

ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, ANNA CZUBASZEK,
DOROTA ŁUCZAK, ANNA FRĄCZAK

JAKOŚĆ CIASTA I PIECZYWA PSZENNEGO Z DODATKIEM SERWATKI

Streszczenie

Celem podjętych badań było określenie wpływu dodatku zdemineralizowanej serwatki na właściwości ciasta i pieczywa pszenne. Materiał eksperymentalny stanowiła mąka pszenna typu 550 i 750 oraz serwatka w proszku, którą dodawano w ilości 2, 4, 6, 8 i 10 % w stosunku do naważki mąki. Mąkę pszenną oceniono na podstawie zawartości białka ogółem, wydajności i rozplywalności glutenu, wskaźnika sedymentacyjnego oraz liczby opadania. Analizowano właściwości mąki i ciasta pszenne bez dodatku serwatki i z jej dodatkiem na podstawie oznaczeń farinograficznego i ekstensograficznego. Wykonano wypieki laboratoryjne.

Mąka z komponentem serwatki w ilości powyżej 2 % odznaczała się mniejszą wodochłonnością, a uzyskane ciasto charakteryzowało się dłuższym czasem rozwoju oraz było bardziej podatne na rozciąganie w porównaniu z próbką kontrolną. Na większość cech ekstensograficznych istotny wpływ miała interakcja pomiędzy czasem fermentacji ciasta a wielkością dodatku serwatki. Pieczywo zawierające dodatek serwatki wykazywało większą wydajność.

Słowa kluczowe: mąka pszenna, serwatka, ciasto, chleb

Wprowadzenie

Chleb jest codziennym składnikiem diety, dlatego ważne jest, aby zawierał składniki korzystnie wpływające na zdrowie. Konsumenty wysoko cenią produkty naturalne, wobec tego należy szukać naturalnych dodatków, które będą poprawiać wartość odżywczą pieczywa, nie obniżając jego jakości. Takim komponentem zwiększającym żywieniowe, a także prozdrowotne właściwości pieczywa może być serwatka i produkty z niej otrzymane.

Serwatka jest produktem ubocznym, powstającym przy produkcji serów dojrzewających i twarogowych. Zawiera wiele specyficznych frakcji białkowych o dużej

Dr inż. Z. Karolini-Skaradzińska, dr hab. A. Czubaszek, mgr inż. D. Łuczak, mgr inż. A. Frączak, Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25/27, 50-375 Wrocław

wartości odżywczej, porównywalnej z białkami mleka krowiego i jaja kurzego. Białka te mają dobroczynne działanie w profilaktyce antyrakowej jelita [17] oraz mogą łagodzić niektóre efekty toksyczne wywołane przez aflatoksyny [28]. Wykazują one zdolność tworzenia półselektywnych błon na powierzchni żywności, zmniejszając w ten sposób higroskopijność gotowego produktu. Na uwagę zasługuje fakt, że udział serwatki w produkcie, dzięki takim jej cechom, jak: dobre właściwości emulgujące, zdolność pienienia się, wiązania wody oraz tworzenia struktur żelowych wywiera znaczący wpływ na cechy gotowego produktu. Wykazano, że jej dodatek wpływa na poprawę tekstury, zapachu i barwy niektórych wyrobów gotowych. Z tych względów jest ona wykorzystywana w przemyśle spożywczym do produkcji napojów, jogurtów, przetworów mięsnych, żywności ekstrudowanej, a także odżywek dla dzieci, sportowców oraz ludzi starszych [1, 2, 9, 10, 11, 18, 19, 27]. Znalazła ona również zastosowanie w branży cukierniczej i piekarskiej [3, 13, 15, 16].

Badania Ceglińskiej i wsp. [4] wskazują, że składniki mineralne pozyskiwane z serwatki mogą być zamiennikiem soli spożywczej w recepturze chleba. Indrani i wsp. [12] wykazali natomiast możliwość uzyskania dobrego pieczywa z dodatkiem białek serwatkowych.

Celem pracy było określenie wpływu sproszkowanej, zdeminerlizowanej serwatki na cechy ciasta i pieczywa pszenne.

Material i metody badań

Materiałem badawczym była handlowa mąka pszenna typu 550 i 750 oraz zdeminerlizowana serwatka w proszku. Badania przeprowadzono w dwóch seriach doświadczalnych na mące handlowej wyprodukowanej w latach 2007 - 2008. Ocenę jakościową mąk pszennych przeprowadzono wykonując oznaczenie zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla ($N \times 5,7$), wydajności i rozplywalności glutenu mokrego [22], wskaźnika sedymentacyjnego według Zeleny'ego [24] oraz liczby opadania [23]. W serwatce oznaczano zawartość: białka ogółem metodą Kjeldahla ($N \times 6,38$) oraz związków mineralnych w postaci popiołu [21]. Do mąki pszennej dodawano serwatkę w ilości 2, 4, 6, 8 i 10 % w stosunku do naważki mąki. Próbkę kontrolną stanowiła mąka pszenna bez dodatku serwatki. Wpływ serwatki na cechy ciasta i pieczywa określano stosując ocenę farinograficzną [25] i ekstensograficzną [26] oraz wykonując wypiek laboratoryjny metodą jednofazową. Ciasto zarabiano w miazarce farinograficznej, doprowadzając je do konsystencji 300 FU. Naważka mąki wynosiła 250 g, dodatek soli 1,5 %, a drożdży 3 % w stosunku do naważki mąki. Kęsy ciasta umieszczano w foremkach i poddawano fermentacji w temperaturze 30 °C przy wilgotności względnej powietrza około 85 %. Ciasto dwukrotnie przegniatano ręcznie (po 60 min i następnie po 30 min fermentacji). Po drugim przegniataniu pozostawiano je w komorze fermentacyjnej do czasu uzyskania dojrzałości piecowej. Wypiek trwał 30 min

w temp. 230 °C [14]. Pieczywo po wystudzeniu ważono, a następnie mierzono jego objętość przy użyciu objętościomierza wyprodukowanego przez Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego Sp. z o.o. Sadkiewicz Instruments. Działanie tego aparatu polega na pomiarze objętości ziarna prosa równej objętości badanego pieczywa. Na podstawie uzyskanych wyników obliczano wydajność pieczywa, objętość pieczywa ze 100 g mąki i objętość właściwą miękiszu. Współczynnik porowatości miękiszu określano posługując się skalą Dallmanna [5, 29].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Wartości cech farinograficznych i wypieku laboratoryjnego poddano obliczeniom wieloczynnikowej analizy wariancji przy 3 zmiennych: typ mąki, dodatek serwatki, rok produkcji. W ocenie wartości cech ekstensograficznych uwzględniono 4 zmienne: typ mąki, dodatek serwatki, czas fermentacji, rok produkcji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana przy $P \geq 0,95$. Obliczenia wykonano posługując się programem Statgraphics v 6,0 plus.

Wyniki i dyskusja

Zdemineralizowana serwatka w proszku zawierała 9,8 % białka ogółem i 4,15 % popiołu (tab. 1). W mąkach pszennych typu 550 i 750 stwierdzono odpowiednio 12,2 i 12,6 % białka ogółem oraz wydajność glutenu mokrego na poziomie 35 i 37 %. Gluten wymyty z mąki typu 750 odznaczał się większą rozplywalnością (11 mm) w porównaniu z tym, który uzyskano z mąki typu 550 (8 mm). Na podstawie jakości białek glutenowych, wyrażonych wskaźnikiem sedymentacyjnym (43 cm^3 – mąka typu 550, 48 cm^3 – mąka typu 750) stwierdzono, że obie mąki były dobrej jakości. Ponadto charakteryzowały się one niską aktywnością alfa-amylazy mierzoną liczbą opadania (335 s – typ 550, 375 s – typ 750). Na podstawie wymienionych cech można uznać, że obie użyte mąki odznaczały się średnią wartością wypiekową.

Właściwości fizyczne ciast sporządzonych z obu typów mąki przedstawiono w tab. 2. Na podstawie pomiarów farinograficznych nie stwierdzono istotnych różnic pod względem wodochłonności mąki i cech fizycznych badanych ciast. W ocenie ekstensograficznej właściwości ciasta były zróżnicowane. Ciasto uzyskane z mąki typu 750 odznaczało się większą rozciągliwością (156 mm) i mniejszym oporem przy stałej deformacji (688 EU) oraz niższym współczynnikiem ekstensograficznym (4,9) w porównaniu z ciastem otrzymanym z mąki typu 550 (odpowiednio 139 mm, 782 EU i 6,0).

Dodatek serwatki do mąki pszennej powodował zmniejszanie jej wodochłonności. Tylko próbka zawierająca 2 % serwatki wykazywała się taką samą zdolnością pochłaniania wody jak próbka kontrolna (60,1 %) (tab. 3). Przy większym dodatku serwatki od 4 do 10 % chłonięcie wody przez mąkę było mniejsze i wahało się w granicach 59,5 - 58,9 %. Na zmniejszenie wodochłonności mąki zawierającej serwatkę wskazują także

Gėlinas i wsp. [8]. Według Kenny'ego i wsp. [15] oraz Indrani i wsp. [12] do zmniejszenia ilości absorbowanej wody przyczynia się także dodatek koncentratu białka serwatkowego. Inną zależność zaobserwowali Kadharmestan i wsp. [13]. Autorzy ci stwierdzili, że koncentrat białka serwatkowego poddany ogrzewaniu lub hydrostatycznemu ciśnieniu wprowadzony do mąki pszennej powoduje wzrost jej wodochłonności (ocena w miksografie). Wobec tego należy przypuszczać, że zmiany wodochłonności mąki z dodatkiem serwatki mogą zależeć od rodzaju produktu z serwatki, jak i sposobu jego otrzymywania.

Tabela 1

Cechy jakościowe mąki pszennej i serwatki.

Quality properties of wheat flour and whey.

Cechy Features		Mąka pszenna typu 550 Wheat flour type 550	Mąka pszenna typu 750 Wheat flour type 750	Serwatka Whey
Zawartość popiołu Ash content	[%]	-	-	4,15
Zawartość białka ogółem Total protein content	[%]	12,2	12,6	9,8
Wydajność glutenu mokrego Yield of gluten	[%]	35	37	-
Rozpływalność glutenu Deliquescence of gluten	[mm]	8	11	-
Wskaźnik sedimentacyjny Sedimentation value	[cm ³]	43	48	-
Liczba opadania Falling number	[s]	335	375	-

Według Gėlinas i wsp. [8] dodatek 6 % serwatki powoduje wydłużenie czasu rozwoju ciasta o 2,3 min oraz stałości ciasta o 2 min w stosunku do próbki kontrolnej. Indrani i wsp. [12] wykazali natomiast, że gdy do ciasta pszennego wprowadzi się koncentrat białka serwatkowego w ilości przekraczającej 10 %, to następuje zmniejszenie stałości ciasta. W badaniach własnych zaobserwowano istotne wydłużenie czasu rozwoju ciasta przy 4 - 10 % dodatku serwatki (6,3 - 6,8 min) w porównaniu z próbką kontrolną (4,2 min) oraz zawierającej 2 % serwatki (4,7 min) (tab. 3). Okazało się ponadto, że dodatek zdemineralizowanej serwatki nie powodował istotnych zmian stałości i rozmiękczenia ciasta oraz liczby jakości. Średnie wartości tych cech wahały się w granicach 6,9 - 8,3 min (stałość ciasta), 60 - 73 FU (rozmiękczenie ciasta) i 101 - 123 mm (liczba jakości). Z technologicznego punktu widzenia zwiększenie liczby ja-

kości ciasta o 18,3 % w stosunku do próbki kontrolnej, które wystąpiło przy 10 % dodatku serwatki jest znaczące i korzystne.

Tabela 2

Właściwości ciast sporządzonych z mąki pszennej.
Physical properties of dough made from wheat flour.

Cechy Features		Typ mąki Type of flour	\bar{X}
Farinograficzne Farinographic	wodochłonność mąki [%] water absorption of flour	550	59,5 a
		750	59,5 a
	czas rozwoju ciasta [min] dough development time	550	5,6 a
		750	6,1 a
	stałość ciasta [min] dough stability	550	7,6 a
		750	7,2 a
	rozmiękczenie ciasta [FU] dough softening	550	64 a
		750	70 a
	liczba jakości [mm] quality number	550	109 a
		750	108 a
Ekstensograficzne Extensographic	rozciągliwość ciasta [mm] extensibility of dough	550	139 b
		750	156 a
	opór przy stałej deformacji [EU] resistance -R ₅₀	550	782 a
		750	688 b
	energia ciasta [cm ³] dough energy	550	164,9 a
		750	164,3 a
	współczynnik ekstensograficzny extensographic index	550	6,0 a
		750	4,9 b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{X} - wartość średnia / mean value,

a, b - grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana przy $P \geq 0,95$ / homogenous groups determined using the Duncan test at $P \geq 0.95$

Wyniki zamieszczone na rys. 1. wskazują, że ciasto zawierające 2 i 4 % serwatki było bardziej podatne na rozciąganie (165 i 159 mm) w porównaniu z kontrolnym (144 mm) i tym, które zawierało 6, 8 i 10 % serwatki (141, 143 i 134 mm). W badaniach prowadzonych przez Indrani i wsp. [12] znaczne zmniejszenie rozciągliwości

ciasta uzyskano dopiero przy 15 % udziale koncentratu białka serwatkowego. Według wymienionych autorów zmiany właściwości ciasta mogą być spowodowane interakcją białek serwatki z frakcjami białka mąki pszennej. Kenny i wsp. [15] uważają natomiast, że przyczyną zwiększenia rozciągliwości ciasta mrożonego pod wpływem dodatku 4 % koncentratu białka serwatkowego jest osłabienie sieci glutenowej i zmniejszenie zdolności zatrzymywania gazu. Obraz ciasta mrożonego zawierającego koncentrat białka serwatkowego pod mikroskopem skaningowym uzyskany przez tych autorów wskazuje, że jego siatka glutenowa jest mniej zorganizowana oraz bardziej zdefragmentowana (rozdrobiona) w porównaniu z ciastem kontrolnym.

Tabela 3

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

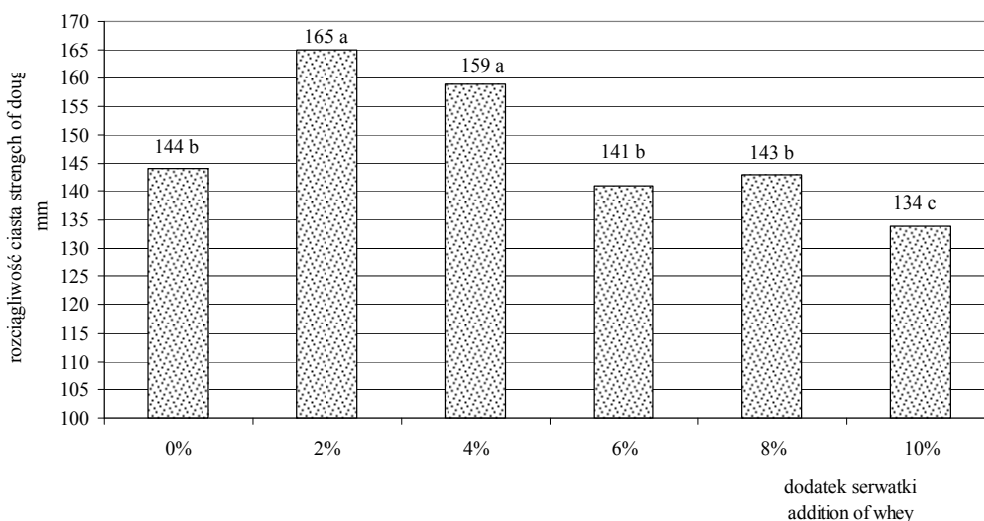
Dodatek serwatki Whey additive [%]	Cecha Feature				
	Wodochłonność mąki Water absorption of flour [%]	Czas rozwoju ciasta Dough development [min]	Stalość ciasta Dough stability [min]	Rozmiękczenie ciasta Dough softening [FU]	Liczba jakości Quality number [mm]
0	60,1 a	4,2 b	7,3 a	60 a	104 a
2	60,1 a	4,7 b	7,2 a	63 a	114 a
4	59,5 b	6,5 a	6,9 a	70 a	103 a
6	59,2 bc	6,3 a	6,9 a	73 a	101a
8	59,0 bc	6,8 a	7,8 a	70 a	108 a
10	58,9 c	6,8 a	8,3 a	67 a	123 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana przy $P \geq 0,95$ / homogenous groups determined using the Duncan test at $P \geq 0.95$

W przeprowadzonych badaniach własnych stwierdzono, że na większość cech ekstensograficznych istotny wpływ miała interakcja pomiędzy czasem fermentacji a dodatkiem serwatki. Po 45-minutowej fermentacji największy opór przy stałej deformacji stawiało ciasto z dodatkiem 10 % serwatki (618 EU), a ciasto pszenne bez dodatku recepturowego oraz zawierające 6 i 8 % serwatki cechowało się mniejszą wartością tej cechy (odpowiednio 512, 549 i 548 EU) (tab. 4). Najmniejszy opór stawiało ciasto z 2 i 4 % dodatkiem serwatki (472 i 433 EU). Po fermentacji trwającej 90 min dużym oporem odznaczały się próbki z dodatkiem 6, 8 i 10 % serwatki (od 885 do 913 EU), pośrednim ciasto kontrolne (751 EU), a najmniejszym zawierające 2 i 4 %

serwatki (599 i 619 EU). Fermentacja wynosząca 135 min powodowała, że próbka kontrolna oraz z dodatkiem 6, 8 i 10 % serwatki charakteryzowały się większym oporem (912 - 958 EU) w porównaniu z ciastem zawierającym 2 i 4 % serwatki (825 i 823 EU). Zwiększenie oporu na rozciąganie o 236 - 289 BU w stosunku do próbki kontrolnej obserwowali także Indrani i wsp. [12] przy 5 i 10 % zastąpieniu mąki pszennej koncentratem białka serwatkowego. Przy 15 % udziale tego składnika recepturowego wzrost ten był mniejszy i wynosił tylko 35 BU.



Rys. 1. Rozciągliwość ciasta pszennego z różnym dodatkiem serwatki.

Fig. 1. Stretch of wheat dough with different whey addition.

Oceniając energię ciasta stwierdzono, że po 45-minutowej jego fermentacji wystąpiła tendencja zmniejszania się średnich wartości tej cechy pod wpływem dodatku serwatki (tab. 4). Wartości zmieniły się od 164,7 cm² (próba kontrolna) do 145,7 cm² (ciasto z 10 % udziałem serwatki). Po fermentacji trwającej 90 min zaobserwowano odmienny wpływ dodanej serwatki. Dużą energią charakteryzowały się próbki zawierające 6 i 10 % tego dodatku (191,3 i 188,9 cm²), pośrednią 2, 4 i 8 % (odpowiednio 166,5; 166,0 i 176,5 cm²), a najmniejszą ciasto kontrolne (155,6 cm²). Ciasto fermentujące 135 min wykazywało tendencję zwiększania swojej energii przy większym dodatku serwatki. Próbka kontrolna oraz zawierające 2, i 4 % serwatki charakteryzowały się energią w granicach 152,5 do 159,3 cm², a ciasto z 6, 8 i 10 % tego komponentu miało energię większą (odpowiednio 164,5; 176,4 i 168,3 cm²). Wyniki badań Indrani i wsp. [12] wskazują na wzrost energii ciasta przy 5 i 10 % udziale koncentratu białka serwatkowego odpowiednio o 22 i 25 cm², natomiast zwiększenie udziału do 15 % skutkowało obniżeniem energii ciasta o 33 cm² w odniesieniu do próby kontrolnej.

Tabela 4

Wartości średnie cech ekstensograficznych ciasta pszennego z dodatkiem serwatki, fermentowanego 45, 90 i 135 min.

Mean values of extensographic properties of wheat dough with whey added, and fermented for 45, 90, and 135 min.

Czas fermentacji Fermentation time [min]	Dodatek serwatki Whey additive [%]	Opór przy stałej deformacji Resistance R_{50} [EU]	Energia ciasta Dough energy [cm ²]	Współczynnik ekstensograficzny Extensographic index [EU/mm]
45	0	512 bc	164,7 a	3,0 bc
	2	472 c	158,2 ab	2,5 c
	4	433 c	153,0 ab	2,5 c
	6	549 ab	158,2 ab	2,9 bc
	8	548 ab	160,0 ab	3,4 ab
	10	618 a	145,7 b	3,8 a
90	0	751 b	155,6 c	5,7 b
	2	599 c	166,5 bc	3,7 c
	4	616 c	166,0 bc	4,1 c
	6	913 a	191,3 a	7,0 a
	8	885 a	176,5 ab	7,2 a
	10	912 a	188,9 a	7,3 a
135	0	912 a	152,5 b	7,8 a
	2	825 b	158,6 b	6,5 b
	4	823 b	159,3 b	6,6 b
	6	954 a	164,5 ab	8,5 a
	8	945 a	176,4 a	7,9 a
	10	958 a	168,3 ab	8,5 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodnie wyznaczone testem Duncana przy $P \geq 0,95$ / homogenous groups determined using the Duncan test at $P \geq 0,95$

Współczynnik ekstensograficzny to wartość wyrażająca stosunek oporu, jaki stawia ciasto podczas zrywania, do jego rozciągliwości. W mąkach o dobrych właściwościach wypiekowych mieści się on w przedziale od 3 do 5 [20]. Wobec powyższego można stwierdzić, że ciasta zawierające 6 – 10 % serwatki powinny fermentować 45 min (tab. 4). Natomiast ciasta w których zawartość serwatki wynosi 2 – 4 %, uzyskują optymalne właściwości po 90 min. Po 135-minutowej fermentacji wszystkie badane ciasta charakte-

ryzowały się wysokim współczynnikiem ekstensograficznym (6,5 - 8,5). Badania Indrani i wsp. [12] wskazują, że udział koncentratu białka serwatkowego w cieście pszennym w ilości od 5 do 15 % powoduje zwiększenie wartości współczynnika ekstensograficznego z 4,4 w próbie kontrolnej do 7,3 przy suplementacji wynoszącej 10 %.

Wykonanie wypieku laboratoryjnego pozwala określić w sposób bezpośredni przydatność mąki do produkcji pieczywa. Wyniki cech jakościowych pieczywa pszenne i z dodatkiem serwatki przedstawiono w tab. 5. Stwierdzono, że pieczywo zawierające 2 i 4 % serwatki charakteryzowało się podobną objętością jak pieczywo pszenne (odpowiednio 592, 577 i 601 cm³). Większa ilość tego dodatku recepturowego (6 - 10 %) powodowała istotne zmniejszenie objętości chleba (570 - 567 cm³) w stosunku do próby kontrolnej. Podobne zmiany zaobserwowano oceniając objętość właściwą miękiszu. Chleb kontrolny oraz zawierający 2 % serwatki miały największe wartości tej cechy, które wynosiły odpowiednio 4,2 i 4,1 cm³/g. Przy dodatku serwatki w ilości 8 i 10 % wartości tej cechy zmniejszyły się do 3,8 cm³/g. Zmniejszenie objętości pieczywa wykazali także Kadharmestan i wsp. [13], dodając do mąki pszennej handlowy koncentrat białek serwatki. Przypuszczają oni, że przyczyną zmniejszenia objętości bochenka może być osłabienie glutenu pszenicy przez nieglutenowe białka serwatki. Na osłabienie sieci glutenowej oraz zniekształcenie granulek skrobiowych wskazuje analiza mikrostruktury miękiszu chleba pszenne z dodatkiem koncentratu białek serwatkowych wykonana przez Indrani i wsp. [12]. Według tych autorów zmiany w strukturze ciasta wywołane przez białka serwatkowe są przyczyną zwiększenia twardości pieczywa plackowego. Badania prowadzone przez Diowks i wsp. [6] wskazują, że także pieczywo bezglutenowe z dodatkiem białek serwatkowych w ilości 1 - 2 % odznacza się mniejszą objętością niż jego odpowiednik bez tego składnika recepturowego, natomiast miększy takiego pieczywa wolniej twardnieje i mniej się kruszy w czasie pięciodniowego przechowywania. Sprzeczne doniesienia o efektach wpływu serwatki na jakość chleba mogą wynikać częściowo z wzajemnych oddziaływań zachodzących między składnikami mąki pszennej i serwatki, a także z różnych sposobów przygotowania serwatki [7, 13]. Według Kenny'ego i wsp. [15] dodatek zdenaturowanych białek serwatkowych w porównaniu z białkami niepoddanymi cieplnej obróbce prowadzi do poprawy jakości gotowego wyrobu poprzez zwiększenie objętości bochenka oraz zmniejszenie twardości miękiszu.

Ważną ze względów ekonomicznych cechą jakościową pieczywa jest jego wydajność. W badaniach własnych serwatka korzystnie oddziaływała na tę cechę, powodując zwiększenie wydajności pieczywa. Istotny wzrost w stosunku do próbki kontrolnej (143,5 %) następował przy 4 % jej dodatku (147,4 %) (tab. 5). Przy stosowaniu dodatku 8 i 10 % serwatki wydajność chleba była jeszcze większa i osiągała wartość 150,8 %. Erdogdu-Arnoczy i wsp. [7] oraz Mannie i Asp [16] zwracają uwagę na to, że chleb wypiekany z serwatką odznacza się lepszą elastycznością i porowatością, jego

smak i zapach jest bardziej wyrazisty, a skórka ma intensywniejsze zabarwienie w porównaniu z pieczywem kontrolnym. W badaniach własnych także stwierdzono bardzo dobrą elastyczność miększu wszystkich chlebów zawierających serwatkę, a współczynnik porowatości miększu był podobny we wszystkich próbkach i wahał się w granicach od 68 (pieczywo pszenne) do 72 (chleb z 4 % dodatkiem serwatki).

Tabela 5

Średnie wartości cech pieczywa pszenne z dodatkiem serwatki.
Mean values of properties of wheat bread with whey added.

Dodatek serwatki Whey additive [%]	Cecha Feature			
	Objętość pieczywa ze 100 g mąki Volume of loaf made using 100 g flour [cm ³]	Objętość właściwa miększu Specific volume of crumb [cm ³ ·g ⁻¹]	Wydajność pieczywa Bread yield [%]	Współczynnik porowatości miększu Crumb porosity index
0	601 a	4,2 a	143,5 c	68 a
2	592 ab	4,1 ab	144,2 bc	70 a
4	577 ab	3,9 bc	147,4 ab	72 a
6	570 b	3,9 bc	147,8 a	70 a
8	566 b	3,8 c	150,8 a	70 a
10	567 b	3,8 c	150,8 a	68 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodnie wyznaczone testem Duncana przy $P \geq 0,95$ / homogenous groups determined using the Duncan test at $P \geq 0.95$.

Analiza wariancji uzyskanych w badaniach własnych wyników cech jakościowych ciasta i pieczywa nie wykazała istotności zmienności interakcji pomiędzy typem mąki pszennej a wielkością dodatku serwatki. Na tej podstawie można sądzić, że oddziaływanie tego składnika recepturowego na właściwości wypiekowe obu typów mąki było podobne.

Wnioski

1. Dodatek serwatki powyżej 2 % do mąki pszennej powodował zmniejszenie jej wodochłonności, a uzyskane ciasto charakteryzowało się dłuższym czasem rozwoju w porównaniu z próbą kontrolną.
2. Ciasta zawierające 2 i 4 % serwatki wykazywały większą podatność na rozciąganie niż ciasto pszenne. Dodatek 6 - 10 % serwatki przyczyniał się do zwiększenia oporu ciasta na rozciąganie i współczynnika ekstensograficznego.

3. W celu uzyskania odpowiednich parametrów jakościowych ciasta należy stosować zróżnicowany czas trwania jego fermentacji w zależności od dodatku serwatki. Ciasta zawierające 2 - 4 % serwatki wymagały dłuższej fermentacji niż te, w których jej dodatek wynosił 6 - 10 %.
4. Pieczywo o optymalnych parametrach otrzymywano przy dodatku 4 % zdeminiarowanej serwatki do mąki pszennej.

Literatura

- [1] Allen K.E., Carpenter C.E., Walsh M.K.: Influence of protein level and starch type on an extrusion-expanded whey product. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2007, **42**, 953-960.
- [2] Amaya-Llano S.L., Hernandez N.M., Tostado E.C., Martinez-Bustos F.: Functional characteristics of extruded blends of whey protein concentrate and corn starch. *Cereal Chem.* 2007, **2 (84)**, 195-201.
- [3] Arunepanlop B., Morr C.V., Karleskind D., Laye I.: Partial replacement of egg white proteins with whey proteins in angel food cakes. *J. Food Sci.*, 1996, **5 (61)**, 1085-1093.
- [4] Ceglińska A., Pluta A., Skrzypek J., Krawczyk P.: Badania nad zastosowaniem do produkcji pieczywa składników mineralnych otrzymanych po nanofiltracji serwatki. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **6 (55)**, 234-341.
- [5] Dallmann H.: Porentabelle. Hermann Bösmann GmbH., Detmold 1958, p. 4-5.
- [6] Diowksa A., Kajzer M., Zajac T.: Mąka łubinowa w recepturze pieczywa bezglutenowego. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2007, **10**, 8-12.
- [7] Erdogdu-Arnoczy N., Czuchajowska Z., Pomeranz Y.: Functionality of whey and casein in fermentation and in breadbaking by fixed and optimized procedures. *Cereal Chem.*, 1996, **3 (73)**, 309-316.
- [8] Gėlinas P., Audet J., Lachance O., Vachon M.: Fermented dairy ingredients for bread: effects on dough rheology and bread characteristics. *Cereal Chem.*, 1995, **2 (72)**, 151-154.
- [9] Glibowski P., Krępacka A.: Wpływ dodatku preparatów serwatki na właściwości reologiczne jogurtów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **1 (46)**, 75-82.
- [10] González-Martinez C., Becerra M., Cháfer M., Albors A., Carot J.M., Chiralt A.: Influence of substituting milk powder of whey powder on yoghurt quality. *Trends Food Sci. Technol.*, 2002, **13**, 334-340.
- [11] Ha E., Zemel M.B.: Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). *J. Nutr. Biochem.*, 2003, **14**, 251-258.
- [12] Indrani D., Prabhasankar P., Jyotsna Rajiv, Venkateswara Rao G.: Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta). *Food Res. Int.*, 2007, **40**, 1254-1260.
- [13] Kadharmestan C., Baik B.-K., Czuchajowska Z.: Whey protein concentrate treated with heat or high hydrostatic pressure in wheat-based products. *Cereal Chem.*, 1998, **5 (75)**, 762-766.
- [14] 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.
- [15] Kenny S., Wehrle K., Auty M., Arendt E.K.: Influence of sodium caseinate and whey protein on baking properties and rheology of frozen dough. *Cereal Chem.*, 2001, **4 (78)**, 458-463.
- [16] Mannie E., Asp E. H.: Dairy ingredients for bread baking. *Cereal Food World*, 1999, **3 (44)**, 143-146.

- [17] McIntosh G.H., Royle P.J., Le Leu R.K., Register G.O., Johnson M.A., Grinsted R.L., Kenward R.S., Smithers G.W.: Whey proteins as functional food ingredients? *Int. Dairy J.*, 1998, **8**, 425-434.
- [18] Nastaj M.: Wpływ zmiennego czasu ubijania na właściwości reologiczne pian otrzymanych z różnych preparatów białek serwatkowych i sproszkowanej albuminy jaja. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, **6 (67)**, 47-58.
- [19] Patel M.R., Baer R.J., Acharya M.R.: Increasing the protein content of ice cream. *J. Dairy Sci.*, 2006, **89**, 1400-1406.
- [20] Piątek W.: Fizyczne metody badania ciasta. W: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych* pod red. T. Jakubczyka i T. Habera, SGGW-AR, Warszawa 1983, ss. 206-211.
- [21] PN-ISO 2171:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie popiołu całkowitego.
- [22] PN 77/A-74041. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie ilości i jakości glutenu
- [23] PN-EN-ISO 3093:2004. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczenie liczby opadania metodą Hagberga Pertena.
- [24] PN-ISO 5529:1998. Pszenica. Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego.
- [25] PN-ISO 5530-1:1999. Mąka pszenna. Właściwości ciasta. Oznaczenie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- [26] PN-ISO 5530-2:2004. Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta. Część 2. Oznaczenie właściwości reologicznych za pomocą ekstensografu.
- [27] Przedpełski M., Szpineta D.: Serwatka – wartościowym komponentem żywności funkcjonalnej. *Przem. Spoż.*, 2002, **11**, 38-39.
- [28] Saleh Z. A., El-Garawany, Assem F., El-Shibiny S.: Evaluation of the efficacy of whey protein to ameliorate the toxic effects of aflatoxins in rats. *Int. Dairy J.*, 2007, **17**, 854-859.
- [29] Straszewska Z.: Próbný wypiek laboratoryjny. W: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych* pod red. T. Jakubczyka i T. Habera, SGGW-AR, Warszawa 1983, s. 276.

QUALITY OF WHEAT DOUGH AND BREAD CONTAINING WHEY ADDITIVE

Summary

The objective of the research performed was to determine the effect of demineralised whey additive on the properties of wheat dough and bread. The experimental material was a wheat flour type 550 and 750 and powdered whey added in the amount of 2, 4, 6, 8 and 10 % of the flour weight. The wheat flour was assessed on the basis of the total content of protein, efficiency and deliquescence of gluten, sedimentation value, and falling number. The properties of flour and wheat dough with and without whey added were analysed on the basis of the determinations made using a farinograph and an extensograph. A laboratory test baking was performed.

The flour containing the whey component amounting to more than 2 % was characterized by lower water absorption and the dough with whey had a longer development time, was more susceptible to stretching compared to the control sample. The interaction between the dough fermentation time and the amount of whey added had the most significant impact on the majority of extensographic properties. The bread with whey additive showed a higher baking yield.

Key words: wheat flour, whey, dough, bread 