mąka owsiana jako źródło składników dietetycznych w chlebach pszennych. *Biul. IHAR.*, 2006, **239**, 259-267.
- [13] Giannou V., Tzia C.: Frozen dough bread: quality and textural behavior during prolonged storage – prediction of final product characteristics. *J. Food. Eng.*, 2007, **79** (3), 929-934.
- [14] Gibiński M., Gambuś H., Nowakowski K., Mickowska B., Pastuszka D., Augustyn G., Sabat R.: Wykorzystanie mąki owsianej – produktu ubocznego przy produkcji koncentratu z owsa – w piekarstwie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **3** (70), 56-75.
- [15] Hanft F., Koehler P.: Studies on the effect of glucose oxidase in bread making. *J. Sci. Food Agric.*, 2006, **86** (11), 1699-1704.
- [16] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW – AR, Warszawa 1983.
- [17] Karolini-Skaradzińska Z., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Żmijewski M., Czubaszek A.: Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **2** (27), 68-77.
- [18] Kawka A., Kroll T.: Wpływ otrąb owsianych na jakość ciasta i pieczywa pszennego. *Biul. IHAR*, 2006, **239**, 237-245.
- [19] Kot M.: Technologia odroczonego wypieku pieczywa z zastosowaniem spowalniania fermentacji keśów ciasta (cz. I). *Przeł. Piek. Cuk*, 2008, **3**, 42-46.
- [20] Korus J., Achremowicz B.: Zastosowanie preparatów błonnikowych różnego pochodzenia jako dodatków do wypieku chlebów bezglutenowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1** (38), 65-73.
- [21] Lange E.: Produkty owsiane jako żywność funkcjonalna. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **3** (70), 7-24.
- [22] Mandala I., Polaki A., Yanniotis S.: Influence of frozen storage on bread enriched with different ingredients. *J. Food Eng.*, 2009, **92**, 137-145.
- [23] Piątkowska E., Witkiewicz R., Pisulewska E.: Właściwości antyoksydacyjne wybranych odmian owsa siewnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **3** (70), 100-107.
- [24] PN-A-74022. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
- [25] PN-77/A-74041. Oznaczenie ilości i jakości glutenu.
- [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 3093:2010. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- [28] Postolski J., Gruda Z.: Zamrażanie żywności. WNT, Warszawa 1995.
- [29] Popper L.: Verfahren zur Herstellung von laminiertem Teig, Sulfhydryl- Oxidase enthaltend. *Getreidetechnologie*, 2009, **1**, 10.
- [30] Poulsen C., Hostrup P.B.: Purification and characterization of a hexose oxidase with excellent strengthening effects in bread. *Cereal Chem.*, 1998, **75**, 51-57.
- [31] Rosell C.M., Wang S., Aja S., Bean S., Lookhart G.: Wheat flour proteins as affected by transglutaminase and glucose oxidase. *Cereal Chem.*, 2003, **80**, 52-55.
- [32] Różyło R.: Zmiany cech tekstury miększu chleba pszennego pod wpływem dodatku produktów z owsa. *Acta Agrophysica*, 2007, **10** (3), 667-676.

- [33] Salmenkallio-Marttila M., Roininen K., Autio K., Lähteenmäki L.: Effects of gluten and transglutaminase on microstructure, sensory characteristics and instrumental texture of oat bread. *J. Agric. Food Sci.*, 2004, **13**, 138-150.
- [34] Sobczyk M.: Wpływ mrożenia międzyproduktów piekarskich na jakość gotowego wyrobu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2 (47) Supl.**, 314-324.
- [35] Sobczyk M., Malon A.: Wpływ czasu zapiekania na jakość bułek kajzerek w technologii odroczonego wypieku. *Nauka Przynr. Technol.*, 2009, **3, 4**, 1-10.

EFFECT OF ENZYMATIC PREPARATIONS AND BAKING METHODS ON SELECTED PARAMETERS OF WHEAT-OAT BREAD

S u m m a r y

The objective of the study was to assess the changes in quality parameters of bread, produced of blends of wheat flour with different amounts of cracked oats, which were induced by the addition of enzymatic preparations and the baking method. In the experiment, wheat flour of 650 type and the blends of wheat flour and cracked oats were used. The percentage of cracked oats in the blend was 10, 20, or 30 %. Two enzymatic preparations were applied: Bakezyme GO 1500 BG and Gluzyme Mono 10 000 BG with oxidizing properties. In the wheat flour and wheat-oat blends, the following was determined: total content of protein and starch, yield of wet gluten, sedimentation value, and falling number. The bread dough was made using a single-phase method. The bread was baked using two methods: a traditional method and a postponed baking method, where pieces of dough were frozen. The yield and volume of bread baked were estimated. Mechanical properties of crumb were determined by an INSTRON 5544 apparatus (TPA test). It was proved that the increase in the amount of cracked oats in the wheat flour caused the content of total protein to increase, and the content of starch, the yield of gluten, and the sedimentation value to decrease. The addition of cracked oats as a wheat flour supplement, its quantity being 20 and 30 %, caused the loaf volume to decrease significantly, and the hardness, gumminess, and crumb cohesiveness to increase. The addition of enzyme preparations did not result in any significant changes in the analyzed parameters of the bread quality. The bread baked acc. to the delayed baking method was characterized by a lower loaf volume, a lower elasticity and cohesiveness of crump; however, this bread showed a higher baking efficiency, and its hardness, gumminess, and chewiness were also higher compared to the bread baked in a traditional way.

Key words: bread, cracked oats, enzymatic preparations, postponed baking, crumb texture ☒