

HALINA GAMBUŚ, DOROTA GUMUŁ, ANNA MIKULEC, MONIKA BANIA

MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA DODATKU ZAPARZONEJ MAKI PSZENNEJ, ŻYTNEJ I PSZENŻYTNEJ DO WYPIEKU CHLEBA PSZENNEGO

Streszczenie

Zaparoną mąkę stosuje się od dawna, głównie do ciasta żytniego, aby poprawić jakość i przedłużyć świeżość chleba. Celem podjętych badań było sprawdzenie czy podobny efekt można uzyskać stosując dodatki zaparzonej mąki pszennej, żytniej i pszenżytniej do ciasta pszennego. Stosowano różne ilości tych dodatków, jak również dwa różne czasy fermentacji ciasta. Najbardziej korzystnymi okazały się 5 procentowe, w stosunku do masy mąki pszennej, dodatki zaparzonej mąki żytniej i pszenżytniej oraz dłuższy, 60 minutowy czas fermentacji ciasta.

Wstęp

Chleb spulchniany mikrobiologicznie produkuje się od najdawniejszych czasów [2, 26]. Mąka pszenna zawiera stosunkowo niewiele cukrów ulegających fermentacji, które zostają zużyte w ciągu 2–3 godzin fermentacji ciasta i nie wystarczają do pełnego wyrośnięcia bochenka oraz wytworzenia w interakcji z aminokwasami odpowiedniej, rumianej barwy skórki [15]. W mące żytniej zawartość cukrów jest nieco większa. Jednakże w obu mąkach do wytworzenia odpowiedniej ilości cukrów, niezbędnych do należytego przebiegu procesu fermentacji konieczne jest działanie enzymów amylolitycznych [15, 18].

W zdrowej mące żytniej występuje niewielka ilość alfa-amylazy w postaci czynnej, natomiast w zdrowej mące pszennej czynna alfa-amylaza nie występuje w ogóle. W stosunkowo dużych ilościach, w formie czynnej, znajduje się w obu mąkach beta-amylaza, potrafi ona jednak rozkładać skrobię rozpuszczalną lub skleikowaną [7].

Enzymy amylolityczne rozpoczynają rozkład cukrów w mące z chwilą sporządzenia ciasta, ale w czasie fermentacji tylko około 5% mąki ulega przemianie do cu-

krów. Wzrost aktywności enzymów amylolitycznych następuje dopiero w piecu, kiedy kęś ciasta uzyska odpowiednią temperaturę. W przypadku niedostatecznej działalności amylaz zbożowych, w piekarstwie stosowane są inne amylazy, na przykład pleśniowe lub bakteryjne, których optymalne temperatury i pH działania różnią się od amylaz zbożowych [15, 20, 23, 24].

Enzymy amylolityczne pochodzenia słodowego i większość enzymów pochodzenia grzybowego ulegają inaktywacji w piecu, zanim nastąpi skleikowanie skrobi (pochodzenia słodowego w temp. ok. 85°C, a grzybowego ok. 75°C) i dlatego nie są one w stanie zhydrolizować amylopektyny w stopniu wystarczającym do opóźnienia czerstwienia [22, 23]. Z kolei enzymy bakteryjne, wykazujące wysoką stabilność cieplną (ulegają inaktywacji w temp. 92–95°C), mogą przetrzymać temperaturę wypieku i prowadzić dalszą hydrolizę skrobi w gotowym produkcie, co powoduje niekorzystne zmiany sensoryczne pieczywa [4, 8]. Dlatego też dodane enzymy nie powinny wykazywać aktywności po procesie pieczenia [16].

Zamiast preparatów enzymatycznych można dodawać do ciasta część surowca w postaci skleikowanej np. zaparzonej mąki czy gotowanych ziemniaków [1, 8, 12]. Skleikowana skrobia jest łatwiej hydrolizowana przez rodzime enzymy zawarte w mące, a powstałe dekstryny hamują twardnienie i zwiększają hydratację miękiszu. Ponadto zaparzenie mąki i dodatek do ciasta kwasu mlekowego do pH 4,4–5,4, powoduje rozkład fitynianów zawartych w mące w większym stopniu niż dodatek kwasu żytniego [19]. Zaparzenie części mąki stosowane było od czasów starożytnych, głównie w celu polepszenia jakości chleba żytniego. We współczesnych technologiach metodę tę również stosuje się najczęściej w produkcji chleba z mąki żytniej. Taki chleb, z udziałem niewielkiej ilości zaparzonej mąki, charakteryzuje się większą wydajnością, lepszą porowatością i elastycznością oraz lepszym aromatem [2].

Celem podjętych badań było sprawdzenie możliwości i efektu dodatku zaparzonej mąki pszennej, żytniej i pszenżytniej do ciasta pszennego oraz określenie optymalnej ilości takiego dodatku.

Materiał i metody badań

Materiałem do badań była handlowa mąka pszenna typu 650, żytnia typu 720 i pszenżytnia typu 650 uzyskana z przemiału laboratoryjnego pszenżyta odmiany Vero, w młynku walcowym typu RG-109, firmy Labor Muszeripari Muwek. Materiał badawczy stanowiły również chleby pszenne wypieczone z mąki typu 650, w których 2, 5 lub 10% masy mąki zastępowano zaparzoną mąką pszenną, żytnią i pszenżytnią.

Mąkę zaparzoną uzyskano mieszając mąkę z wodą o temperaturze 75°C, w stosunku 1:2. Uzyskiwano wówczas kleik, którego temperatura wynosiła 60°C, a więc była temperaturą optymalną do działania enzymów amylolitycznych zawartych w mące. Następnie kleik wstawiano do cieplarki o stałej temperaturze 40°C i w tych warun-

kach przetrzymywano go przez 18 godzin [12]. Po tym czasie sfermentowany zaczyn dodawano (wraz z innymi dodatkami przewidzianymi recepturą) do mąki pszennej typu 650, z której sporządzano ciasto chlebowe. Ilość dodawanej wody do ciasta zmniejszono o wodę zużytą do sparzania mąki.

Oceniono wartość technologiczną stosowanych mąk, oznaczając:

- liczbę sedymentacji z SDS (siarczan(VI) dodecylo-sodu) metodą mikro [5], która jest modyfikacją metody Axforda i wsp. [3],
- liczbę opadania (LO) metodą Hagberga-Pertena w aparacie Falling Number – 1800 (Norma – ICC-Standard No 107) [13],
- ilość glutenu w aparacie Glutomatic 2200 (Norma - ICC – Standard No 137) [13] oraz indeks glutenowy w specjalnej wirówce (typu 2015), zgodnie z instrukcją firmy Perten,
- fizyczne cechy ciasta w farinografie-resistografie firmy Brabender, zgodnie z Normą – ICC-Standard No 115 [13],
- charakterystykę kleikowania mąki żytniej w amylografie Brabendera według programu podstawowego [14].

Wypiek laboratoryjny chlebów o konsystencji ciasta 350 j.B. przeprowadzano metodą bezpośrednią [9]. Ciasto sporządzano według następującej receptury: mąka pszenna typu 650–1000 g, woda – 618 g, drożdże – 30 g, sól – 20 g.

W każdym przypadku dodawania zaparzonej mąki stosowano dwa różne czasy fermentacji ciasta (45 i 60 minut), w celu sprawdzenia, czy po dodaniu do ciasta zhydrolizowanej skrobi oraz enzymów w formie uaktywnionej, możliwe jest skrócenie procesu fermentacji, bez pogorszenia jakości pieczywa. Po 1,5 godzinnym chłodzeniu chleby ważono i wyliczano stratę wypiekową całkowitą oraz wydajność pieczywa [14].

Objętość uzyskanego pieczywa mierzono w materiale sypkim, posługując się nasionami rzepaku. Chleby przeznaczone do badań w stanie świeżym analizowano w dniu wypieku, a pozostałe przechowywano w woreczkach foliowych, w temperaturze 23–24°C, przy wilgotności względnej komory przechowywania 64% i poddawano je analizom w ciągu trzech kolejnych dni, to jest po 24, 48 i 72 godzinach od momentu ich ochłodzenia po wypieku.

Ocenę sensoryczną przeprowadzano w dniu wypieku według PN-89/A-74108 [25]. Na podstawie ogólnej liczby uzyskanych punktów określano klasę jakości pieczywa.

W celu prześledzenia procesu starzenia się chlebów, począwszy od dnia wypieku, przez cały okres przechowywania oznaczano:

- wilgotność mięksiszu metodą suszarkową według PN-89/A-74108 [25] przez suszenie ok. 1 g mięksiszu ze środka bochenka,
- profil tekstury mięksiszu – analizatorem tekstury typu TA-XT2, z oprogramowaniem XTR1. Chleb krojono na dwie połowy, z każdej odcinano kromkę o grubości

3 cm i na obu kromkach oznaczano profil tekstury, mierząc następujące parametry: twardość, sprężystość, spójność, gumowatość, żujność i elastyczność.

Wyniki i dyskusja

Handlowa mąka pszenna oraz pszenżytnia z przemiału laboratoryjnego, użyte do wypieku chlebów, charakteryzowały się dobrą wartością wypiekową (tab. 1). Na tę ocenę wpłynęła duża liczba sedymentacji, duża wodochłonność, dobry czas stałości ciasta, a także duża zawartość glutenu i dobra jakość tego glutenu, o czym świadczy wysoki indeks glutenowy [5]. Na specjalną uwagę zasługuje mąka pszenżytnia z pszenżyta odmiany Vero, która pod względem wyżej wymienionych cech dorównywała mące pszennej o dobrej jakości, co w przypadku mąki pszenżytniej zdarza się niezwykle rzadko.

Tabela 1

Ocena wartości technologicznej mąk: pszennej typu 650 i pszenżytniej typu 650.
Evaluation of technological value of wheat flour type 650 and triticale flour type 650.

Wyróżniki technologiczne Technological indicators	Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650	Mąka pszenżytnia typu 650 Triticale flour type 650
Liczba sedymentacji LS Sedimentation number [cm ³]	29	25
Liczba opadania LS Falling number [s]	287	138
Wodochłonność mąki Water absorption [%]	57,3	56,2
Czas rozwoju ciasta Time of dough development [min]	2,7	1,5
Czas stałości ciasta Time of dough stability [min]	3,5	3,2
Liczba jakości / Quality number	49	45
Rozmięczenie ciasta Softening [j.B.]	100	175
Ilość glutenu mokrego Wet gluten content [%]	27,1	25,4
Indeks glutenowy / Gluten Index [%]	79	84,8

Na podstawie oznaczonej wodochłonności i lepkości maksymalnej kleiku z mąki żytniej, stosowaną do wypieku mąką żytnią typu 720 można również zakwalifikować do mąk o dobrej wartości wypiekowej (tab. 2) [14].

W tab. 3. zamieszczono wyniki oceny jakości chlebów z udziałem zaparzonej mąki pszennej. Oba stosowane dodatki takiej mąki (5 i 10% masy mąki) zdecydowanie wpłynęły na pogorszenie jakości uzyskanych chlebów, w porównaniu z chlebem stan-

dardowym. Wydajność takiego pieczywa, a co za tym idzie strata wypiekowa oraz wilgotność miększu, były wprawdzie porównywalne z chlebem standardowym, ale objętość chlebów i ocena sensoryczna okazały się gorsze. Niezadawalająca ocena sensoryczna badanych chlebów (III klasa jakości) spowodowana była głównie ich nieprzyjemnym, przykrym zapachem. Chleb z dodatkiem 10% mąki zaparzonej, po dłuższej, 60 minutowej fermentacji ciasta charakteryzował się wprawdzie największą objętością, ale też ten chleb wykazał najbardziej nieprzyjemny zapach, praktycznie dyskwalifikujący go do spożycia. Prawdopodobnie zapach ten spowodowany był zbyt małym ukwaszeniem fermentującej zaparzonej mąki pszennej, z powodu niewielkiej ilości bakterii kwasotwórczych w niej zawartych [15]. Normalny czas fermentacji ciasta pszennego jest zbyt krótki dla rozwoju bakterii kwasotwórczych. Przy przedłużonej fermentacji do 18 godzin mogło nastąpić ukwaszenie zaczynu pszennego, ale najwyraźniej było ono zbyt słabe, aby zapobiec rozwojowi niepożądanych mikroorganizmów np. bakterii kwasu masłowego lub nawet bakterii gnilnych.

Tabela 2

Ocena wartości technologicznej mąki żytniej typu 720.

Evaluation of technological value of rye flour type 720.

Wyróżniki technologiczne Technological indicators	Mąka żytnia typu 720 Rye flour type 720
Liczba opadania LO / Falling number [s]	287
Wodochłonność mąki / Water absorption [%]	60
Temperatura początkowa kleikowania Onset gelatinization temperature [°C]	49
Temperatura końcowa kleikowania Ending gelatinization temperature [°C]	64
Lepkość maksymalna kleiku / Maximum viscosity	420
Czas rozklejania / Pasting time [min]	22,6

Próba skrócenia czasu fermentacji końcowej do 30 min wypadła również niekorzystnie, gdyż dłuższa fermentacja kęsów ciasta (45 min), taka jak w przypadku chleba standardowego, dawała w rezultacie zawsze większą objętość pieczywa (tab. 3).

Analizując zmiany wilgotności miększu badanych chlebów podczas przechowywania stwierdzono niewielki ubytek wody z miększu podczas jego starzenia się, zarówno w chlebie standardowym, jak i w chlebach z udziałem zaparzonej mąki (tab. 4). Podobne wyniki uzyskano już we wcześniejszych badaniach [6, 9, 17, 21]. Senti i Dimler [27] postulowali, że pozorne wysuszenie miększu chleba może być wynikiem transferu wody z jednego składnika do drugiego i że spadek zawartości wody w glutenie lub w skrobi, albo w obydwu tych koloidach, powoduje wzrost sztywności ścianek porów w miększu i przez to wzrost jego twardości.

Tabela 3

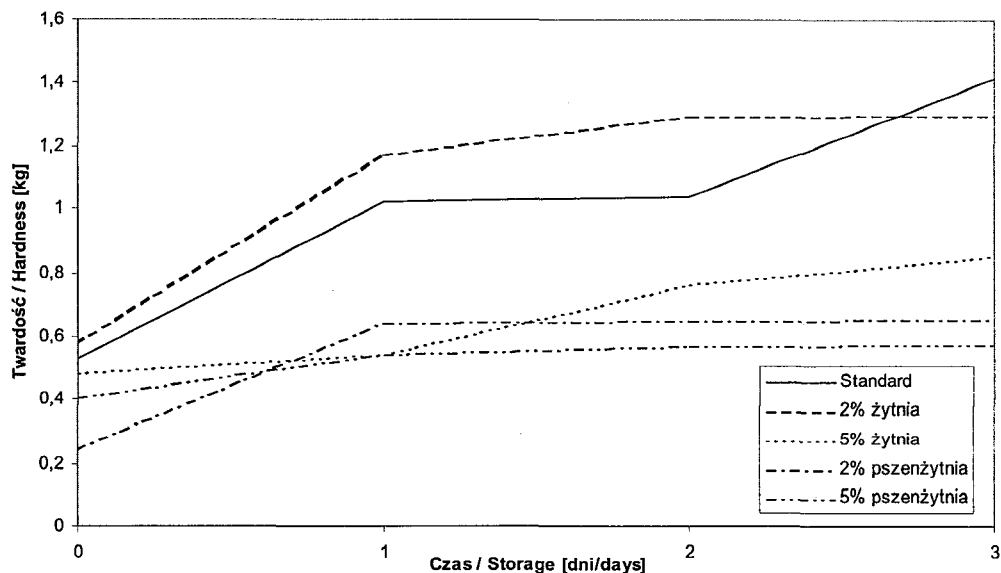
Ocena jakości chlebów z dodatkiem zaparzonej mąki pszennej.
Evaluation of bread with addition of scalded wheat flour.

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa pieczywa zimnego Weight of cold bread [g]	Objętość pieczywa Total volume [cm ³]	Objętość pieczywa ze 100 g mąki Bread volume from 100 g flour [cm ³]	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Strata wy- piekowa całkowita Total baking loss [%]	Wilgotność miększu Moisture of crumb [%]	Ocena sensoryczna Sensory evaluation	
							Suma punktów Score	Klasa jakości Grade
Mąka pszenna t 650 standard wheat flour type 650 f 1-15, f 2-45*	224	710	460	145	10,4	44,06	40	I
Mąka pszenna + 5% zaparzona pszenna f 1-15, f 2-30	225	670	434	146	10	44,04	30	III
Mąka pszenna + 5% zaparzona pszenna** f 1-15, f 2-45	225	700	454	146	10	44,04	30	III
Mąka pszenna + 10% zaparzona pszenna f 1-15, f 2-30	223	690	447	144,5	10,4	42,53	29	III
Mąka pszenna + 10% zaparzona pszenna f 1-15, f 2-45	225	730	473	146	10	43,15	29	III

*f1 – fermentacja w naczyniu miesiarki [min] / fermentation in bowl of mixer

f2 – fermentacja kęsów ciasta w foremkach [min] / fermentation of piece of dough in moulds

We wszystkich ocenianych chlebach, wyszczególnionych w tab. 4, zaobserwowano klasyczny wzrost twardości miękiszu, największy po upływie pierwszej doby przechowywania, co również jest już znane z badań wcześniejszych [6, 9, 11, 21]. Wszystkie chleby z dodatkiem zaparzonej mąki pszennej starzały się jednak w nieco mniejszym stopniu w porównaniu z chlebem standardowym, o czym świadczy mniejsza twardość, gumowatość i żujność miękiszu po 3 dobach przechowywania (tab. 4, rys. 1, 2, 3). Przy obu stosowanych dodatkach, dłuższa, standardowa fermentacja końcowa, wpłynęła na te cechy bardziej korzystnie.



Rys. 1. Zmiany twardości miękiszu chleba pszennego z 2 i 5% dodatkiem zaparzonej mąki żytniej i pszenżytniej, podczas przechowywania.

Fig. 1. Changes of crumb hardness of wheat bread with 2 and 5% addition scalded rye and triticale flours during storage.

Najmniejszą twardością, gumowatością i żujnością miękiszu, zarówno w dniu wypieku, jak i po całym okresie przechowywania, charakteryzował się chleb z 10% dodatkiem zaparzonej mąki pszennej, ale niestety chleb ten z wcześniej wymienionych powodów nie nadawał się do spożycia.

Ocenę jakości chlebów z udziałem zaparzonej mąki żytniej zamieszczono w tab. 5. Ten rodzaj mąki wpłynął zdecydowanie korzystnie na parametry pieczywa pszennego, gdyż przy zachowaniu takiej samej wydajności i wilgotności miękiszu jak chleb standardowy, nie pogorszył jego oceny sensorycznej. Na uwagę zasługuje chleb z 5%

Tabela 4

Wpływ dodatku zaparzonej mąki pszennej na zmiany wilgotności i parametry tekstury miększu podczas przechowywania.
Influence of addition of scalded wheat flour on changes of crumb moisture and parameters of crumb texture of bread during storage.

Rodzaj chleba Kind of bread	Czas przechowy- wania [dni] Storage [days]	Wilgotność Moisture [%]	Twardość Hardness [kg]	Sprężystość Springiness	Spójność Cohesivness	Gumowatość Gumminess [kg]	Żuźność Chewiness	Elastyczność Resilience
Mąka pszenna t 650 standard wheat flour type 650 f 1-15, f 2-45**	0*	44,06	0,529	1,055	0,790	0,369	0,350	0,475
	1	44,05	1,021	0,988	0,454	0,419	0,410	0,221
	2	44,03	1,038	0,980	0,385	0,486	0,560	0,147
	3	43,89	1,416	0,970	0,338	0,553	0,570	0,124
Mąka pszenna + 5% zaparzona pszenna*** f 1-15, f 2-30	0	44,12	0,560	1,301	0,782	0,345	0,334	0,472
	1	44,04	0,846	1,106	0,454	0,353	0,365	0,196
	2	43,89	0,894	0,928	0,385	0,389	0,380	0,155
	3	43,37	1,092	0,894	0,322	0,429	0,464	0,105
Mąka pszenna + 5% zaparzona pszenna f 1-15, f 2-45	0	44,04	0,457	0,999	0,793	0,352	0,348	0,478
	1	43,25	0,766	0,999	0,485	0,363	0,352	0,222
	2	43,22	0,911	0,959	0,373	0,371	0,356	0,143
	3	43,20	1,059	0,950	0,296	0,383	0,366	0,113
Mąka pszenna + 10% zaparzona pszenna f 1-15, f 2-30	0	42,53	0,664	1,017	0,776	0,411	0,474	0,455
	1	42,44	0,104	0,976	0,439	0,494	0,487	0,177
	2	42,36	1,114	0,958	0,405	0,500	0,510	0,158
	3	42,06	1,297	0,940	0,317	0,515	0,524	0,114
Mąka pszenna + 10% zaparzona pszenna f 1-15, f 2-45	0	43,15	0,302	0,980	0,801	0,241	0,236	0,463
	1	42,94	0,795	0,978	0,454	0,314	0,309	0,214
	2	42,79	0,908	0,976	0,362	0,328	0,311	0,137
	3	42,58	1,000	0,975	0,314	0,333	0,325	0,117

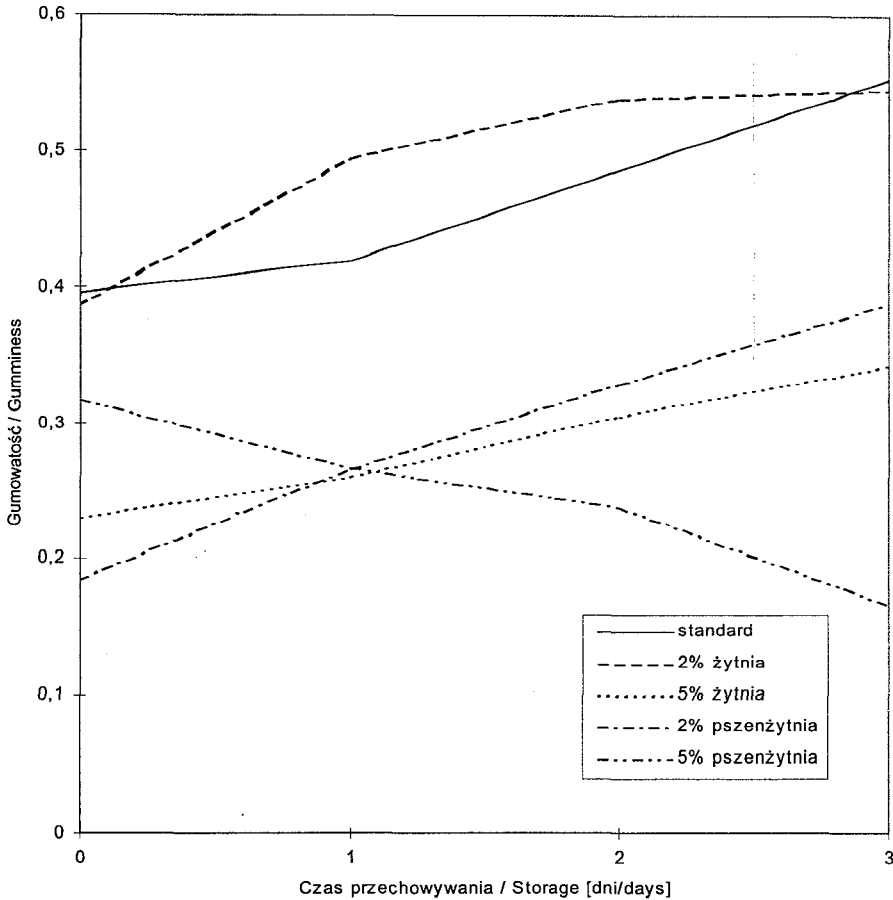
*0 – dzień wypieku (day of baking), 1 – pierwszy dzień po wypieku (first day after baking), 2 – drugi dzień po wypieku (second day after baking),

3 – trzeci dzień po wypieku (third day after baking)

**f 1 – fermentacja w naczyniu miesiarki [min] / fermentation in bowl / of mixer

f 2 – fermentacja kęsów ciasta w foremkach [min] / fermentation of piece of dough in moulds

dotądkiem zaparzonej mąki i standardowym czasem fermentacji. Chleb ten uzyskał znacznie większą objętość niż chleb wzorcowy (ryc. 4) i największą liczbę punktów w ocenie sensorycznej.

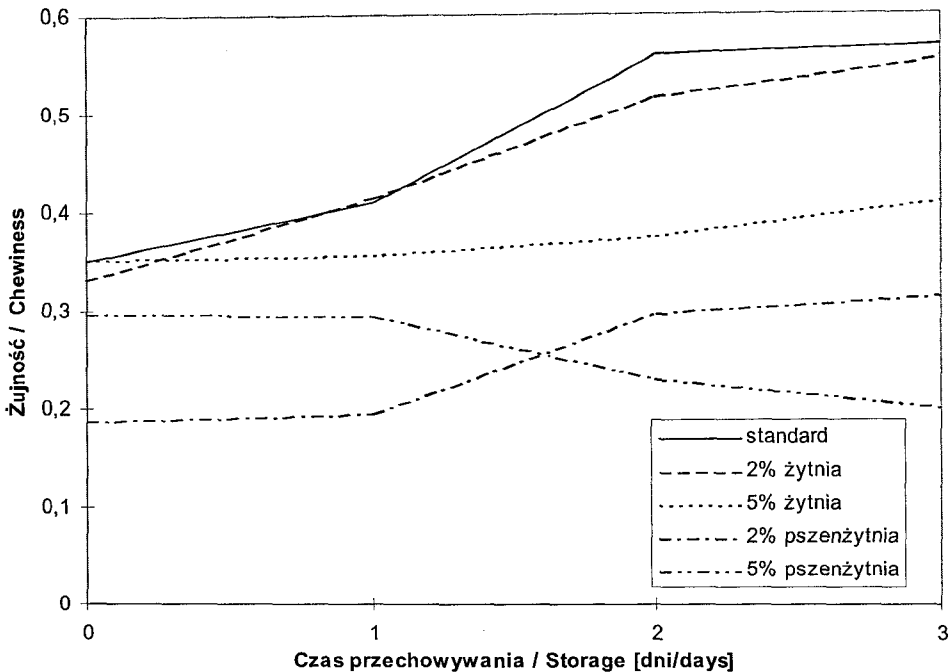


Rys. 2. Zmiany gumowatości miększu chleba pszennego z 2 i 5% dodatkiem zaparzonej mąki żytniej i pszenżytniej, podczas przechowywania.

Fig. 2. Changes of crumb gumminess of wheat bread with 2 and 5% addition scalded rye and triticale flours during storage

Jedyną wadą chleba z udziałem zaparzonej mąki żytniej był intensywny zapach fermentacyjny, który nasilał się wraz z czasem przechowywania. Zapach ten nie był przykry, o czym świadczy wysoka ocena sensoryczna wystawiona badanym chlebom przez zespół osób oceniających, jednak istnieje prawdopodobieństwo braku akceptacji takiego intensywnego zapachu przez niektórych konsumentów. Wydaje się, że przy

zapewnieniu optymalnej temperatury fermentacji mlekowej przy ukwaszaniu ciasta żytniego, jaką jest temp. 40°C, długi czas fermentacji (18 godzin) spowodował przekroczenie krytycznej wartości pH, przy której nastąpiły zmiany jakościowe w produktach przemiany, a mianowicie zwiększyła się nieznacznie ilość kwasu octowego, kosztem zmniejszenia się ilości kwasu mlekowego, stąd też zbyt intensywny zapach chleba z udziałem zaparzonej mąki żytniej [15, 18].



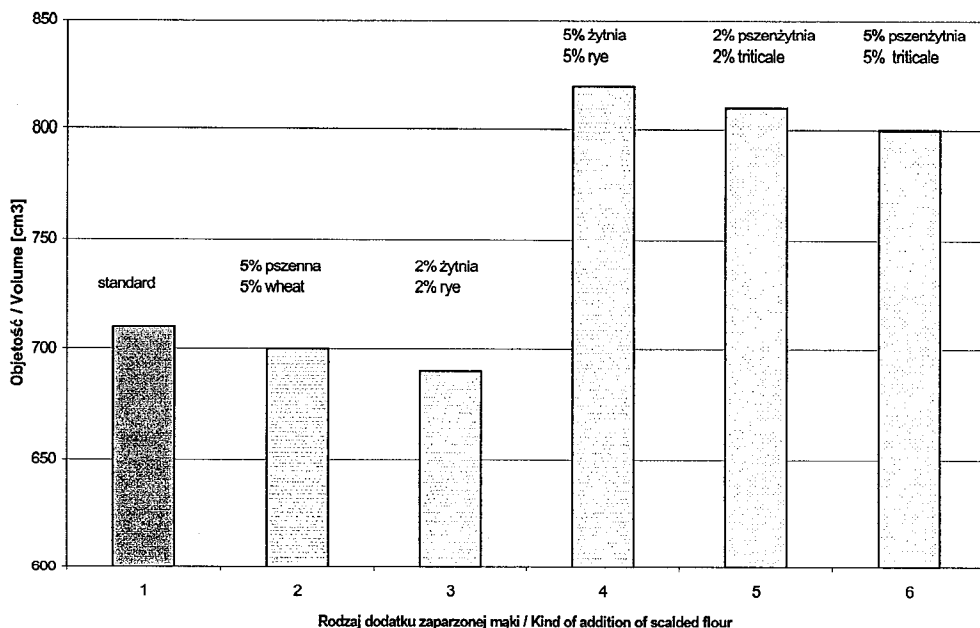
Rys. 3. Zmiany żujności miękkiszu chleba pszennego z 2 i 5% dodatkiem zaparzonej mąki żytniej i pszenżytniej, podczas przechowywania.

Fig. 3. Changes of crumb chewiness of wheat bread with 2 and 5% addition scalded rye and triticale flours during storage.

W związku z bardzo dużą objętością chleba z 5% udziałem zaparzonej mąki żytniej, podjęto próby znalezienia mniejszego, 2% dodatku takiej mąki, ale próba ta wypadła niekorzystnie, gdyż spowodowała spadek objętości pieczywa (rys. 4).

Podobnie jak w przypadku chlebów z zaparzoną mąką pszenną, zmiana rodzaju zaparzonej mąki na żytnią nie wpłynęła na intensywność utraty wilgotności miękkiszu w ocenianych chlebach, podczas przechowywania (tab. 6). Analogicznie, 5% dodatek zaparzonej mąki żytniej wywarł najbardziej korzystny wpływ na parametry tekstury miękkiszu podczas procesu starzenia się i to zarówno przy krótszym, jak i standardo-

wym czasie fermentacji. Mając jednak na względzie największą objętość chleba przy zastosowaniu dłuższej fermentacji kęsów ciasta oraz najmniejszą twardość i gumowatość miększu przy największej jego elastyczności w trzecim dniu przechowywania, za najbardziej godny polecenia do praktycznego zastosowania należy uznać 5% dodatek zaparzonej mąki żytniej z 45 minutową fermentacją końcową (rys. 1, 2, 3).



Rys. 4. Porównanie objętości chlebów pszennych z 2 i 5% udziałem zaparzonej mąki pszennej, żytniej, pszenżytniej (standardowy czas fermentacji).

Fig. 4. Comparison of volumes of wheat breads with additions 2 and 5% scalded wheat, rye, tritcale flours.

Ostatnim rodzajem zaparzonej mąki dodawanej do ciasta była mąka pszenżytnia. Ocenę jakości uzyskanych w ten sposób chlebów zamieszczono w tabeli 7.

Największą objętością (rys. 4) i najlepszą oceną sensoryczną odznaczały się chleby z 2 i 5% udziałem takiej mąki oraz przy zastosowaniu standardowego czasu fermentacji. Chleb z 5% udziałem zaparzonej mąki pszenżytniej wyróżnił się też największą wydajnością, o ponad 5% większą w porównaniu z chlebem standardowym. Tylko w tym przypadku uzyskano efekt wyraźnie większej wydajności po dodaniu do ciasta zaparzonej mąki, podobnie jak to opisywali Ask i wsp. [2] w odniesieniu do chleba żytniego.

Tabela 5

Ocena jakości chlebów z dodatkiem zaparzonej mąki żytniej.
Evaluation of bread with addition of scalded rye flour.

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa pieczywa zimnego Weight of cold bread [g]	Objętość pieczywa Total volume [cm ³]	Objętość pieczywa ze 100 g mąki Bread volume from 100 g flour [cm ³]	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss [%]	Wilgotność miększu Moisture of crumb [%]	Ocena sensoryczna Sensory evaluation	
							Suma punktów Score	Klasa jakości Grade
Mąka pszenna t 650 standard wheat flour t 650 f 1-15, f 2-45*	224	710	460	145	10,4	44,06	37	I
Mąka pszenna + 2% zaparzona żytnia f 1-15, f 2-45	223	690	447	144,5	10,8	44,17	39	I
Mąka pszenna + 5% zaparzona żytnia f 1-15, f 2-30	224	710	460	145	10,4	44,54	39	I
Mąka pszenna + 5% zaparzona żytnia f 1-15, f 2-45	225	820	531	146	10	44,3	41	I
Mąka pszenna + 10% zaparzona żytnia f 1-15, f 2-30	227	680	440	147	9,2	43,32	36	I
Mąka pszenna + 10% zaparzona żytnia n f 1-15, f 2-45	228	710	460	147,7	8,8	43,98	37	I

*f 1 – fermentacja w naczyniu miesiarki [min] / fermentation in bowl of mixer

f 2 – fermentacja kęsów ciasta w foremkach [min] / fermentation of piece of dough in moulds

Tabela 6

Wpływ dodatku zaparzonej mąki żytniej na zmiany wilgotności i na parametry tekstury miększu podczas przechowywania.
Influence of addition of scalded rye flour on changes of crumb moisture and parameters of crumb texture of bread during storage.

Rodzaj chleba Kind of bread	Czas przechowywania [dni] Storage [days]	Wilgotność Moisture [%]	Twardość Hardness [kg]	Sprężystość Springiness	Spójność Cohesiveness	Gumowatość Gumminess [kg]	Żujność Chewiness	Elastyczność Resilience
Mąka pszenna t 650 standard f 1-15, f 2-45**	0*	44,06	0,529	1,055	0,790	0,369	0,350	0,475
	1	44,05	1,021	0,988	0,454	0,419	0,410	0,221
	2	44,03	1,038	0,980	0,385	0,486	0,560	0,147
	3	43,89	1,416	0,970	0,338	0,553	0,570	0,124
Mąka pszenna +2% zaparzona żytnia f 1-15, f 2-45	0	44,17	0,377	1,027	0,764	0,386	0,331	0,436
	1	43,08	1,173	1,003	0,460	0,495	0,414	0,201
	2	43,03	1,293	0,950	0,378	0,539	0,518	0,126
	3	43,03	1,299	0,941	0,293	0,545	0,555	0,106
Mąka pszenna + 5% zaparzona żytnia f 1-15, f 2-30	0	44,54	0,321	0,968	0,798	0,256	0,253	0,495
	1	44,05	0,766	0,957	0,485	0,366	0,346	0,222
	2	43,96	0,799	0,950	0,391	0,372	0,352	0,145
	3	43,74	0,946	0,947	0,343	0,433	0,399	0,121
Mąka pszenna + 5% zaparzona żytnia f 1-15, f 2-45	0	44,30	0,482	1,024	0,763	0,230	0,352	0,422
	1	43,37	0,543	0,956	0,533	0,260	0,357	0,246
	2	43,25	0,764	0,952	0,425	0,305	0,376	0,184
	3	43,22	0,855	0,928	0,314	0,348	0,412	0,155
Mąka pszenna + 10 % zaparzona żytnia f 1-15, f 2-30	0	43,32	0,470	1,005	0,782	0,367	0,367	0,454
	1	43,15	1,093	0,978	0,476	0,361	0,384	0,201
	2	42,90	1,167	0,978	0,367	0,426	0,417	0,133
	3	42,73	1,279	0,959	0,333	0,441	0,517	0,124
Mąka pszenna + 10% zaparzona żytnia f 1-15, f 2-45	0	43,98	0,419	1,243	0,803	0,336	0,324	0,480
	1	43,19	0,949	1,000	0,538	0,312	0,330	0,281
	2	43,14	0,954	0,993	0,358	0,340	0,454	0,129
	3	42,78	1,049	0,983	0,348	0,365	0,511	0,117

*0 – dzień wypieku (day of baking), 1 – pierwszy dzień po wypieku (first day after baking), 2 – drugi dzień po wypieku (second day after baking), 3 – trzeci dzień po wypieku (third day after baking)

**f 1 – fermentacja w naczyniu miesiarki [min] / fermentation in bowl of mixer.

f 2 – fermentacja kęsów ciasta w foremkach [min] / fermentation of piece of dough in moulds

Tabela 7

Ocena jakości chlebow z dodatkiem zaparzonej mąki żytniej.
Evaluation of technological value of bread with addition of scalded triticale flour.

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa pieczywa zimnego Weight of cold bread [g]	Objętość pieczywa Total volume [cm ³]	Objętość pie- czywa ze 100 g mąki Bread volume from 100 g flour [cm ³]	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss [%]	Wilgotność miększu Moisture of crumb [%]	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
							Suma punktów Score	Klasa jakości Grade
Mąka pszenna t 650 standard wheat flour t 650 f 1-15, f 2-45*	224	710	460	145	10,4	44,06	37	I
Mąka pszenna +2% zaparzona pszenżytnia f 1-15, f 2-30	225	700	454	146	10	44,24	39	I
Mąka pszenna + 2% zaparzona pszenżytnia f 1-15, f 2-45	222	810	525	143,9	11,2	44,17	41	I
Mąka pszenna + 5% zaparzona pszenżytnia f 1-15, f 2-30	226	690	447	146,5	9,6	44,51	37	I
Mąka pszenna +5% zaparzona pszenżytnia f 1-15, f 2-45	232	800	518	150,3	7,2	44,30	41	I
Mąka pszenna + 10% zaparzona pszenżytnia f 1-15, f 2-30	230	700	454	149	8	43,51	32	II
Mąka pszenna + 10% zaparzona pszenżytnia f 1-15, f 2-45	230	770	499	149	8	43,49	32	II

* f 1 – fermentacja w naczyniu miarki [min] / fermentation in bowl of mixer

f 2 – fermentacja kęsów ciasta w foremkach [min] / fermentation of piece of dough in moulds

Najniższą klasę jakości uzyskały chleby z 10% dodatkiem zaparzonej mąki (tab. 7). Pomimo dużej objętości, chleby te wykazały zbyt intensywny, fermentacyjny, ostry zapach, podobny do zapachu chlebów z zaparzoną mąką żytnią. Zapach ten nie występował w chlebach z mniejszym dodatkiem zaparzonej mąki pszenżytniej; odznaczały się one przyjemnym, pożądanym, chlebowym aromatem.

Podczas badania procesu starzenia się tych chlebów, zaobserwowano podobne zmiany objętości miękiszu jak w chlebach opisywanych wcześniej (tab. 8). Natomiast podczas badania profilu tekstury, najmniejszą twardością miękiszu w dniu wypieku i po trzech dobach przechowywania odznaczał się chleb zarówno z 2 jak i 5% dodatkiem zaparzonej mąki pszenżytniej i standardowym czasem fermentacji (tab. 8, rys. 1). Miękisz chleba z 5% dodatkiem wykazał ponadto mniejszą gumowatość (rys. 2) i żujność (rys. 3) po całym okresie przechowywania, w porównaniu z dniem wypieku.

W podsumowaniu uzyskanych wyników badań trzeba podkreślić, że zahamowanie procesu twardnienia miękiszu chlebów z udziałem zaparzonej mąki, wystąpiło w sposób najbardziej wyraźny w chlebach z 5% dodatkiem takich mąk (rys. 1). Prawdopodobnie ten dodatek dostarczył odpowiedniej ilości niskocząsteczkowych dekstryn o DP = 3–9 reszt glukozy, które zgodnie z koncepcją Martina i Hoseneya [23], autorów nowego modelu starzenia się miękiszu, przeszkadzają w tworzeniu sieciujących wiązań wodorowych pomiędzy frakcją skrobiową a włóknami glutenu, a przez to ograniczają jego twardnienie. W rozważaniach tych nie można jednak pominąć późniejszych sugestii Gerrarda i wsp. [10], którzy prowadzili badania nad rolą enzymu alfa-amylazy w procesie hamowania czerstwienia pieczywa. Autorzy ci sugerują bowiem, że chociaż zawartość dekstryn w miękiszu chleba koreluje ze zmianami jego twardości, to nie dekstryny bezpośrednio hamują proces twardnienia, ale ich obecność jest odzwierciedleniem modyfikacji skrobi spowodowanej działaniem alfa-amylazy. Dowodem na słuszność tego stwierdzenia jest jednakowa zawartość dekstryn o DP= 3–7 jednostek reszt glukozy w miękiszu chlebów z dodatkiem glukoamylazy i kontrolnym – bez tego dodatku – mimo obserwowanego zahamowania czerstwienia jedynie w chlebie z glukoamylazą. Zatem, wg Gerrarda i wsp. [10], to nie niskocząsteczkowe dekstryny spowodowały ten efekt, lecz prawdopodobnie zaburzenia w krystaliczności ziarenek skrobiowych, wynikające z działania alfa-amylazy, która rozrywa łańcuchy skrobiowe w sieci krystalicznej, powodując powstawanie rejonów krystalicznych o mniejszych rozmiarach.

Wydaje się, że w związku z największą aktywnością amylolityczną mąki pszenżytniej, w porównaniu z mąką pszenną i żytnią, wystarczającą ilość niskocząsteczkowych dekstryn, a co za tym idzie – odpowiednią modyfikację skrobi – zapewnił już 2, a nie 5% udział tej zaparzonej mąki. Fakt ten wydaje się szczególnie cenny w kontekście znalezienia nowego zastosowania mąki z tego zboża, jako naturalnego polepszacza mąk pszennych.

Tabela 8

Wpływ dodatku zaparzonej mąki pszenzynnej na zmiany wilgotności i na parametry tekstury miększu podczas przechowywania.

Influence of addition of scalded triticale flour on changes of crumb moisture and parameters of crumb texture of bread during storage.

Rodzaj chleba Kind of bread	Czas przechowywania [dni] Storage [days]	Wilgotność Moisture [%]	Twardość Hardness [kg]	Sprężystość Springiness	Spójność Cohesiveness	Gumowatość Gumminess [kg]	Zujność Chewiness	Elastyczność Resilience
Mąka pszenna t 650 standard f 1-15, f 2-45**	0*	44,06	0,529	1,055	0,790	0,396	0,350	0,475
	1	44,05	1,021	0,988	0,454	0,419	0,410	0,221
	2	44,03	1,038	0,980	0,385	0,486	0,560	0,147
	3	43,89	1,416	0,970	0,338	0,553	0,570	0,124
Mąka pszenna +2% zaparzona pszenzynia F 1-15, f 2-30	0	44,24	0,487	0,995	0,798	0,339	0,344	0,474
	1	43,73	0,866	0,977	0,496	0,401	0,361	0,212
	2	43,60	1,053	0,977	0,402	0,422	0,392	0,165
	3	43,11	1,116	0,967	0,318	0,430	0,428	0,104
Mąka pszenna +2% zaparzana pszenzynia f 1-15, f 2-45	0	44,17	0,244	1,036	0,808	0,185	0,187	0,482
	1	43,08	0,641	1,019	0,503	0,266	0,195	0,236
	2	43,03	0,651	0,964	0,430	0,329	0,297	0,185
	3	43,03	0,654	0,922	0,319	0,388	0,314	0,125
Mąka pszenna + 5% zaparzona pszenzynia f 1-15, f 2-30	0	44,51	0,491	0,973	0,637	0,272	0,267	0,467
	1	43,90	0,858	0,967	0,448	0,284	0,273	0,208
	2	43,78	0,863	0,968	0,341	0,294	0,277	0,126
	3	43,70	0,963	0,956	0,331	0,324	0,309	0,119
Mąka pszenna + 5% zaparzona pszenzynia f 1-15, f 2-45	0	44,30	0,407	1,372	0,778	0,317	0,296	0,445
	1	43,37	0,544	1,295	0,431	0,267	0,295	0,212
	2	43,25	0,568	1,210	0,401	0,238	0,230	0,166
	3	43,22	0,574	0,963	0,292	0,167	0,202	0,103
Mąka pszenna + 10% zaparzona pszenzynia f 1-15, f 2-30	0	43,51	0,485	1,111	0,767	0,343	0,412	0,431
	1	43,37	0,915	0,960	0,460	0,377	0,415	0,220
	2	42,98	0,950	0,952	0,428	0,389	0,464	0,204
	3	42,90	1,181	0,945	0,366	0,432	0,476	0,138
Mąka pszenna + 10% zaparzona pszenzynia f 1-15, f 2-45	0	43,49	0,478	0,964	0,806	0,457	0,433	0,484
	1	43,23	0,850	0,950	0,538	0,380	0,433	0,268
	2	42,71	0,888	0,940	0,421	0,364	0,351	0,181
	3	42,52	1,001	0,934	0,339	0,293	0,348	0,122

*0 - dzień wypieku (day of baking), 1 - pierwszy dzień po wypieku (first day after baking), 2 - drugi dzień po wypieku (second day after baking), 3 - trzeci dzień po wypieku (third day after baking)

**f 1 - fermentacja w naczyniu miesiarki [min] / fermentation in bowl of mixer, f 2 - fermentacja kęsów ciasta w foremkach [min] / fermentation of piece of dough in moulds

Wnioski

1. Zastosowane warunki zaparzania mąk okazały się właściwe w celu uaktywnienia enzymów amylolitycznych i przeprowadzenia hydrolizy skrobi zawartej w mące.
2. Dodatki zaparzonej mąki pszennej, żytniej i pszenżytniej w ilości 5 i 10% masy mąki, w każdym przypadku zahamowały proces starzenia się chleba.
3. Nie poleca się stosowania zaparzonej mąki pszennej jako dodatku przedłużającego świeżość pieczywa, z powodu występowania niepożądanego zapachu takiego chleba.
4. Bardziej korzystnym, ze względu na jakość ocenianych chlebów oraz przedłużenie ich świeżości, okazał się 5% dodatek zaparzonej mąki żytniej i pszenżytniej.
5. W związku z dużą aktywnością enzymów amylolitycznych zawartych w mące pszenżytniej, do uzyskania korzystnych efektów wynikających ze stosowania zaparzonej mąki, to jest większej wydajności pieczywa, zwiększonej jego objętości oraz wydłużonej świeżości, wystarczy już 2% dodatek tej mąki.
6. Zwiększenie aktywności enzymów amylolitycznych, podczas 18 godzinnej fermentacji zaparzonej mąki, nie dało możliwości skrócenia czasu fermentacji ciasta podczas wypieku chlebów metodą bezpośrednią.

LITERATURA

- [1] Ambroziak Z. (red): *Piekarstwo i ciastkarstwo*. WNT, Warszawa 1988.
- [2] Ask L., Nair B., Asp N.G.: Effect of scalding procedures on the degradation of starch in rye products, *J. of Cereal Sci.*, **13**, 1991, 15.
- [3] Axford D.W.E., Mc Dermott E.E., Redman D.G.: Dodecylo sulphate test of bread making quality. Comparison with Pelshenke and Zeleny tests, *Cereal Chem.*, **56**, 1979, 582.
- [4] Boyle P.J., Hebeda R.E.: Antistaling enzyme for baked goods, *Food Technol.*, **44**, 1990, 129.
- [5] Cygankiewicz A.: Wartość technologiczna ziarna materiałów hodowlanych pszenicy ozimej i jarej na tle badań własnych i światowych, *Biuletyn IHAR*, **204**, 1997, 219.
- [6] D'Appolonia B.L., Morad M.M.: Breads Staling.: *Cereal Chem.*, **58**, 1981, 186.
- [7] Every D., Ross M.: The role of dextrans in the stickiness of bread crumb made from pre-harvest sprouted wheat or flour containing exogenous alpha-amylase, *J. of Cereal Sci.*, **23**, 1996, 247.
- [8] Fik M., Celej A.: Niektóre aspekty czerstwienia pieczywa i sposoby jego powstrzymywania, *Chłodnictwo*, **28**, 1993, 29.
- [9] Gambuś H., Gambuś F., Borowiec F., Zając T.: Możliwość zastosowania nasion lnu oleistego w piekarstwie, *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, nr 360 TŻ, 11, 1999, 83.
- [10] Gerrard J.A., Every D., Sutton K.H., Gilpin M.J.: The role of maltodextrins in the staling of bread, *J. of Cereal Sci.*, **26**, 1997, 201.
- [11] Ghiasi K., Hosenev R.C., Zeleznak K., Rogers D.E.: Effect of waxy barley starch and reheating on firmness of bread crumb, *Cereal Chem.*, **61**, 1984, 281.

- [12] Hopek M.: Enzymatyczna modyfikacja ciasta, Praca magisterska wykonana w Katedrze Technologii Węglowodanów w Krakowie, 1998.
- [13] ICC-Standards. Standard methods of the International Association for Cereal Science and Technology (ICC), Printed by ICC-Vienna, 1995.
- [14] Jakubczyk T., Haber T. (red): Analiza zbóż i przetworów zbożowych, SGWW – AR Warszawa 1983.
- [15] Jankowski S.: Zarys technologii zbóż i strączkowych jadalnych cz. III, Technologia piekarstwa, makaronu, preparatów zbożowych i pasz. PWN, Warszawa - Poznań 1969.
- [16] Kamel B.S., Stauffer C.E.: Advances in baking technology, Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, Glasgow, UK, 1993.
- [17] Kim S.K., D'Appolonia B.L.: The role of wheat flour constituents in bread staling, *The Bakers Digest*, **51**, 1977, 38.
- [18] Koźmina N.P.: Biochemia technologii pieczywa. WNT, Warszawa 1974.
- [19] Larsson M., Sandberg A.S.: Phytate reduction in bread containing oat flour, oat bran or rye bran, *J. of Cereal Sci.*, **14**, 1991, 141.
- [20] Lin W., Lineback D.R.: Changes in carbohydrate fractions in enzyme supplemented bread and the potential relationship to staling, *Starch/Stärke*, **42**, 1990, 385.
- [21] Mac Master M.M.: Starch research and baking, *The Bakers Digest*, **36**, 1961, 42.
- [22] Martin M.L., Zeleznak K.J., Hoseney R.C.: A mechanism of bread firming I. Role of starch swelling, *Cereal Chem.*, **68**, 1991, 498.
- [23] Martin M.L., Hoseney R.C.: A mechanism of bread firming II. Role of starch hydrolyzing enzymes, *Cereal Chem.*, **68**, 1991, 503.
- [24] Morgan K.M., Hutt L., Gerrard J., Every D., Ross M., Gilpin M.: Staling in starch breads: the effect of antistaling alpha-amylase, *Starch/Stärke*, **49**, 1997, 54.
- [25] PN-89/A-74108. Pieczywo. Metody badań i ocena punktowa, Wyd. Normalizacyjne 1989.
- [26] Reński A.: Technologia piekarstwa, t. 2, WSiP, Warszawa 1984.
- [27] Senti F.R., Dimler R.J.: Changes in starch and gluten during ageing of bread, *The Bakers Digest*, **34**, 1960, 23.

THE POSSIBILITY OF USING SCALDED WHEAT, RYE AND TRITICALE FLOUR IN WHEAT BREAD BAKING

Summary

In rye bread production, partial scalding of flour has been used for a long time to improve its quality and extend freshness time. The aim of undertaken studies was to check if the similar effect could be obtained by using 2, 5 and 10% additions (weight per weight of wheat flour) of scalded wheat, rye or triticale flour to wheat flour dough. Scalding was performed by mixing flour with hot (75°C) water in proportion 1:2, and incubating the obtained suspension at 40°C for 18 hours. Dough fermentation time was either 45 or 60 minutes.

All applied supplements of scalded flour inhibited bread ageing. However, addition of scalded wheat flour to wheat flour dough is not recommended due to unwanted bread odour.

5% of scalded rye and triticale flour together with longer fermentation time (used as standard in direct method of wheat bread baking) were optimal for quality parameters and freshness time.

Due to its high amylolytic activity, only 2% addition of scalded triticale flour was enough to obtain better bread properties, i.e. higher efficiency, larger volume and longer freshness. ❖