

ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, ANNA CZUBASZEK, MAŁGORZATA
STANISŁAWSKA, PAWEŁ SZEWCÓW

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI WYPIEKOWYCH MĄKI PSZENNEJ POD WPLYWEM DODATKU MALTODEKSTRYN

Streszczenie

Celem badań było określenie zmian zachodzących we właściwościach kleiku mącznego, ciasta i pieczywa pszennego pod wpływem dodatku maltodekstryn.

Materiał badawczy stanowiły handlowe mąki pszenne (typu 550 i 750) oraz maltodekstryny niskoscukrzone (DE = 9,4) i średnioskuczzone (DE= 16,8). Maltodekstryny dodawano w ilości: 1, 2, 3 i 4 % w stosunku do naważki mąki. Jakość mąki pszennej oceniono na podstawie zawartości białka ogółem, wydajności glutenu i jego rozplywalności oraz wskaźnika sedymentacyjnego. W mące pszennej bez i z dodatkiem maltodekstryn wykonano oznaczenie liczby opadania. Próbkę poddano również ocenie amylograficznej, farinograficznej i ekstensograficznej oraz wykonano laboratoryjny wypiek chleba metodą jednofazową. Użyte mąki pszenne cechowały się dobrą wartością wypiekową. Pod wpływem dodatku maltodekstryn obserwowano tendencję zmniejszenia maksymalnej lepkości kleików mącznych. Przyczyniały się one do zmniejszenia wodochłonności mąki oraz wydłużenia czasu rozwoju i stałości ciasta, co świadczyło o wzmocnieniu jego wytrzymałości na obróbkę mechaniczną. Dodatek maltodekstryn powodował także uplastycznienie ciasta wyrażające się zwiększeniem rozciągliwości oraz zmniejszeniem maksymalnego oporu na rozciąganie. Zastosowanie 1 - 4 % dodatku maltodekstryn do mąki pszennej, zwłaszcza maltodekstryn średnioskuczonych do mąki typu 550 o niskiej aktywności amylolitycznej, spowodowało zwiększenie objętości pieczywa. Pod wpływem stosowanych dodatków maltodekstryn nie ulegała zmianom wydajność chleba. Obserwowano natomiast tendencję zmniejszania porowatości miękiszu.

Słowa kluczowe: maltodekstryny, mąka pszenna, kleiki mączne, ciasto, chleb

Wprowadzenie

Maltodekstryny to produkty otrzymane podczas enzymatycznej, niepełnej hydrolyzy skrobi. Zawierają one cukry o dużej masie cząsteczkowej, których właściwości zależą od równoważnika glukozy DE. Równoważnik ten jest definiowany jako stosunek zawartości cukrów redukujących do całkowitej zawartości cukrów. Rozróżnia

*Dr inż. Z. Karolini-Skaradzińska, dr hab. A. Czubaszek, mgr inż. M. Stanisławska, mgr inż. P. Szewców,
Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we
Wrocławiu, ul. J. Chelmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław*

się maltodekstryny niskoscukrzone (DE = 7 - 10), średnioscukrzone (DE = 14 - 22) i wysokoscukrzone (DE = 23 - 35) [28]. Maltodekstryny mogą być produkowane z różnych skrobi przy użyciu enzymów różnego typu [8, 25]. W zależności od botanicznego pochodzenia skrobi, sposobu jej przygotowania, rodzaju zastosowanych enzymów oraz czasu ich działania otrzymane maltodekstryny, nawet te o takim samym równoważniku glukozowym, mogą różnić się składem cząsteczkowym i właściwościami reologicznymi. Substancje te mają działanie żelotwórcze, emulgujące, stabilizujące, spulchniające i wypełniające. Zwiększają one lepkość cieczy, korzystnie wpływają na zachowanie barwy mrożonych owoców i hamują tworzenie się kryształków lodu, wiążą zapachy oraz intensyfikują właściwości smakowe. Są łatwo przyswajalne przez organizm człowieka i wykazują właściwości prebiotyczne [3, 7, 26]. Z tych względów maltodekstryny znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym. Używane są do produkcji przetworów mięsnych i mleczarskich, mrożonych deserów, budyniu, napojów, likierów, chrupiek ziemniaczanych oraz żywności dla dzieci, a także jako zamienniki tłuszczu. W ciastkarstwie, do produkcji biszkoptów czy herbatników, wykorzystywane są jako składnik recepturowy, który reguluje lepkość ciasta, wpływa na porowatość i kruchość końcowego wyrobu, zapobiega nadmiernemu wysychaniu oraz wydłuża okres przydatności do spożycia [2, 4, 9, 12, 24].

W literaturze fachowej niewiele jest informacji dotyczących stosowania maltodekstryn w produkcji pieczywa, a także ich oddziaływania na właściwości wypiekowe mąki. W związku z tym podjęto badania, których celem było określenie wpływu dodatku maltodekstryn na właściwości kleiku mącznego, cechy reologiczne ciasta oraz jakość chleba pszennego.

Material i metody badań

Materiał badawczy stanowiły: handlowa mąka pszenna typu 550 i 750 oraz 2 rodzaje maltodekstryn. Używano maltodekstryny niskoscukrzone (DE = 9,4) i średnioscukrzone (DE = 16,8), wyprodukowane ze skrobi ziemniaczanej przez Przedsiębiorstwo Przemysłu Spożywczego PEPEES S.A. w Łomży. Maltodekstryny dodawano w ilości: 1, 2, 3 i 4 % w stosunku do naważki mąki pszennej. Próbkę kontrolną stanowiła mąka pszenna (0 % dodatku). Układ doświadczenia powtórzono dwukrotnie.

W mące pszennej typu 550 i 750 określano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla (N x 5,7) [18], wydajność glutenu i jego rozplywalność [13] oraz wskaźnik sedymentacyjny wg Zeleny'ego [20]. W mąkach pszennych bez i z dodatkiem maltodekstryn wykonywano oznaczenia: liczby opadania wg Hagberga-Pertena [19], cech amylograficznych [14], farinograficznych [15] oraz ekstensograficznych [16]. Laboratoryjny wypiek chleba z ciasta prowadzonego metodą jednofazową wykonywano w sposób opisany przez Karolini-Skaradzińską i wsp. [6]. Współczynnik porowatości miękiszu określano na podstawie skali Dallmanna [5].

Uzyskane wyniki cech amylograficznych, farinograficznych i wypieku laboratoryjnego opracowano statystycznie wykonując trójczynnikiem analizę wariancji, gdzie źródłem zmienności były: rodzaj maltodekstryn, ich dodatek ilościowy, typ mąki pszennej oraz interakcje pomiędzy tymi czynnikami. Wartości cech ekstensograficznych poddano natomiast czteroczynnikowej analizie wariancji, w której oceniono wpływ następujących zmiennych: rodzaj maltodekstryn, ich dodatek ilościowy, typ mąki pszennej i czas fermentacji. Istotność różnic wartości średnich wyceniano testem Duncana na poziomie istotności $p = 0,05$. Do obliczeń wykorzystano program Statgraphics v 6,0 plus.

Wyniki i dyskusja

Chlebowa mąka pszenna o dobrej wartości wypiekowej powinna cechować się zawartością białka na poziomie 11 - 14 %, wydajnością glutenu mokrego powyżej 25 %, wodochłonnością w granicach 51 - 59 %, czasem stałości ciasta w zakresie od 1 do 4 min i rozmiękczeniem ciasta po 12 min mieszania wynoszącym 40 - 150 j.B. [17, 22, 23]. Ważny dla wartości wypiekowej mąki jest również poziom aktywności enzymów amylolitycznych, który określa się na podstawie oznaczenia liczby opadania. Aktywność amylaz mąki pszennej jest za wysoka, gdy liczba opadania przyjmuje wartości poniżej 200 s, a za niska przy wartościach powyżej 300 s [22]. Oznaczona amylograficznie lepkość kleiku wskazuje na optymalne właściwości układu amylazowo-skrobiowego mąki pszennej przeznaczonej do wypieku pieczywa, gdy kształtuje się na poziomie około 500 j.B. [5].

Użyta w badaniach mąka pszenna typu 550 zawierała 11,1 % białka ogółem, a mąka typu 750 – 11,9 % (tab. 1). Obie mąki cechowały się odpowiednią wydajnością glutenu (27 % – typ 550 i 30,5 % – typ 750). Gluten mąki typu 550 miał nieznacznie mniejszą rozplywalność (4 mm) niż gluten wymyty z mąki typu 750 (5,5 mm). Mąka typu 550, w porównaniu z mąką typu 750, charakteryzowała się mniejszą zdolnością pęcznienia cząstek mąki w środowisku kwaśnym określoną na podstawie wskaźnika sedymentacyjnego i wodochłonnością oraz krótszym czasem rozwoju ciasta. Biorąc pod uwagę te cechy jakościowe obu mąk pszennych można uznać, że odznaczały się one dobrą wartością wypiekową. Mąka typu 550 odznaczała się jednak gorszymi właściwościami układu skrobiowo-amylazowego niż mąka typu 750, na co wskazuje wysoka liczba opadania i lepkość kleiku mącznego.

Tabela 1

Cechy jakościowe mąki pszennej.
Quality parameters of wheat flour.

Cechy / Parameters	Typ mąki / Type of flour	
	550	750
Zawartość białka ogółem [%] Total protein content	11,1	11,9
Wydajność glutenu mokrego [%] Wet gluten yield	27,0	30,5
Rozpływalność glutenu [mm] Deliquescence of gluten	4,0	5,5
Wskaźnik sedymentacyjny [cm ³] Sedimentation index	29,0	33,5
Wodochłonność mąki [%] Water absorption of flour	55,5	59,2
Czas rozwoju ciasta [min] Dough development time	1,8	3,3
Liczba opadania [s] Falling number	402	304
Maksymalna lepkość [AU] Maximum viscosity	1250	390

Tabela 2

Średnie wartości liczby opadania i cech amylograficznych mąki pszennej z dodatkiem maltodekstryn.
Mean values of falling number and amylographic properties of wheat flour with maltodextrins added.

Czynniki Factors	Liczba opadania Falling number [s]	Temperatura początkowa kleikowania Initial temperature of gelation [°C]	Temperatura końcowa kleikowania Final temperature of gelation [°C]	Maksymalna lepkość Maximum viscosity [AU]
Dodatek maltodekstryn / Maltodextrins added [%]				
0	362a	57,4 a	82,0 a	818a
1	364 a	57,7 a	83,5 a	807 ab
2	355 a	58,2 a	83,3 a	795 abc
3	346 a	58,6 a	84,1 a	779 bc
4	353 a	59,1 a	83,3 a	768 c
Rodzaj maltodekstryn / Type of maltodextrins				
niskosukrzane low-saccharified	354 a	57,8 a	83,1 a	790 a
średniosukrzane mean-saccharified	350 a	58,6 a	83,3 a	796 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodne według testu Duncana przy $p = 0,05$ / homogenous groups according to Duncan's test ($p = 0.05$).

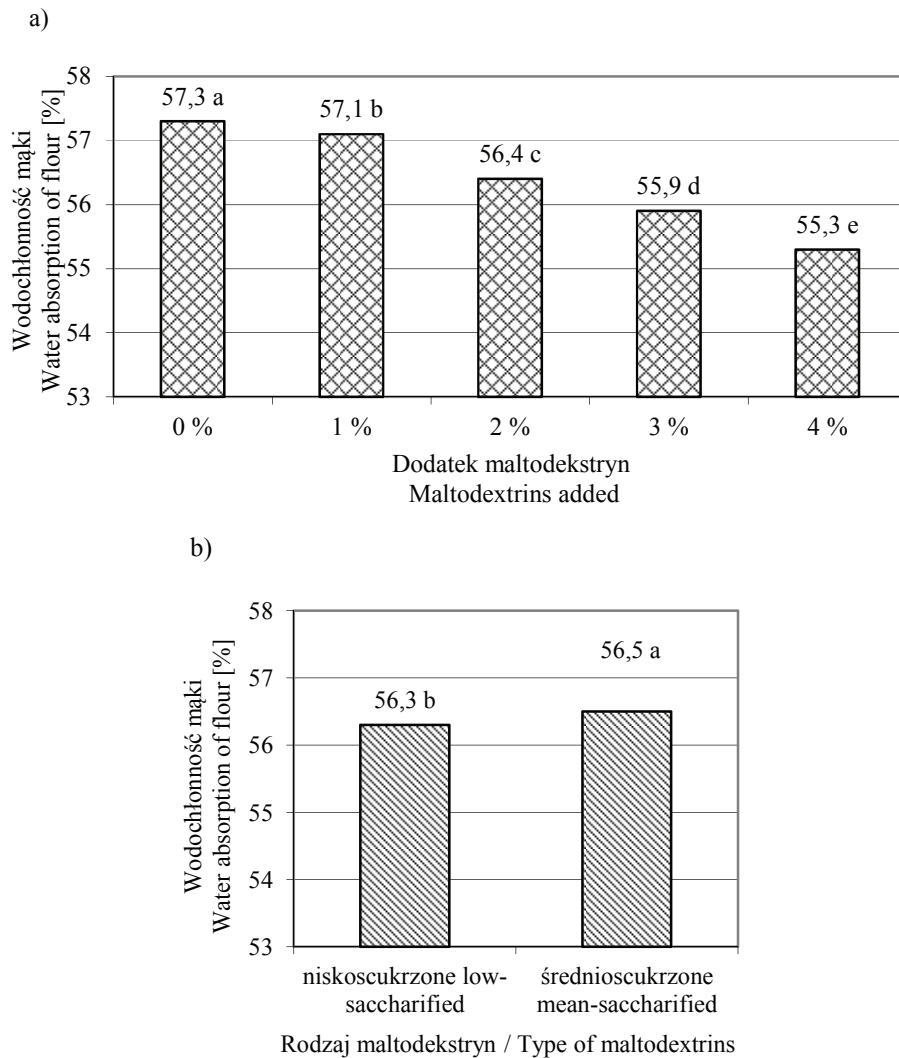
Przeprowadzone badania wykazały, że rodzaj i ilość dodanych maltodekstryn nie wpłynęły na liczbę opadania oraz początkową i końcową temperaturę kleikowania (tab. 2). Średnie wartości liczby opadania próbek zawierających maltodekstryny wahały się w zakresie 350 - 364 s. Początek procesu kleikowania następował w temp. 57,4 - 59,1 °C, a kończył przy 82,0 - 84,1 °C. Zaobserwowano natomiast statystycznie istotne, lecz niemające znaczenia technologicznego, zmniejszenie maksymalnej lepkości kleików pod wpływem 3 i 4 % dodatku maltodekstryn. Średnia wartość tej cechy w mące pszennej wynosiła 818 AU i obniżała się do 779 i 768 AU odpowiednio w próbkach z 3 i 4 % dodatkiem maltodekstryn. Według Dokic i wsp. [1] lepkość roztworów maltodekstryn zmniejsza się wraz z rosnącą wartością DE, a Witczak i wsp. [27] wykazali, że lepkość kleików z mieszanek chleba bezglutenowego w skład, których wchodzi maltodekstryny zmniejsza się pod wpływem wzrostu ich udziału w mieszance (5 - 15 %) i zwiększeniem DE (3,6 - 21,8). W badaniach własnych nie stwierdzono istotności zróżnicowania wartości średnich maksymalnej lepkości kleików mącznych otrzymanych z próbek zawierających maltodekstryny nisko- i średniosukrzonne. Przepuszczalnie stosowany dodatek maltodekstryn był zbyt mały by znacząco zmienić właściwości układu skrobiowo-amylazowego badanych próbek.

Dodatki technologiczne stosowane w piekarstwie mogą wzmacniać lub osłabiać strukturę glutenową występującą w cieście pszennym. W badaniach własnych do oceny zmian zachodzących pod wpływem dodatku maltodekstryn posłużono się farinografem i ekstensografem Brabendera.

Wyniki zamieszczone na rys. 1. dowodzą, że w miarę zwiększania dodatku maltodekstryn sukcesywnemu zmniejszeniu ulegała wodorochłonność mąki. Przy 2 % dodatku maltodekstryn odnotowano zmniejszenie chłonięcia wody o 0,9 %, a przy 4 % ilość pochłoniętej wody była mniejsza o 2 % w porównaniu z próbką kontrolną.

Pod wpływem zwiększającego się dodatku maltodekstryn wydłużał się czas rozwoju ciasta. W próbkach zawierających 4 % maltodekstryn nisko- i średniosukrzonych był o 1,8 min dłuższy w stosunku do ciasta kontrolnego (2,5 min) (tab. 3). Próbki zawierające 1 i 2 % niskosukrzonych maltodekstryn (odpowiednio 3,5 i 4,2 min) odznaczały się dłuższym czasem rozwoju w porównaniu z próbkami, do których dodano maltodekstryny średniosukrzonne (odpowiednio 2,9 i 3,1 min). Przy większych ilościach tych substancji (3 i 4 %) wartości omawianej cechy były podobne.

Stażność ciasta pszennego średnio wynosiła 4,4 min, a po dodaniu maltodekstryn ulegała sukcesywnemu zwiększeniu (tab. 4). Istotną różnicę stwierdzono po zastosowaniu 3 i 4 % maltodekstryn (średnie odpowiednio 6,4 i 7,0 min). Rozmiękczenie ciasta i liczba jakości nie zmieniały się istotnie pod wpływem stosowanych dodatków maltodekstryn. Niemniej jednak zaobserwowano tendencję zmniejszania rozmiękczenia ciasta i zwiększania liczby jakości. Zmiany te należy uznać za korzystne, ponieważ ciasto o rozmiękczeniu mniejszym niż 75 FU jest uważane za odpowiednie do



Rys. 1. Średnie wartości wodochłonności mąki pszennej: a) z różnym dodatkiem maltodekstryn, b) z różnym rodzajem maltodekstryn. Małe litery przy wartościach oznaczają grupy jednorodnie wyznaczone testem Duncana ($p = 0,05$).

Fig. 1. Mean values of water absorption of wheat flour: a) with different addition of maltodextrins, b) with different types of maltodextrins. Lowercase letters at values represent homogeneous groups determined using Duncan's test ($p = 0.05$).

wypieku chleba [10]. Porównując oddziaływanie maltodekstryn nisko- i średnioscukrzonych nie stwierdzono różnic pomiędzy wartościami stałości, rozmiękczenia i liczby jakości w ciastach zawierających dwa rodzaje maltodekstryn (tab. 4). Uzyskane

wyniki oceny farinograficznej są potwierdzeniem wcześniejszych badań przeprowadzonych przez Miyazaki i wsp. [11]. Wymienieni autorzy stwierdzili wzrost wodochłonności mąki i wydłużenie czasu stałości ciasta pod wpływem 2,5 oraz 7,5 % dodatku maltodekstryn otrzymanych ze skrobi kukurydzianej i tapiokowej, a także zwiększenie chłonięcia wody i wydłużenie czasu rozwoju ciast przy zastosowaniu maltodekstryn o DE zwiększającym się od 3 do 40.

Tabela 3

Średnie wartości rozwoju ciasta pszennego z dodatkiem maltodekstryn [min].
Mean values of wheat dough development with maltodextrins added [min].

Dodatek maltodekstryn Maltodextrins added [%]	Rodzaj maltodekstryn / Type of maltodextrins	
	Niskoscukrzzone Low-saccharified	Średnioskukrzzone Mean-saccharified
0%	2,5 c ^A	2,5 c ^A
1%	3,5 b ^A	2,9 bc ^B
2%	4,2 a ^A	3,1 b ^B
3%	3,9 ab ^A	3,9 a ^A
4%	4,3 a ^A	4,3 a ^A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodne według testu Duncana przy $p = 0,05$ w kolumnach / homogenous groups according to Duncan's test ($p = 0,05$) in columns; A, B – grupy jednorodne według testu Duncana przy $p = 0,05$ w wierszach / homogenous groups according to Duncan's test ($p = 0,05$) in rows.

Tabela 4

Średnie wartości cech farinograficznych mąki pszennej z dodatkiem maltodekstryn.
Mean values of farinographic properties of wheat flour with maltodextrins added.

Czynniki Factors	Stażność ciasta Dough stability [min]	Rozmięczenie Dough softening [FU]	Liczba jakości Quality number [mm]
Dodatek maltodekstryn / Maltodextrins added [%]			
0	4,4 c	90 a	60 a
1	5,2 bc	78 a	70 a
2	5,4 bc	83 a	74 a
3	6,4 ab	79 a	81 a
4	7,0 a	73 a	89 a
Rodzaj maltodekstryn / Type of maltodextrins			
niskoscukrzzone low-saccharified	5,7 a	80 a	75 a
średnioskukrzzone mean-saccharified	5,7 a	81 a	75 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodne według testu Duncana ($p = 0,05$) / homogenous groups according to Duncan's test ($p = 0,05$).

Tabela 5

Średnie wartości cech ekstensograficznych ciasta pszennego z dodatkiem maltodekstryn.
Mean values of extensigraphic properties of wheat dough with maltodextrins added.

Czynniki Factors	Maksymalny opór ciasta Maximum resistance of dough [EU]	Rozciągliwość ciasta Extensibility of dough [mm]	Energia ciasta Dough energy [cm ²]	Współczynnik ekstensograficzny Extensigraphic index [EU/mm]
Dodatek maltodekstryn / Maltodextrins added [%]				
0	656 a	153 c	124,6 a	4,4 a
1	504 c	176 ab	117,2 b	2,7 b
2	508 c	174 ab	116,9 b	2,8 b
3	534 b	173 b	120,4 b	2,9 b
4	494 c	180 a	119,9 b	2,7 b
Rodzaj maltodekstryn / Type of maltodextrins				
niskoscukrzone low-saccharified	523 a	174 a	118,5 a	2,9 b
średnoscukrzone mean-saccharified	555 a	168 b	121,1 a	3,3 a
Czas fermentacji / Fermentation time [min]				
45	453 b	188 a	117,2 a	2,3 b
90	563 a	165 b	119,4 a	3,3 a
135	602 a	160 b	122,9 a	3,7 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodnie według testu Duncana przy $p = 0,05$ w kolumnach / homogenous groups according to Duncan's test ($p = 0.05$) in columns.

Mailhot i Patron [10] uważają, że z mąki odpowiedniej do wypieku chleba powstaje ciasto, które w ocenie ekstensograficznej charakteryzuje się oporem podczas rozciągania wynoszącym powyżej 500 EU. W badaniach własnych, z mąk pszennych uzyskiwano ciasta o średnim maksymalnym oporze wynoszącym 656 EU (tab. 5), co świadczy o ich dobrej wartości wypiekowej. Pod wpływem maltodekstryn następowało zmniejszenie wartości tej cechy, oscylowała ona w granicach 500 EU. Nie stwierdzono istotnych różnic w oddziaływaniu stosowanych rodzajów maltodekstryn na wartości maksymalnego oporu.

Dodatek maltodekstryn do ciasta pszennego zwiększał jego zdolność do rozciągania. Ciasta pszenne cechowały się rozciągliwością na poziomie 153 mm, a ciasta zawierające 1 - 4 % maltodekstryn uzyskiwały wartości tej cechy w zakresie od 173 do 180 mm (tab. 5). Wykazano również, że bardziej rozciągliwe były ciasta z maltodekstrynami niskoscukrzonymi (174 mm) niż te z maltodekstrynami średnoscukrzonymi (168 mm). Według Mailhota i Pattona [10] rozciągliwość ciasta powinna wyno-

się co najmniej 120 mm, a zadowalająca jest wtedy, gdy mieści się w zakresie 140 - 220 mm. Na tej podstawie można sądzić, że dodatek maltodekstryn wpływał na podwyższenie jakości ciasta.

Energia ciasta była największa w próbce kontrolnej (124,6 cm²) (tab. 5). Stosowane dodatki maltodekstryn przyczyniały się do obniżenia wartości tej cechy. W ciastach z różną zawartością maltodekstryn energia wahała się w przedziale od 116,9 do 120,4 cm². Zgodnie z klasyfikacją Prestona i Hoseneya [21] ciasto o energii powyżej 120 cm² uzyskuje się z mąki mocnej. Wobec tego użytą w badaniach mąkę pszenną można uznać za mąkę mocną, a wprowadzenie maltodekstryn osłabiało jej właściwości. Uważa się, że ciasta z mąki o optymalnych właściwościach wypiekowych osiągają wartości współczynnika ekstensograficznego w zakresie od 3,5 - 5,0 [5]. Tylko ciasta pszenne bez maltodekstryn uzyskiwały wartości z tego zakresu (średnio 4,4), a stosowane dodatki maltodekstryn obniżały wartości średnie tej cechy do 2,7 - 2,9 (tab. 5). Stwierdzono, że mniej szkodliwie działały maltodekstryny średnioscukrzone niż niskoscukrzone (średnie współczynniki ekstensograficzne wynosiły odpowiednio 3,3 i 2,9).

Ocena właściwości ekstensograficznych ciast z dodatkiem maltodekstryn nisko- i średnioscukrzonych w ilości 0 - 4 % po różnych okresach fermentacji wykazała, że lepsze właściwości miały ciasta fermentujące 90 i 135 min, niż te które fermentowały 45 min. Zauważono, że wartości wszystkich cech ekstensograficznych po 90 i 135 min. fermentacji były podobne. W związku z tym można sądzić, że dodatek maltodekstryn do ciasta pszennego może pozwolić na skrócenie czasu cyklu produkcji pieczywa.

Z badań przeprowadzonych przez Lewandowicz i wsp. [8] wynika, że właściwości funkcjonalne majonezów niskotłuszczowych z udziałem różnych maltodekstryn zależą również od zastosowanego w nich białka (żółtko jaja kurzego lub gluten). Można zatem przypuszczać, że maltodekstryny wchodzi w interakcje z białkami. W związku z tym ich oddziaływanie na właściwości ciasta i pieczywa ze zróżnicowanych jakościowo mąk może być niejednakowe. W badaniach własnych stwierdzono zróżnicowanie objętości pieczywa pod wpływem zmienności interakcji pomiędzy typem mąki pszennej a ilością oraz rodzajem zastosowanych maltodekstryn (tab. 6). Okazało się, że pieczywo kontrolne otrzymane z mąki typu 550 miało wyraźnie mniejszą objętość (456 cm³) niż pieczywo z mąki typu 750 (532 cm³), a po wprowadzeniu takich samych ilości maltodekstryn do obu mąk stwierdzono, że różnice objętości chleba z nich otrzymanego były nieistotne. Powodem tego był fakt, że dodatek maltodekstryn (1 - 4 %) do receptury chleba z mąki typu 550 przyczyniał się do wzrostu objętości bochenków o 73 - 99 cm³, natomiast wprowadzenie maltodekstryn do mąki typu 750 tylko nieznacznie zwiększało objętość (maksymalnie o 29 cm³ przy 4 % dodatku). Objętość chlebów z maltodekstrydami nisko- i średnioscukrzonymi była podobna w przypadku stosowania ich do obydwu typów mąk pszennych. Ponadto chleby z mal-

todekstrynami niskoskuczonymi wypieczone z mąki typu 750 miały większą objętość (średnio 555 cm³) w porównaniu z tymi z mąki typu 550 (521 cm³), natomiast pieczywo zawierające maltodekstryny średnioskuczzone z obu typów mąk miało podobną objętość (535 i 542 cm³). Można przypuszczać, że dodatek maltodekstryn średnioskuczonych do mąki o niskiej aktywności amylolitycznej i małej podatności skrobi na działanie tych enzymów (mąka typu 550) stwarza korzystniejsze warunki do fermentacji ciasta i w rezultacie uzyskania pieczywa o większej objętości. Pozostaje to w zgodzie z wynikami badań przeprowadzonych przez Miyazaki wsp. [11]. Wymienieni autorzy wykazali, że objętość właściwa pieczywa z dodatkiem maltodekstryn (w ilości 2,5 oraz 7,5 %) zwiększa się przy wzroście ich DE.

Tabela 6

Średnie wartości objętości pieczywa pszenne z różnym dodatkiem maltodekstryn [cm³].
Mean values of loaf volume of wheat bread with different addition of maltodextrins [cm³].

Dodatek maltodekstryn Maltodextrins added [%]	Typ mąki Type of flour	
	550	750
0	456 b ^B	532 a ^A
1	529 a ^A	542 a ^A
2	546 a ^A	549 a ^A
3	555 a ^A	559 a ^A
4	553 a ^A	561 a ^A
Rodzaj maltodekstryn Type of maltodextrins		
niskoskuczzone low-saccharified	521 a ^B	555 a ^A
średnioskuczzone mean-saccharified	535 a ^A	542 a ^A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodne według testu Duncana przy p = 0,05 w kolumnach / homogenous groups according to Duncan's test (p = 0.05) in columns; A, B – grupy jednorodne według testu Duncana przy p = 0,05 w wierszach / homogenous groups according to Duncan's test (p = 0.05) in rows.

Oceniając wydajność pieczywa nie wykazano istotnych zmian tej cechy pod wpływem zróżnicowanego dodatku oraz rodzaju maltodekstryn (tab. 7). Przeciętna wydajność pieczywa pszenne zawierającego 0 - 4 % maltodekstryn mieściła się w zakresie od 42,0 do 43,5 %. Średnie wartości tej cechy chleba z maltodekstrynami nisko- i średnioskuczonymi były również podobne (43,0 i 42,6 %).

Tabela 7

Średnie wartości cech wypieku laboratoryjnego pieczywa pszennego z dodatkiem maltodekstryn.
Mean values of baking properties of wheat bread with maltodextrins added.

Czynniki Factors	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Współczynnik porowatości Porosity index
Dodatek maltodekstryn / Maltodextrins added [%]		
0	142,6 a	77 a
1	142,0 a	71 a
2	143,5 a	66 a
3	143,1 a	63 a
4	142,8 a	65 a
Rodzaj maltodekstryn / Type of maltodextrins		
niskoscukrzone low-saccharified	143,0 a	70 a
średnioskukrzone mean-saccharified	142,6 a	67 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodne według testu Duncana przy $p = 0,05$ / homogenous groups according to Duncan's test ($p = 0.05$).

Sudha i wsp. [24] stwierdzili, że częściowa zamiana tłuszczu maltodekstryną wpływa na poprawę tekstury herbatników. Gambuś i wsp. [4] wykazali natomiast, że wprowadzenie niskoscukrzonych maltodekstryn owsianej (o DE = 5) w ilości 5 % do receptury herbatników, jako zamiennika margaryny, powoduje zwiększenie twardości herbatników. Miyazaki i wsp. [11], oceniając zmiany jakości pieczywa podczas substytucji mąki pszennej różnymi maltodekstrynami, zauważyli, że twardość miększu chleba pszennego wzrasta wraz ze zwiększeniem ilości maltodekstryn w recepturze, a wartości tej cechy chlebów z dekstrynami o DE = 3 są większe niż po użyciu dekstryn o DE = 40. W badaniach własnych miększu pieczywa zawierającego maltodekstrynę w ocenie sensorycznej określano jako bardziej miękki w porównaniu z miększem chleba kontrolnego. Porowatość miększu chleba pszennego była równomierna, a średni współczynnik porowatości wynosił 77 % (tab. 7). Dodatek maltodekstryn tylko w niewielkim stopniu obniżał wartości tej cechy. Wahwały się one w zakresie od 63 do 71 %. Różnice te były statystycznie nieistotne. Nie stwierdzono istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi współczynników porowatości miększu chlebów zawierających maltodekstrynę nisko- i średnioskukrzonych (średnie odpowiednio 70 i 67 %). Wszystkie wypieczone chleby cechowały się typowym dla pieczywa pszennego smakiem i zapachem.

Wnioski

1. Maltodekstryny oddziaływały na właściwości układu skrobiowo-amylazowego powodując niewielkie zmniejszenie maksymalnej lepkości kleików mącznych.
2. Stwierdzono, że dodatek maltodekstryn zmniejszał wodochłonność mąki oraz wydłużał czas rozwoju i stałości ciasta, co świadczyło o wzmocnieniu jego wytrzymałości na obróbkę mechaniczną.
3. W ocenie ekstensograficznej stwierdzono, że maltodekstryny uplastyczyły ciasto. Było ono bardziej podatne na rozciąganie i miało mniejszą energię niż ciasto kontrolne.
4. Właściwości ciasta w niewielkim stopniu zależały od rodzaju użytych maltodekstryn. Mąka z maltodekstrynami średniosukrzonymi charakteryzowała się większą wodochłonnością, a ciasta z niej otrzymane miały mniejszą rozciągliwość i większy współczynnik ekstensograficzny w porównaniu z próbkami zawierającymi maltodekstryny niskosukrzone.
5. Maltodekstryny, a szczególnie średniosukrzone, korzystnie oddziaływały na objętość chleba uzyskanego z mąki typu 550 cechującej się małą aktywnością amylolityczną.

Badania i publikacja finansowana ze środków przyznanych na działalność statutową Katedry Owoców, Warzyw i Zbóż, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Literatura

- [1] Dokic L., Jakovljevic J., Dokic P.: Relation between viscous characteristics and equivalent of maltodextrins. *Starch/Stärke*, 2004, **56**, 520-525.
- [2] Dokic-Baucal L., Dokic P., Jakovljevic J.: Influence of different maltodextrins on properties of O/W emulsions. *Food Hydroc.*, 2004, **18**, 233-239.
- [3] Fortuna T., Sobolewska-Zielińska J., Juszcak L.: Wybrane właściwości reologiczne roztworów maltodekstryn ziemniaczanych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 2002, **489**, 413-422.
- [4] Gambuś H., Gibiński M., Gambuś F.: Możliwość zastąpienia tłuszczu w herbatnikach maltodekstryną owsianą. *Biul. IHAR*, 2006, **239**, 319-328.
- [5] Jakubczyk T., Haber T. (Red.): *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1983.
- [6] Karolini-Skaradzińska Z., Czubaszek A., Łuczak D., Frączak A.: Jakość ciasta i pieczywa pszennego z dodatkiem serwatki. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **6 (73)**, 46-57.
- [7] Krzyżaniak W., Olesienkiewicz A., Białas W., Słonimska L., Jankowski T., Grajek W.: Charakterystyka chemiczna maltodekstryn o małym równoważniku glukozowym otrzymanym przez hydrolizę skrobi ziemniaczanej za pomocą alfa-amylaz. *Technologia Alimentaria*. 2003, **2 (2)**, 5-15.
- [8] Lewandowicz G., Prochaska K., Grajek W., Krzyżaniak W., Majchrzak A., Ciapa T.: Właściwości użytkowe maltodekstryn w układach emulsyjnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **1 (42)**, 35- 47.

- [9] Liong M.T., Shah N.P.: Effects of a *Lactobacillus casei* symbiotic on serum lipoprotein, intestinal microflora, and organic acids in rats. *J. Dairy Sci.*, 2006, **89**, 1390-1399.
- [10] Mailhot W.C., Patton J.C.: Criteria of flour quality. In Y. Pomeranz (Ed.). *Wheat: Chemistry and technology* (vol. II). Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN 1988, 69-90.
- [11] Miyazaki M., Maeda T., Morita N.: Effect of various dextrin substitutions for wheat flour on dough properties and bread qualities. *Food Res. Int.*, 2004, **37**, 59-65.
- [12] Obuchowski W., Chalcarz A.: Wpływ surowca na zawartość substancji rozpuszczalnych oraz kierunek i wielkość przemian sacharydów w procesie ekstruzji. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2006, **4**, 16-19.
- [13] PN-77/A-74041. Oznaczenie ilości i jakości glutenu.
- [14] PN-ISO 7973: 2001. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie lepkości mąki. Metoda z zastosowaniem amylografu.
- [15] PN-ISO 5530-1: 1999. Fizyczne właściwości ciasta. Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- [16] PN-ISO 5530-2:2004. Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta. Część 2.: Oznaczanie właściwości reologicznych za pomocą ekstensografu.
- [17] PN-A-74022:2003. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
- [18] PN-EN ISO 20483:2007. Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych. Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka. Metoda Kjeldahla.
- [19] PN-EN ISO 3093:2010. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- [20] PN-EN ISO 5529:2010. Pszenica. Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego.
- [21] Preston K.R., Hosney R.C.: Applications of the extensigraph. In: *Extensigraph Handbook* (eds. V.F. Rasper, K.R. Preston). Am. Assoc. Cereal Chem. St Paul, MN 1991, 13.
- [22] Słowik E.: Ocena jakości mąki – przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki (część 1). *Przegl. Piek. Cuk.*, 2006, **11**, 14-18.
- [23] Słowik E.: Ocena jakości mąki – przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki (część 2). *Przegl. Piek. Cuk.*, 2007, **1**, 8-9.
- [24] Sudha M. L., Srivastava A.K., Vetrimani R., Leelavathi K.: Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. *J. Food Eng.*, 2007, **80** (3), 922-930.
- [25] Tur W., Szczepanik E., Krzyżaniak W., Białas W., Grajek W.: Charakterystyka maltodekstryn otrzymanych ze skrobi ziemniaczanej przy użyciu preparatów enzymatycznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4** (41), 79-94.
- [26] Wang Y-J., Wang L.: Structure and properties of commercial maltodextrins from corn, potato, and rice starches. *Stärke/Starch*, 2000, **52**, 296-304.
- [27] Witczak M., Korus J., Ziobro R., Juszcak L.: The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread. *J. Food Eng.*, 2010, **96**, 258-265.
- [28] Zięba T.: Resistant starch in food products. *Food*, 2009, **3** (Special Issue 1), 67-71.

CHANGES IN BAKING PROPERTIES OF WHEAT FLOUR IMPACTED BY MALTODEXTRINS ADDED

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the changes occurring in the properties of flour paste, dough, and wheat bread owing to the impact of maltodextrins added.

The research material comprised commercial wheat flours (type 550 and 750), low-saccharified (DE = 9.4) and mean-saccharified (DE = 16.8) maltodextrins. The quantity of maltodextrins added was 1, 2, 3

and 4 % of the weighed portion of flour. The quality of the wheat flour was assessed on the basis of total protein content, wet gluten yield and its deliquescence, and sedimentation index. It was also determined the falling number of wheat flour with and without maltodextrins added. Furthermore, the samples were assessed using a farinographic, amylographic, and extensigraphic analysis; a one-phase bread-making laboratory process was performed.

The wheat flour types used represented a high baking quality. It was found that owing to the maltodextrins added, the maximum viscosity level of flour pastes tended to decrease. Moreover, they caused the water absorption level of flour to decrease, the time of dough development to extend, and the dough stability to improve; this was a proof that the resistance of dough to mechanical processing increased. The addition of maltodextrins also caused the dough to become more flexible since its extensibility increased and its maximum resistance to stretching decreased. The addition of 1-4 % of maltodextrins to wheat flour, especially of mean-saccharified maltodextrins to wheat flour, its type 550 and its amylolytic activity low, caused the bread volume to increase. The maltodextrins added did not change the yield of bread. However, it was reported that the crumb porosity tended to decrease.

Key words: maltodextrins, wheat flour, flour pastes, dough, bread ☒