

HALINA GAMBUŚ**MAREK GIBIŃSKI**

Katedra Technologii Węglowodanów, AR Kraków

Wpływ dodatku skrobi owsianej na jakość i starzenie się pieczywa pszennego

The effect of addition of oat starch on wheat bread quality and staling

Celem pracy było wykazanie wpływu dodatku substancji tłuszczowych naturalnie występujących w skrobi owsianej na jakość i starzenie się modelowych chlebków (40 g) wypieczonych ze skrobi pszennej i suchego glutenu witalnego. Część skrobi pszennej, w ilości 5, 10, 15 i 20% zastępowano skrobią owsianą. Poczyniono także próby wypieku chlebków pszennych o masie 250 g, w których mąkę pszenną zastępowano skrobią owsianą w ilości 10 i 20% w stosunku do masy mąki. Otrzymane chleby były oceniane w dniu wypieku i podczas 3 dni przechowywania. Wszystkie stosowane dodatki skrobi owsianych do wypieku modelowych chlebków zwiększyły wydajność pieczywa, zmniejszyły stratę wypiekową a także wpłynęły korzystnie na penetrację (twardość) miękiszu, co pozwoliło na utrzymanie ich wysokiej oceny sensorycznej, mimo niewielkiego zmniejszenia objętości. Nie zaobserwowano korzystnego wpływu dodatku skrobi owsianych na jakość chlebków pszennych (250 g).

Słowa kluczowe: jakość pieczywa, modelowe chlebki, skrobia pszenna, skrobia owsiana, starzenie się pieczywa

The aim of this study was to show the effect of the addition of lipid naturally occurring in oat starch on the quality and ageing of model pup loaves (40 g) baked from wheat starch and dry vital gluten. A certain part of wheat starch 5, 10, 15 and 20% was substituted by oat starch. Trials were also undertaken to bake wheat bread 250 g in weight, in which wheat flour was substituted by oat starch up to 10 and 20% of the whole flour mass. The loaves were evaluated on the day of baking and then during 3 days of storage. All the oat starch additives to the model pup loaves caused enhanced the efficiency of baking and diminished backing losses. They also improved the degree of crumb penetration, which made possible to gain the high sensor scores, irrespective of a slight volume decrease. No positive effect of oat starch lipid on the quality and staling of wheat breads (250 g) was observed.

Key words: quality of bread, model pup loaves, wheat starch, oat starch, ageing of breads

WSTĘP

W technologii piekarskiej i pieczywa cukierniczego coraz więcej uwagi poświęca się strukturotwórczej roli skrobi i jej znaczeniu w tworzeniu wartości wypiekowej mąki. W poprawie struktury i cech smakowych miękiszu wyrobów piekarskich przypisuje się udział m.in. kompleksom skrobiowo-tłuszczowym. Kompleksy te hamują retrogradację

amylozy i amylopektyny, który to proces uważany jest za jeden z głównych czynników pogarszających jakość żywności. Retrogradacja jest m.in. odpowiedzialna za starzenie się pieczywa (Riisom i in., 1984; Gudmundsson i Eliasson, 1990; Martin i in., 1991; Gambuś, 1997).

Od chwili, gdy udowodniono, że ponowna krystalizacja amylozy zachodzi już podczas chłodzenia pieczywa po wypieku coraz częściej twierdzi się, że zmniejszenie ilości wolnej amylozy w miększu może się przyczynić do poprawienia jego elastyczności, co wykazano stosując dodatek monoglicerydów do ciasta (Riisom i in., 1984; Soral-Śmietana, 1992; Kweon i Park, 1994). Monoglicerydy bowiem podczas wypieku stają się aktywne w tworzeniu kompleksów z amylozą, dlatego pęcznienie ziarenek skrobi w miększu chleba jest opóźnione i zmniejsza się ilość wolnej amylozy, która z nich wypłynęła (Legendijk i Pennings, 1970; Eliasson i Krog, 1985; Soral-Śmietana, 1992).

Tłuszcze skrobiowe wpływają również na stopień retrogradacji. Usunięcie substancji tłuszczowych występujących w naturalnej skrobi zwiększało stopień jej retrogradacji (Morrison, 1988), co pozwalało przypuszczać, że mogą one również wywierać wpływ na twardość przechowywanego pieczywa (Mac Ritchie, 1981).

Badania, w których odtłuszczone skrobie użyto do wypieku modelowych chlebków, potwierdziły te przypuszczenia i udowodniły, że tłuszcze skrobiowe odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu jakości i starzeniu się modelowych chlebków (Gambuś, 1997).

Celem badań podjętych w tej pracy było sprawdzenie, czy rodzime substancje tłuszczowe zawarte w skrobi wpłyną podobnie jak monoglicerydy egzogenne dodawane do ciasta. Jako źródła naturalnego tłuszczu skrobiowego użyto skrobi owsianej, która charakteryzuje się największą zawartością substancji tłuszczowych spośród poznanych skrobi zbożowych (Paton, 1974, 1977; Gambuś, 1997).

MATERIAŁ I METODY

W pierwszym etapie pracy materiałem badawczym były skrobie zbożowe pszena i owsiana. Skrobię pszenną wyodrębniono z pszenicy odmiany Emika sposobem laboratoryjnym używając 0,1% roztworu NaCl (Gambuś i in., 1994). Skrobie owsiane wyodrębniono metodą Patona (Paton, 1977) z owsa odmiany Halny oraz z mieszanki handlowej, którą w dalszej części pracy nazwano skrobią owsianą przemysłową.

W otrzymanych skrobiach oznaczono podstawowe fizyczno-chemiczne właściwości: zawartość białka ogółem ($N \times 5,7$) (Richter i in., 1969), zawartość fosforu całkowitego (Marsh, 1959), zawartość tłuszczu surowego (Richter i in., 1969), zdolność wiązania wody i rozpuszczalność skrobi w wodzie w temperaturze 60°C i 80°C (Richter i in., 1969) oraz charakterystykę kleikowania 8,5% zawiesin wodnych w viskozymetrze rotacyjnym Rheotest 2 (Gambuś i Nowotna, 1992).

W drugim etapie pracy materiałem badawczym były modelowe chlebki wypieczone ze skrobi pszennej według następującej receptury (Gambuś i in., 1988): 80 g (s.s.) skrobi pszennej, 20 g (s.s.) suchego glutenu witalnego, 8 g cukru, 3 g soli, 1,5 g suszonych drożdży piekarskich i 70 cm³ wody o temp. 30°C. Wydajność ciasta wynosiła 170%, a masa kęsów — 40 g.

W chlebkach częściowo zastępowano skrobię pszenną skrobią owsianą przemysłową w ilości 5, 10, 15 i 20% masy skrobi pszennej oraz w 20% skrobią owsianą Halny.

Ponadto wypieczono chleby pszenne (o masie kęsów 250 g), w których część mąki pszennej, w ilości 10 i 20% zastępowano skrobią owsianą. W dniu wypieku oznaczano objętość pieczywa w materiale sypkim oraz oceniano wyróżniki jego jakości według PN-89/A-74108. Wyliczano także stratę wypiekową całkowitą i wydajność pieczywa (Jakubczyk, Haber, 1983). Proces starzenia się uzyskanych chlebków i chlebów badano podczas przechowywania ich w woreczkach foliowych, w komorze przechowywania o temp. 23–24°C i wilgotności względnej 64%, przez okres 4 dni. W każdym dniu określano twardość miękiszu mierząc jego penetrację penetrometrem PNR-10. Sporządzano również przez 4 kolejne dni wodny ekstrakt z 10 g miękiszu modelowych chlebków, wykorzystując postępowanie zaproponowane przez Neukoma i Rutza (1981). W klarownym ekstrakcie oznaczano wartość niebieską jako wskaźnik zawartości wolnej amylozy w miększu, spektrofotometrem Specord M-42 firmy Carl Zeiss, przy długości fali 635 nm.

WYNIKI I DYSKUSJA

Skrobie owsiane wyodrębnione sposobem laboratoryjnym cechowały się zdecydowanie większą zawartością fosforu całkowitego i tłuszczu surowego w porównaniu ze skrobią pszenną (tab. 1). Skrobie owsiane wykazały też mniejszą zdolność wiązania wody, zarówno w temperaturze 60°C jak i 80°C oraz kilkakrotnie mniejszą rozpuszczalność w wodzie w tych temperaturach, przy czym skrobia z odmiany owsa Halny odznaczała się najmniejszą rozpuszczalnością, co było spowodowane największą zawartością substancji tłuszczowych w niej zawartych.

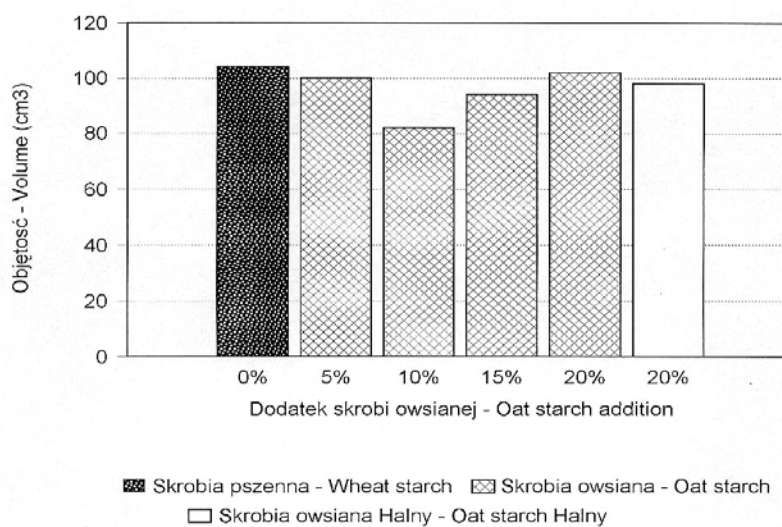
Z większą zawartością tłuszczów w skrobiach owsianych związana jest również ich znacznie wyższa temperatura kleikowania w porównaniu ze skrobią pszenną, ponieważ kompleksy amylozowo-tłuszczowe ograniczają pęcznienie, rozpuszczalność oraz wpływ amylozy z ziarenek skrobiowych (Morrison, 1988; Gambuś i Nowotna, 1992; Soral-Śmietana, 1992; Kostyra i Soral-Śmietana, 1994).

Lepkość maksymalna kleików skrobi owsianych okazała się prawie dwukrotnie większa niż kleików skrobi pszennej, co jest zgodne z wynikami wcześniejszych badań Patona (1974, 1977). Jest to prawdopodobnie związane z dużo mniejszą ziarnistością skrobi owsianych w porównaniu ze skrobią pszenną (Gambuś, 1997), a także z nieco odmienną strukturą ich amylozy i amylopektyny. Jak wiadomo bowiem z badań Patona (1977) amyloza owsiana odznacza się większą wartością lepkości właściwej (2,46–2,99 g/cm³) niż skrobia pszenna (2,33 g/cm³), co świadczy o tym, że ma ona budowę bardziej liniową. Natomiast mniejsza lepkość właściwa amylopektyny owsianej w porównaniu z psenną świadczy o większym stopniu rozgałęzienia jej łańcuchów. Niewielki wzrost lepkości kleików skrobi owsianych po ich ochłodzeniu do temp. 50°C świadczy o mniejszej tendencji tych skrobi do retrogradacji. Tę cechę, obok dużej zawartości substancji tłuszczowych, uznano również za bardzo interesującą z punktu widzenia zastosowania skrobi owsianych w piekarstwie.

Tabela 1

Porównanie fizyczno-chemicznych właściwości skrobi owsianych i skrobi pszennej
Comparison of physicochemical properties of oat starches and wheat starch

Charakterystyka skrobi Starch characteristic	Skrobia pszenna Wheat starch Emika	Skrobia owsiana — Oat starch	
		z odmiany Halny of Halny variety	przemysłowa industrial starch
Zawartość białka ogółem (% s.m.) Total protein content (% d.m.)	0,18	0,13	0,21
Zawartość fosforu całkowitego (% s.m.) Total phosphorus content (% d.m.)	0,044	0,071	0,076
Zawartość tłuszczu surowego (% s.m.) Raw fat content (% d.m.)	0,58	1,70	1,03
Zdolność wiązania wody (g/g s.m.): Water binding capacity (g/g d.m.):			
— w 60°C / at 60°C	8,5	5,4	6,2
— w 80°C / at 80°C	9,8	6,4	6,5
Rozpuszczalność w wodzie (% s.m.): Starch solubility in water (% d.m.):			
— w 60°C / at 60°C	4,2	0,8	0,6
— w 80°C / at 80°C	8,6	0,6	0,8
Temperatura kleikowania (C) Pasting temperature	74	88,5	85
Lepkość maksymalna (j.u.) Maximum viscosity (J.U.)	68	119	112
Lepkość po 20 min. w 96°C (j.u.) Viscosity after 20 min at 96°C (J.U.)	54	106	117
Lepkość po ochłodzeniu do 50°C (j.u.) Viscosity after cooling to 50°C (J.U.)	106	114	122



Rys. 1. Wpływ dodatku różnych ilości skrobi owsianych na objętość modelowych chlebków
Fig. 1. Effect of various amounts of oat starches on the volume of model pup breads

Częściowe zastąpienie skrobi pszennej w modelowych chlebkach skrobią owsianą wpłynęło na zmniejszenie ich objętości w porównaniu z chlebkiem standardowym (rys. 1).

Spowodowane to było prawdopodobnie drobnoziarnistością skrobi owsianych, która to cechą ze względu na mniejszą rolę małych ziarenek w tworzeniu struktury ciasta i miększu chleba (Kulp, 1973; Gambuś, 1997), okazała się w tym przypadku niekorzystna.

Żaden z zastosowanych dodatków skrobi owsianych nie zmniejszył ani masy chlebków ani wydajności pieczywa, wpływając jednocześnie na zmniejszenie straty wypiekowej (tab. 2). Mimo niewielkiego zmniejszenia objętości, wszystkie zastosowane dodatki skrobi owsianych pozwoliły utrzymać ocenę sensoryczną modelowych chlebków w pierwszej klasie jakości.

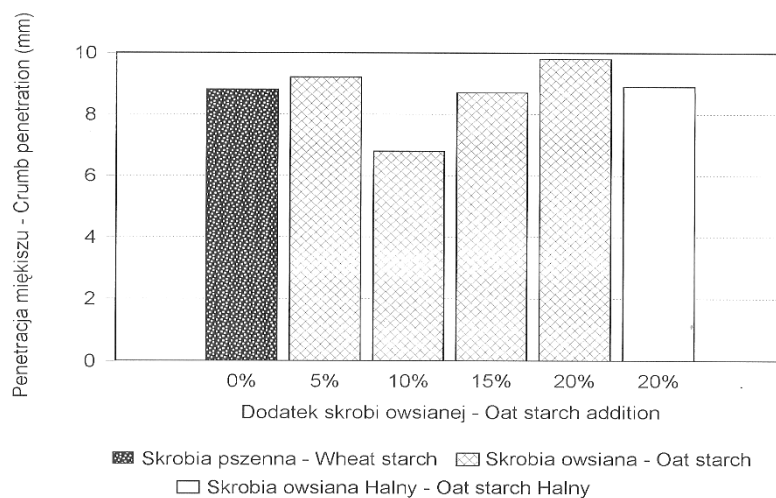
Tabela 2

Wpływ częściowego zastąpienia skrobi pszennej (SP) skrobią owsianą (SO) na wybrane parametry jakości modelowych chlebków (40 g)
Effect of partial substitution of wheat starch (SP) by oat starch (SO) on some indices of model bread quality (40g)

Rodzaj chlebka Kind of bread	Masa po ochłodzeniu Mass after cooling (g)	Penetracja miększu (mm) Crumb penetration		Wydajność pieczywa Yield of bread (%)	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss (%)	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
		w 1 dniu on 1 st day	w 4 dniu on 4 th day			punkty scores	klasa jakości grade
100% SP (standard)	34,7	8,7	1,6	147	13,4	38	I
95% SP + 5% SO	35,3	9,2	2,3	150	11,6	38	I
90% SP + 10% SO	34,7	6,8	2,3	148	13,2	36	I
85% SP + 15% SO	35,6	8,6	2,5	151	11,0	38	I
20% SP + 20% SO	35,5	9,8	2,8	151	11,2	38	I
80% SP + 20% SO Halny	35,7	8,9	2,7	152	10,8	37	I

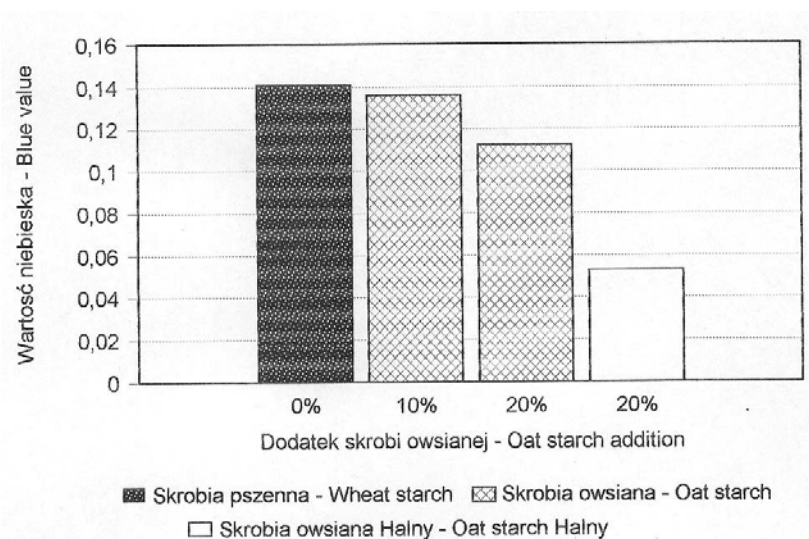
Generalnie dodatki skrobi owsianych wywarły także korzystny wpływ na twardość (penetrację) miększu modelowych chlebków (rys. 2) szczególnie, gdy dodano 20% skrobi owsianej przemysłowej.

Po 4 dniach od wypieku wszystkie chlebki zawierające skrobię owsianą odznaczały się również bardziej miękkim miększem (o większej penetracji), w porównaniu z chlebkiem kontrolnym (rys. 4). Wydaje się, że kompleksy amylozowo-tłuszczowe ograniczając pęcznienie skrobi owsianej (wysoka temperatura kleikowania i mała rozpuszczalność w wodzie, tab. 1), zahamowały wpływ amylozy z tej skrobi podczas wypieku. Dodatkowo pewna część monoglicerydów zewnętrznych skrobi owsianej mogła unieruchomić amylozę pochodzącą ze skleikowanej skrobi pszennej, łącząc się z nią również w kompleksy. Wobec tego, w miększu chlebków z udziałem skrobi owsianej znajdowała się mniejsza ilość wolnej amylozy podlegającej procesowi retrogradacji podczas przechowywania, co przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 2. Wpływ dodatku różnych ilości skrobi owsianych na penetrację miększu modelowych chlebków w dniu wypieku

Fig. 2. Effect of various amounts of oat starches on crumb penetration of pup breads on the day of baking



Rys. 3. Spowolnienie wypływu amylozy do miększu modelowych chlebków przez tłuszcz zawarty w skrobiach owsianych (dzień wypieku)

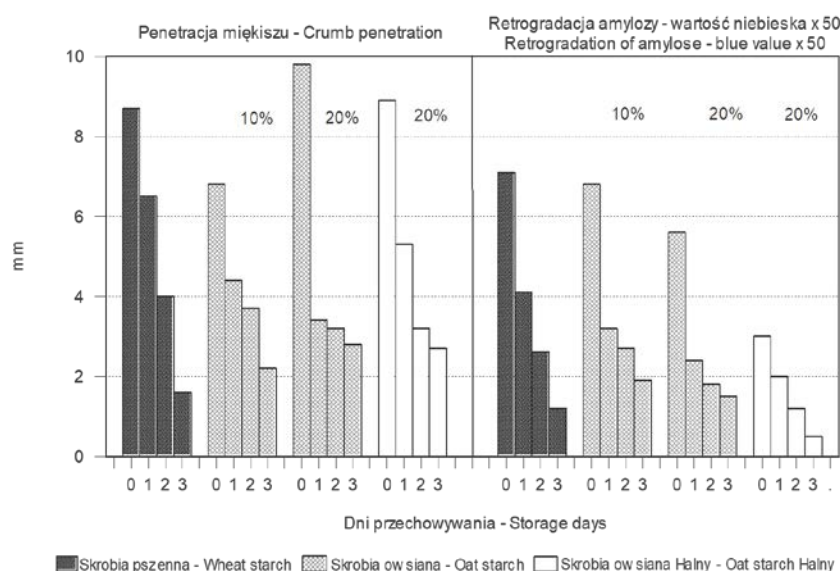
Fig 3. Slowing down of outflow of amylose to crumb of model pup breads by fat contained in oat starch (day of baking)

Im większa ilość substancji tłuszczowych została wniesiona do ciasta wraz ze skrobią owsianą, tym mniejszą koncentrację wolnej amylozy oznaczono w ekstrakcie z miększu

od razu w dniu wypieku (mniejsza wartość niebieska na rysunku 3). Najmniejszą wartość niebieską zanotowano w wodnym ekstrakcie z miękiszu chlebaka z 20-procentowym udziałem skrobi owsianej z odmiany Halny, która charakteryzowała się największą wśród analizowanych skrobi zawartością substancji tłuszczowych (1,7%).

Chociaż badania zmian strukturalnych przy zastosowaniu skaningowej kalorymetri różnicowej (DSC) wykazały, że za powolne twardnienie miękiszu chleba podczas przechowywania odpowiedzialna jest powolna retrogradacja amylopektyny, dowiedziono jednak, że duże stężenie wolnej amylozy przyspiesza retrogradację skrobi i amylopektyny (Soral-Śmietana, 1992). Stąd zmniejszenie stężenia amylozy jak również ograniczenie giętkości jej cząsteczek, na skutek łączenia się jej w kompleksy amylozowo-tłuszczowe, hamuje proces retrogradacji skrobi (Lagendijk i Pennings, 1970). Tę sytuację można zaobserwować zarówno na rysunku 3, jaki i na rysunku 4.

W każdym przypadku zastąpienie pewnej ilości mąki w chlebie pszennym skrobią owsianą powodowało zmniejszenie wydajności pieczywa i zwiększenie straty wypiekowej (tab. 3). W widoczny sposób zmniejszyła się też objętość chlebów, szczególnie drastycznie przy 20% dodatku tych skrobi.



Rys. 4. Wpływ dodatku skrobi owsianych na proces starzenia się modelowych chlebków
Fig. 4. Effect of various amounts of oat starches on staling of model pup breads

Przyczyny pogorszenia jakości chlebów pszennych ze skrobią owsianą należy upatrywać w niewielkiej ziarnistości tej skrobi (3–18 μm) (Paton, 1974), co wiąże się z jej gorszymi właściwościami wypiekowymi, a także w zbyt dużym „rozcieńczeniu” glutenu, szczególnie w chlebie z 20% udziałem skrobi owsianej.

Z mniejszą objętością tych chlebów związana jest ich dużo mniejsza penetracja (większa twardość miękiszu) w porównaniu z chlebem standardowym, mimo, iż chleby

z 10% udziałem skrobi owsianych odznaczały się większą penetracją miękiszu w pierwszym dniu przechowywania. Wydaje się jednak, że znacznie większy wpływ niż obecność tłuszczu skrobiowego wywarła na tę cechę oporność małych ziarenek skrobi owsianej na proces kleikowania, co wpłynęło korzystnie na uplastycznienie glutenu i stąd zmniejszenie twardości miękiszu. Pogorszenia oceny sensorycznej nie spowodował jedynie 10% dodatek skrobi owsianej Halny. Nie zauważono również korzystnego wpływu substancji tłuszczowych zawartych w skrobiach owsianych na proces starzenia się chlebów pszennych, o czym świadczy znacznie mniejsza penetracja miękiszu w 4 dniu przechowywania, w porównaniu z chlebem standardowym.

Tabela 3

Wpływ częściowego zastąpienia mąki pszennej (MP) skrobią owsianą (SO) na wybrane parametry jakości chlebów pszennych (250 g)
Effect of partial substitution of wheat starch (MP) by oat starch (SO) on some indices of wheat bread quality (250 g)

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa po ochłodzeniu Mass after cooling (g)	Objętość chleba Volume of bread (cm ³)	Penetracja miękiszu Crumb penetration (mm)		Wydajność pieczywa Yield of bread (%)	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss (%)	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
			w 1 dniu on 1 st day	w 4 dniu on 4 th day			punkty scores	klasa jakości grade
100% MP typu 500 – (standard)	225	658	9,41	3,76	152	10,3	37	I
90% MP + 10% SO	220	555	10,75	2,43	150	11,7	30	II
80% MP + 20% SO	216	448	5,44	1,27	146	13,6	27	III
90% MP + 10% SO Halny	223	618	9,80	3,26	151	10,6	36	I
80% MP + 20% SO Halny	221	448	5,07	1,44	149	11,8	27	III

WNIOSKI

1. W porównaniu ze skrobią pszenną, skrobie owsiane charakteryzowały się większą zawartością fosforu całkowitego i tłuszczu surowego, mniejszą zdolnością wiązania wody i kilkakrotnie mniejszą rozpuszczalnością w wodzie w temp. 60°C i 80°C, oraz większą temperaturą kleikowania, lepkością maksymalną i lepkością po ochłodzeniu kleiku do temp. 50°C.
2. Wszystkie stosowane dodatki skrobi owsianych do wypieku modelowych chlebków zwiększyły wydajność pieczywa, a także wpłynęły korzystnie na penetrację (twardość) miękiszu, co pozwoliło na utrzymanie ich wysokiej oceny sensorycznej, mimo niewielkiego zmniejszenia objętości w porównaniu z chlebem standardowym.
3. Substancje tłuszczowe zawarte w skrobiach owsianych, poprzez ograniczenie stężenia wolnej amylozy zawartej w miękiszu modelowych chlebków i częściową eliminację procesu jej retrogradacji, wpłynęły na polepszenie struktury miękiszu podczas

- przechowywania. Najbardziej korzystny pod tym względem okazał się 20% dodatek skrobi owsianych.
4. Nie zaobserwowano korzystnego wpływu dodatku skrobi owsianych na jakość chlebów pszennych.

LITERATURA

- Eliasson A. C., Krog N. 1985. Physical properties of amylose-monoglyceride complexes. *J. Cereal Sci.* 3: 239 — 248.
- Gambuś H. 1997. Wpływ fizyczno-chemicznych właściwości skrobi na jakość i starzenie się pieczywa (badania modelowe). *Zesz. Nauk. AR, Kraków. Rozprawy* 226.
- Gambuś H., Fortuna T., Nowotna A. 1994. Zależność fizyko-chemicznych właściwości skrobi pszenżytniej od sposobu jej wyodrębniania. *Zesz. Nauk. AR, Kraków, Technologia Żywności*, 6: 97 — 105.
- Gambuś H., Lewczuk J., Nowotna A., Fortuna T. 1988. Effect of physico-chemical properties of triticale starch on selected indices quality. *Acta Alim. Pol.*, 14: 131 — 137.
- Gambuś H., Nowotna A. 1992. Physico-chemical properties of defatted triticale starch. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 1/42: 101-107.
- Gudmundsson M., Eliasson A. C. 1990. Retrogradation of amylopectin and the effect of amylose and added surfactants/emulsifiers. *Carbohydrate Polymers*, 13: 295 — 315.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.). 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Skrypt, SGGW, Warszawa.
- Kostyra H., Soral-Śmietana M. 1994. Interakcje skrobi z ligandami. Materiały na VI Letnią Szkołę Skrobiową, Poznań: 85 — 96.
- Kulp K. 1973. Characteristics of small-granule starch of flour and wheat. *Cereal Chem.* 50: 666 — 679.
- Kweon M. R., Park K. H. 1994. Phospholipid hydrolysate and antistaling amylase effects on retrogradation of starch in bread. *J. Food Sci.* 59: 1072 — 1080.
- Legendijk J., Pennings H. J. 1970. Relation between complex formation of starch with monoglycerides and the firmness of bread. *Cereal Sci. Today*, 15: 354 — 365.
- Mac Ritchie F. 1981. Flour lipids: Theoretical aspects and functional properties. *Cereal Chem.* 58: 156 — 158.
- Marsh B. B. 1959. The estimation of inorganic phosphate in the presence of adenosine triphosphate. *Biochem. Biophys. Acta* 32: 357 — 359.
- Martin M. L., Zeleznak K. J., Hoseney R. C. 1991. A mechanism of bread firming. I. Role of starch swelling. *Cereal Chem.* 68: 498 — 503.
- Morrison W. R. 1988. Lipid in cereal starches: A review. *J. Cereal Sci.* 8: 1 — 15.
- Morrison W. R., Laignelet B. 1983. An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *J. Cereal Sci.* 1: 9 — 20.
- Neukom H., Rutz W. 1981. Observation on starch retrogradation and bread staling. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 14: 292 — 295.
- Paton D. 1974. The effects of chemical modification on the pasting characteristics of a high-protein oat flour (Hinoat). *Cereal Chem.* 51: 641 — 647.
- Paton D. 1977. Oat starch. Extraction, purification and pasting properties. *Starch/Stärke*, 29: 149 — 153.
- PN-89/A-74108 *Pieczywo. Metody badań i ocena punktowa*. 1989. Wydaw. Norm., Warszawa.
- Richter M., Augustat S., Schierbaum F. 1969. *Ausgewählte Methoden der Stärkechemie*. VEB Fachbuchverlag, Leipzig.
- Riisom T., Krog N., Eriksen J. 1984. Amylose complexing capacities of cis — and trans-unsaturated monoglycerides in relation to their functionality in bread. *J. Cereal Sci.* 2: 105 — 118.
- Russel P. L. 1983. A kinetic study of bread staling by differential scanning calorimetry and compressibility measurements. The effect of added monoglyceride. *J. Cereal Sci.* 1: 297 — 303.
- Soral-Śmietana M. 1992. Badania interakcji skrobi zbożowych z tłuszczowcami, indukowanych cieplnie w procesach technologicznych. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Technologia Alimentarium*, 24B: 3 — 57.