

HALINA GAMBUŚ, ANTONI GOLACHOWSKI, ANNA NOWOTNA,
ANNA BALA-PIASEK, DOROTA GUMUL

WPLYW DODATKU EKSTRUADOWANYCH OTRĄB NA JAKOŚĆ CHLEBA PSZENNEGO

Streszczenie

W ekstruderze jednoślimakowym sporządzono ekstrudaty z otrąb pszennych, żytnich i pszenżytnich. Uzyskane w ten sposób preparaty błonnikowe dodawano do wypieku chlebów pszennych w ilości 5 i 10% masy mąki. Wykazano wpływ tych dodatków na jakość uzyskanych chlebów oraz na parametry tekstury ich miękiszu podczas procesu starzenia się. Do upowszechnienia w masowej produkcji zalecono pięć-procentowy dodatek ekstrudowanych otrąb do chlebów pszennych.

Wstęp

Do niedawna przy rozpatrywaniu różnych aspektów żywieniowych szczególną uwagę zwracano na tzw. wartość odżywcza artykułów spożywczych. Dzisiaj wiadomo już, że niemal z taką samą powagą należy podchodzić do substancji balastowych występujących w produktach żywnościowych [13]. W licznych badaniach udowodniono, że ok. 80 jednostek chorobowych lub zaburzeń zdrowia łączy się z wadliwym żywieniem [19] i że zachowanie równowagi pomiędzy skoncentrowaniem i podażą składników odżywczych i balastowych jest nieodzowne w diecie zdrowego człowieka, a u ludzi starszych lub wykazujących objawy schorzeń, dietetyczne walory żywności nabierają dodatkowego znaczenia [4, 5, 9, 13, 19].

Produkty zbożowe, a zwłaszcza wyroby przemysłu piekarskiego odgrywają zasadniczą rolę w żywieniu Polaków [1, 9, 15]. Balastowe substancje ziarna zbóż, wspólnie klasyfikowane jako tzw. włókno pokarmowe, występują jako składniki błon komórkowych, głównie w zewnętrznych częściach ziarniaków i w otrębach [13, 16]. Obok nierozpuszczalnych form takich jak celuloza, hemicelulozy i ligniny w skład włókna pokarmowego wchodzi również formy zdolne do pełnego lub częściowego

Dr hab. inż. H. Gambuś, dr hab. A. Nowotna, dr inż. A. Bala-Piasek, mgr inż. D. Gumul – Katedra Technologii Węglowodanów, Akademia Rolnicza, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków; dr hab. inż. A. Golachowski, Katedra Przechowalnictwa i Technologii Rolnej, Akademia Rolnicza ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław.

zdyspersowania w środowisku uwodnionym takie, jak rozpuszczalne pentozany i pektyny [4, 13, 16]. Składniki wchodzące w skład włókna pokarmowego zawartego w produktach zbożowych przyspieszają perystaltykę jelit, mogą być absorbentami, adsorbentami i działać jako jonowymieniacze, regulować stopień uwodnienia i konsystencję kału. Włókno pokarmowe dzięki tym właściwościom hamuje lub zapobiega rozwojowi wielu chorób jak np.: hemoroidów, zaparcia, nowotworom przewodu pokarmowego, miażdżycy, cukrzycy i szeregu innym [4, 5, 10, 19].

Według wielu autorów pieczywo jest głównym źródłem włókna pokarmowego dla przeciętnego Polaka [1, 15], zwłaszcza tzw. pieczywo ciemne, produkowane z mąki wysokowyciągowej [3, 9, 10]. W chlebach tzw. jasnych, wytwarzanych z mąk o niskim wyciągu i preferowanych przez konsumentów krajowych [1], ilość włókna pokarmowego znacznie się zmniejsza. Aby ochronić pozycję takiego pieczywa w diecie, do ciasta chlebowego wprowadza się wartościowe dodatki w postaci otrąb, nasion różnych roślin, śluzów, pektyn itd. [1, 3, 10, 13]. Te z nich, które są wyraźnie wyczuwalne w miększyszu chleba, jak np. otręby, nie zawsze są tolerowane przez konsumentów.

Dlatego celem podjętych badań było sporządzenie preparatów błonnikowych w postaci ekstrudatów z otrąb zbożowych, ustalenie optymalnego dodatku ekstrudowanych otrąb do chlebów pszennych oraz określenie wpływu tego dodatku na parametry jakości i proces starzenia się uzyskanych chlebów.

Materialy i metody badań

Materiałem badawczym była handlowa mąka pszenna typu 750, handlowe otręby pszenne i żytnie, pochodzące z młyna przemysłowego w Krakowie, otręby pszenżytnie z ziarna pszenżyta ozimego odmiany Presto i Vero uzyskane z przemiału laboratoryjnego, ekstrudaty z wyżej wymienionych otrąb, oraz chleby pszenne, w których mąkę pszenną zastąpiono ekstrudowanymi otrębami w ilości 5 i 10% masy mąki. Otręby poddano ekstruzji w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa we Wrocławiu. Do procesu użyto ekstruder jednoślindakowy typu 20 DN firmy Brabender, stosując następujące parametry technologiczne: obroty ślimaka – 100 obr/min, średnica dyszy 4 mm, oraz różne temperatury w poszczególnych strefach:

- podczas ekstruzji otrąb pszennych i żytnich:
 - strefa I – 150°C,
 - strefa II – 160°C,
 - głowica – 170°C;
- podczas ekstruzji otrąb pszenżytnich:
 - strefa I – 145°C,
 - strefa II – 160°C,
 - głowica – 175°C.

Zarówno w otrębach jak i uzyskanych ekstrudatach oznaczono zawartość nierozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego, tzw. włókna surowego, metodą ICC - Standard No 13 [11].

Ekstrudaty poddano zmieleniu i w takiej postaci dodawano do ciasta z mąki pszennej.

Oceniono wartość technologiczną mąki pszennej typu 750 oznaczając:

- liczbę sedymentacji z SDS (siarczan(VI) dodecylo-sodu) metodą mikro [6], która jest modyfikacją metody Axforda i wsp. [2];
- liczbę opadania (LO) metodą Hagberga-Pertena w aparacie Falling Number – 1800 (Norma ICC – Standard No 107) [11];
- ilość glutenu w aparacie Glutomatic 2200 (Norma ICC - Standard No 137) [11] 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 [11].

Wypiek laboratoryjny chlebów o konsystencji ciasta 350 j.B., przeprowadzono metodą bezpośrednią [8]. Po 1,5 godzinnym chłodzeniu chleby ważono i wyliczono stratę wypiekową całkowitą oraz wydajność pieczywa [12].

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, tj. po 24, 48 i 72 godzinach od momentu ich ochłodzenia po wypieku.

Ocenę organoleptyczną chlebów przeprowadzano w dniu wypieku według PN-89/A-74108 [17]. Na podstawie ogólnej ilości uzyskanych punktów określano klasę jakości pieczywa.

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

- wilgotność miękiszu i skórki metodą suszarkową według PN-89/A-74108, przez suszenie ok. 1 g miękiszu ze środka bochenka oraz ok. 0,5 g skórki, w temp 130°C przez 1 godzinę,
- profil tekstury miękiszu – analizatorem tekstury typu TX- XTA z oprogramowaniem XTR 1. Chleb krojono na dwie połowy, z każdej odcinano kromkę o grubości 3 cm, na obu kromkach oznaczano profil tekstury mierząc następujące parametry : twardość, adhezyjność, sprężystość, spójność, gumowatość, żujność i elastyczność.

Wyniki i dyskusja

Mąka pszenna typu 750 użyta do wypieku chlebów charakteryzowała się dobrą wartością wypiekową (tab. 1). Na tę ocenę wpłynęła zarówno korzystna liczba opadania, duża wodochłonność, dobry czas stałości, a także duża zawartość glutenu o dobrej jakości, o czym świadczy indeks glutenowy równy 80,9%. Do wypieku chleba i ciasta drożdżowego najodpowiedniejsza jest mąka o indeksie glutenowym 60–90% [6].

Tabela 1

Ocena wartości technologicznej mąki pszennej typu 750.
Evaluation of technological value of wheat flour type 750.

Rodzaj wykonanego oznaczenia Kind of indicate	Mąka typu 750 Flour type 750
Liczba sedymentacji (LS) / Sedimentation number [cm ³]	31
Liczba opadania / Falling number [s]	303
Wodochłonność mąki / Water absorption [%]	57,6
Czas rozwoju ciasta / Time of dough development [min]	2,8
Czas stałości ciasta / Time of dough stability [min]	3,1
Rozmiękczenie ciasta / Softening [j.B.]	110
Liczba jakości / Quality number	46
Ilość mokrego glutenu / Wet gluten content [%]	27,2
Indeks glutenowy / Gluten Index [%]	80,9

Tabela 2

Zawartość włókna surowego w otrębach i sporządzonych z nich ekstrudatach.
Raw fibre content in brans and extrudates.

Rodzaj zboża Kind of cereal	Otręby [% ss] Brans	Ekstrudaty [% ss] Ekstrudates
Pszenica / Wheat	9,42	9,27
Żyto / Rye	5,70	5,31
Pszenżyto Vero. / Triticale Vero	3,74	3,68
Pszenżyto Presto / Triticale Presto	3,19	3,32

Największą zawartość włókna surowego oznaczono w otrębach pszennych, znacznie mniejszą w żytnich, a najmniejszą w otrębach pszenżytnich – około 30-krotnie mniejszą niż w pszennych (tab. 2). Różnice te są spowodowane innym rodzajem przemiału, któremu poddano poszczególne zboża. Prawdopodobnie otręby żytnie

pochodziły z przemiału, z którego uzyskano bardziej wyciągową mąkę w porównaniu z przemiałem pszenicy i dlatego zawierały one mniej włókna surowego, mimo faktu, że ziarno żyta z reguły odznacza się większą zawartością włókna pokarmowego, niż ziarno pszenicy [9]. W otrębach pszenicznych oznaczono poniżej 4% zawartości włókna surowego, co zgodnie z wymaganiami technologicznymi kwalifikuje je jako dobry surowiec do procesu ekstruzji [18]. Tę korzystną zawartość włókna uzyskano dzięki przemiałowi w młynku laboratoryjnym, gdzie utrudniony jest dokładny odsiew mąki z uzyskanej frakcji otrąb.

Proces ekstruzji nie zmienił zawartości włókna surowego w ekstrudatach w porównaniu z otrębami (tab. 2). Włókno zmieniło tylko swoją teksturę stając się preparatem nie tylko o dużej higieniczności i czystym mikrobiologicznie, ale także dobrze wyekspandowanym, nadającym się do bezpośredniego spożycia. W ocenie konsumentów najbardziej smacznymi okazały się ekstrudaty z otrąb pszenicznych.

Dodatki zmielonych ekstrudatów do wypieku chlebów pszennych w różny sposób wpłynęły na ich jakość (tab. 3). Dziesięcioprocentowy udział zmielonych ekstrudatów w znacznym stopniu obniżył objętość uzyskanych chlebów w porównaniu z chlebem standardowym, wpływając też niekorzystnie na ich ocenę organoleptyczną. Chleby te zakwalifikowano w ocenie punktowej do drugiej klasy jakości. Charakteryzowały się one bardziej zbitym i twardym miększem w odniesieniu zarówno do chleba standardowego, jak i chlebów z 5 procentowym dodatkiem ekstrudatów. Pięcioprocentowy udział ekstrudowanego włókna w badanych chlebach obniżył wprawdzie ich objętość, ale nie pogorszył oceny organoleptycznej. Największą ilość punktów uzyskały chleby z dodatkiem ekstrudatów pszenicznych, a wśród nich chleb z udziałem ekstrudowanych otrąb z pszenicy odmiany *Vero*. Chleb ten odznaczał się tylko minimalnie niższą objętością od standardowego, a w ocenie organoleptycznej uzyskał taką samą ilość punktów. Prawdopodobnie chleby z ekstrudatami otrąb pszenicznych wysoką ocenę zawdzięczają najmniejszej zawartości w nich włókna surowego spośród wszystkich stosowanych ekstrudatów. Udział ekstrudowanych otrąb w chlebach nie wywarł znaczącego wpływu na wilgotność ich miększu oraz na zawartość suchej substancji w skórce. Nie wpłynął też jednoznacznie na wydajność pieczywa i stratę wypiekową. Mimo różnic w jakości, wszystkie chleby z dodatkiem ekstrudowanych otrąb były smaczne.

W celu prześledzenia procesu starzenia się uzyskanych chlebów przechowywano je w stałych warunkach przez trzy kolejne dni i w każdym dniu oraz w dniu wypieku oznaczano wilgotność miększu i zawartość suchej substancji w skórce oraz profil tekstury miększu.

Analizując zmiany wilgotności miększu i zawartości suchej substancji w skórce w badanych chlebach (tab. 4 i 5) nasuwa się wniosek, że ubytek wody z miększu

Tabela 3

Ocena jakości chlebów pszennych z dodatkiem ekstrudatów z otrąb pszennych, żytnich i pszenżytnich.
Evaluation of wheat bread with addition of extrudates from rye, wheat and triticale brans.

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa pieczywa zimnego Weight of cold bread [g]	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss [%]	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Objętość całkowita Total volume [cm ³]	Objętość ze 100g mąki Bread volume from 100 g flour [cm ³]	Wilgotność mączki Moisture of crumb [%]	Zawartość suchej substancji w skórce Dry matter content in crust [%]	Ocena organoleptyczna Organoleptic evaluation	
								Suma punktów Scores	Klasa jakości Grade
Mąka pszenna typu 750. Wheat flour type 750	220,5	11,8	142,9	670	434,16	44,5	74,6	38	I
Standard+5% ekstrudatu z otrąb żytnich - ekstrudate from rye brans	222,6	10,9	144,2	625	405	44,9	76,6	36	I
Standard+10% ekstrudatu z otrąb żytnich - ekstrudate from rye brans	220,3	11,9	142,8	555	359,6	44,9	75,8	34	II
Standard+5% ekstrudatu z otrąb pszennych - ekstrudate from wheat brans	218,5	12,6	141,6	595	385,6	44,1	78,5	36	I
Standard+10% ekstrudatu z otrąb pszennych - ekstrudate from wheat brans	220,8	11,7	143,1	490	317,5	44,0	75,8	34	II
Standard+5% ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Vero - ekstrudate from Vero triticale brans	220,8	11,7	143,1	665	430,9	45,0	75,2	38	I
Standard+10% ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Vero - ekstrudate from Vero triticale brans	224,5	10,2	145,5	520	336,9	44,3	73,3	35	II
Standard+5% ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Presto - ekstrudate from Presto triticale brans	225,5	9,8	146,1	630	408,2	44,5	76,6	37	I
Standard+10% ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Presto - ekstrudate from Presto triticale brans	227,3	9,1	147,3	575	372,6	44,4	71,1	35	II

Tabela 4

Zmiany wilgotności miękiszu i zawartości suchej substancji w skórce podczas przechowywania chlebów z 5% i 10% dodatkiem ekstrudatu z otrąb żytnich i pszennych.

Changes of crumb moisture and dry substance content in crust of bread with 5% and 10% addition of extrudate from rye and wheat brans, during storage.

Nazwa chleba Kind of bread	Dni przechowywania Storage days	Wilgotność miękiszu Moisture of crumb [%]	Zawartość suchej substancji w skórce Dry matter content in crust [%]
Standard	0	44,5	74,6
	1	44,4	73,9
	2	44,3	73,3
	3	44,1	71,2
Standard + 5% ekstrudatu z otrąb żytnich - extrudate from rye brans.	0	44,9	76,6
	1	44,7	74,4
	2	44,5	72,1
	3	44,4	69,6
Standard + 10% ekstrudatu z otrąb żytnich - extrudate from rye brans	0	44,4	75,8
	1	44,4	74,6
	2	44,2	71,5
	3	44,0	70,3
Standard + 5% ekstrudatu z otrąb pszennych - extrudate from wheat brans	0	44,1	78,5
	1	44,0	75,5
	2	43,9	72,9
	3	43,9	71,2
Standard + 10% ekstrudatu z otrąb pszennych - extrudate from wheat brans	0	44,0	75,8
	1	43,9	73,9
	2	43,9	72,2
	3	43,7	70,3

podczas trzydniowego przechowywania był niewielki i to zarówno w chlebie standardowym, jak i w chlebach z udziałem ekstrudatów. Wyniki te są potwierdzeniem znanej teorii, że chleb niekoniecznie musi tracić wilgotność w czasie starzenia się, gdyż stary, twardy miękisz często zawiera tyle samo wody co świeży [1, 4]. Dodatek ekstrudowanych otrąb, zarówno w ilości 5 jak i 10 procent masy mąki nie spowodował istotnych różnic w wilgotności miękiszu podczas całego okresu przechowywania, w porównaniu z chlebem standardowym. Wpłynął on natomiast na zawartość suchej substancji w skórce w trzecim dniu przechowywania. Wszystkie chleby z udziałem ekstrudatów odznaczały się mniejszą zawartością suchej substancji w skórce, czyli większą jej wilgotnością. Ponieważ, jak stwierdzono w badaniach wcześniejszych [7] woda, która migruje do skórki pochodzi z glutenu, świadczy to o zwiększonym związaniu wody

podczas wypieku przez frakcję białkową miększu chlebów z dodatkiem ekstrudatów. Taka możliwość zaistniała prawdopodobnie na skutek mniejszego chłonięcia wody przez włókno surowe zawarte w ekstrudatach.

Tabela 5

Zmiany wilgotności miększu i zawartości suchej substancji w skórce podczas przechowywania chlebów z 5% i 10% dodatkiem ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Vero i Presto.

Changes of crumb moisture and dry substance content in crust of bread with 5% and 10% addition of extrudate from triticale Vero and Presto brans, during storage.

Nazwa chleba Kind of bread	Dni przechowywania Storage days	Wilgotność miększu Moisture of crumb [%]	Zawartość suchej substancji w skórce Dry matter content in crust [%]
Standard	0	44,5	74,6
	1	44,4	73,9
	2	44,3	73,3
	3	44,1	71,2
Standard + 5% ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Vero - extrudate from triticale Vero brans	0	45,0	75,2
	1	44,9	74,2
	2	44,7	71,5
	3	44,5	69,8
Standard + 10% ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Vero - extrudate from triticale Vero brans	0	44,3	73,7
	1	44,2	71,9
	2	44,2	70,0
	3	44,1	68,2
Standard + 5% ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Presto - extrudate from triticale Presto brans	0	44,5	76,6
	1	44,3	72,0
	2	44,2	70,5
	3	44,1	68,2
Standard + 10% ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Presto - extrudate from triticale Presto brans	0	44,4	71,1
	1	44,4	70,4
	2	44,3	70,3
	3	44,2	68,7

Mimo niewielkiego ubytku wody przez miększ podczas przechowywania, badane chleby przejawiały wyraźne oznaki starzenia się, o czym świadczą nie tylko zmiany suchej substancji skórki, ale także parametrów profilu tekstury, a zwłaszcza twardości miększu (tab. 6 i 7). Analogicznie do zmian objętości, chleby z 10 procentowym udziałem ekstrudowanych otrąb charakteryzowały się największą twardością miększu,

Tabela 6

Wpływ 5 i 10 procentowego dodatku ekstrudatu z otrąb żytnich i pszennych na parametry tekstury chleba podczas przechowywania.
Influence of 5 and 10 % addition of extrudate from rye and wheat brans on parameters of crumb texture of bread during storage.

Rodzaj chleba Kind of bread	Dni przechowywania Storage days	Twardość Hardness [kg]	Sprężystość Springiness	Spójność Cohesivness	Gumowatość Gumminess [kg]	Żujność Chewiness [kg]	Elastyczność Resilience
Standard – mąka pszenna wheat flour typu/type - 750	0*	0,524	0,959	0,785	0,452	0,394	0,476
	1	0,807	0,891	0,519	0,424	0,366	0,261
	2	0,891	0,875	0,441	0,393	0,346	0,189
	3	0,916	0,837	0,389	0,357	0,326	0,145
Standard + 5 % ekstrudatu z otrąb żytnich - extrudate from rye brans	0	0,717	0,967	0,790	0,567	0,560	0,506
	1	1,180	0,911	0,518	0,614	0,548	0,273
	2	1,245	0,790	0,390	0,622	0,485	0,166
	3	1,710	0,789	0,365	0,657	0,391	0,143
Standard + 10 % ekstrudatu z otrąb żytnich - extrudate from rye brans	0	1,068	0,974	0,802	0,835	0,833	0,525
	1	1,789	0,910	0,505	0,856	0,805	0,255
	2	1,951	0,906	0,455	0,861	0,785	0,197
	3	2,103	0,862	0,409	0,885	0,781	0,168
Standard + 5 % ekstrudatu z otrąb pszennych - extrudate from wheat brans	0	0,794	0,943	0,756	0,600	0,643	0,464
	1	1,639	0,891	0,521	0,612	0,597	0,261
	2	1,660	0,882	0,381	0,621	0,566	0,151
	3	1,680	0,810	0,357	0,644	0,543	0,130
Standard + 10 % ekstrudatu z otrąb pszennych - extrudate from wheat brans	0	1,716	0,996	0,748	1,195	1,237	0,460
	1	2,386	0,992	0,501	1,221	1,261	0,220
	2	2,963	0,968	0,411	1,281	1,263	0,163
	3	3,514	0,956	0,376	1,322	1,284	0,148

* 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).

Tabela 7

Wpływ 5 i 10 procentowego dodatku ekstrudatu z otrąb pszenżytnich odmian Vero i Presto na parametry tekstury chleba podczas przechowywania.
Influence of 5 and 10 % addition of extrudate from triticale Vero and Presto brans on parameters of crumb texture of bread during storage.

Rodzaj chleba Kind of bread	Dni przechowywania Storage days	Twardość Hardness [kg]	Sprężystość Springiness	Spójność Cohesivness	Gumowatość Gumminess [kg]	Żujność Chewiness [kg]	Elastyczność Resilience
Standard – mąka pszenna wheat flour typu/type - 750	0*	0,524	0,959	0,785	0,452	0,394	0,476
	1	0,807	0,891	0,519	0,424	0,366	0,261
	2	0,891	0,875	0,441	0,393	0,346	0,189
	3	0,916	0,837	0,389	0,357	0,326	0,145
Standard + 5 % ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Vero -extrudate from Vero triticale brans	0	0,756	0,960	0,786	0,566	0,566	0,502
	1	1,493	0,954	0,550	0,608	0,594	0,299
	2	1,537	0,950	0,411	0,614	0,600	0,174
	3	1,543	0,871	0,366	0,632	0,634	0,141
Standard + 10 % ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Vero -extrudate from Vero triticale brans	0	1,310	1,032	0,763	1,024	0,961	0,485
	1	1,875	0,988	0,501	0,999	1,034	0,246
	2	2,484	0,961	0,416	0,966	1,035	0,175
	3	2,521	0,910	0,379	0,940	1,147	0,148
Standard + 5 % ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Presto -extrudate from Presto triticale brans	0	0,904	0,987	0,736	0,666	0,687	0,456
	1	1,494	0,954	0,489	0,655	0,659	0,242
	2	1,600	0,951	0,406	0,620	0,652	0,166
	3	1,603	0,890	0,349	0,544	0,517	0,130
Standard + 10 % ekstrudatu z otrąb pszenżytnich Presto -extrudate from Presto triticale brans	0	0,986	0,958	0,737	0,711	0,672	0,468
	1	1,909	0,947	0,543	0,724	0,679	0,281
	2	1,824	0,927	0,390	0,733	0,720	0,156
	3	2,226	0,911	0,365	0,813	0,818	0,141

* 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).

zarówno w dniu wypieku jak i po trzech dobach przechowywania. Największą twardość przejawiał chleb z dodatkiem ekstrudowanych otręb pszennych, które zawierały najwięcej włókna surowego. Chleb ten po trzech dniach przechowywania praktycznie nie nadawał się do spożycia, gdyż oprócz twardości odznaczał się on też największą gumowatością i żujnością miększu. Dużo lepszymi parametrami charakteryzował się chleb z 10 procentowym dodatkiem ekstrudowanych otręb żytnich, którego miększ podczas całego okresu przechowywania stwardniał nawet w mniejszym stopniu niż miększ chlebów z takim samym udziałem ekstrudowanych otręb pszenżytnich (tab. 6). Znacznie większe różnice w twardości miększu następowały przy 5 procentowym dodatku preparatów błonnikowych z otręb i to zarówno w dniu wypieku, jak po trzech dobach przechowywania. W dniu wypieku twardością miększu chleby te w niewielkim stopniu odbiegały od chleba standardowego, ale różnica ta zwiększała się podczas postępującego procesu starzenia się chlebów. Po okresie przechowywania w największym stopniu stwardniał miększ chleba z udziałem ekstrudowanych otręb pszenżytnich z odmiany Vero, który też odznaczał się największą objętością spośród wszystkich badanych chlebów z dodatkiem preparatów błonnikowych. Podczas przechowywania we wszystkich chlebach następował spadek spójności miększu, spadek jego elastyczności i sprężystości, niezależnie od zastosowanych dodatków.

W większości przypadków w chlebach z udziałem ekstrudowanych otręb wzrastała gumowatość miększu, w mniejszym stopniu przy mniejszym, 5 procentowym dodatku.

W tabelach 6 i 7 nie ujęto wyników pomiaru adhezyjności miększu badanych chlebów, gdyż we wszystkich przypadkach była to wartość ujemna, świadcząca o braku kleistości i o nie przyleganiu miększu do sondy pomiarowej.

Opierając się na powyżej analizowanych wynikach należy stwierdzić, że mimo niewątpliwych korzyści wynikających ze zwiększonego udziału w chlebie włókna surowego wprowadzonego z 10 procentowym dodatkiem ekstrudowanych otręb (w przypadku ekstrudatu z otręb pszennych 0,92 g/100 g mąki, w przypadku ekstrudatu z otręb żytnich 0,54 g /100 g mąki, a pszenżytnich ok. 0,35 g /100 g mąki), do praktycznego wykorzystania zaleca się o połowę mniejszy, 5 procentowy dodatek ekstrudowanych otręb, który zapewnia wprawdzie o połowę mniejszą zawartość włókna surowego w chlebach, ale nie pogarsza jakości tych chlebów.

Wnioski

1. Proces ekstruzji nie wpłynął na zmianę zawartości włókna surowego w ekstrudatach, w porównaniu z otrębami zbożowymi.
2. Spośród stosowanych 5 i 10 procentowych dodatków ekstrudowanych otręb do chlebów pszennych, tylko 5 procentowy dodatek nie wpłynął na pogorszenie ich jakości w porównaniu z chlebem standardowym.

3. Dodatek do chlebów pszennych ekstrudowanych otrąb pszenżytnich o zawartości włókna surowego poniżej 4 %, w ilości 5 procent w stosunku do masy mąki, okazał się najbardziej korzystny ze względu na objętość i ocenę organoleptyczną badanych chlebów.
4. Mimo utrzymania dobrej jakości, mięksiz wszystkich badanych chlebów z 5 procentowym udziałem ekstrudowanych otrąb twardniał w znacznie większym stopniu niż chleb standardowy, bez względu na rodzaj zastosowanego ekstrudatu.
5. Do praktycznego wykorzystania zaleca się maksymalnie 5 procentowe dodatki ekstrudowanych otrąb do wypieku chlebów pszennych.

LITERATURA

- [1] Ambroziak Z.: Kierunki rozwoju piekarstwa i uwarunkowania surowcowe. *Przegl. Zboż. Młyn.*, **38**, 1994, 2-6.
- [2] Axford D.W.E., Mc Dermott E.E., Redman D.G.: Dodecylo sulphate test of breadmaking quality. Comparison with Pelshenke and seleny test. *Cereal Chem.*, **56**, 1979, 582-585
- [3] Banecki H., Kowalczyk M., Węgiełek K.: Technologia produkcji pieczywa pełnoziarnistego o dłuższej przydatności konsumpcyjnej z zastosowaniem opakowań miękkich. *Przegl. Piek. i Cuk.*, **41**, 1993, 13-14.
- [4] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. Część I. *Przem. Spoż.*, **51**, 5, 1997, 43-48.
- [5] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. Część II. *Przem. Spoż.*, **51**, 6, 1997, 14-16.
- [6] Cygankiewicz A.: Wartość technologiczna ziarna materiałów hodowlanych pszenicy ozimej i jarej na tle badań własnych i światowych. *Biuletyn IHAR*, **204**, 1997, 219-235.
- [7] Gambuś H.: Wpływ fizyczno-chemicznych właściwości skrobi na jakość i starzenie się pieczywa. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Rozprawy 226*, 1997.
- [8] Gambuś H., Gambuś F., Borowiec F., Zajac T.: Możliwość zastosowania nasion lnu oleistego w piekarstwie. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, Seria Technologia Żywności* (przyjęte do druku).
- [9] Gąsiorowski H.: Chleb w żywieniu człowieka zdrowego i chorego. *Przegl. Piek. i Cuk.*, **44**, 2, 1996, 18-21.
- [10] Gąsiorowski H.: Dlaczego należy zwiększyć udział przetworów z całego ziarna w naszej diecie. *Przegl. Zboż. Młyn.*, **43**, 1999, 4.
- [11] ICC-Standards. Standard methods of the International Association for Cereal Science and Technology (ICC). Printed by ICC-Vienna 1995.
- [12] Jakubczyk T., Haber T. (red.): *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Skrypty SGGW-AR, Warszawa 1993.
- [13] Jankiewicz M.: Rola chleba i produktów zbożowych w racjonalnym żywieniu. *Przegl. Piek. i Cuk.*, **42**, 10, 1994, 2-3.
- [14] Kim S.K., D'Appolonia B.L.: The role of wheat flour constituents in bread staling. *The Bakers Digest*, **51**, 1977, 38-44.

- [15] Piesiewicz H.: Konsumpcja pieczywa w Polsce na tle nowoczesnych tendencji w żywieniu. Część I – Wartość energetyczna, znaczenie białka, błonnika i witamin. *Przegl. Piek. i Cuk.*, **44**, 3, 1996, 8-9.
- [16] Piesiewicz H., Bartnikowska E.: Zboże i jego przetwory – kopalnia składników włókna pokarmowego. *Przegl. Piek. i Cuk.*, **45**, 5, 1997, 3-6.
- [17] PN-89/A-74108 – Pieczywo. Metody badań i ocena punktowa.
- [18] Rzedzicki Z.: Studia nad procesem ekstruzji roślinnych surowców białkowych. Wyd. AR – Lublin. *Rozprawy Naukowe* 187, 1996.
- [19] Wolski T.: Wpływ żywności i żywienia na zdrowie człowieka. *Przegl. Piek. i Cuk.*, **45**, 11, 1997, 7-10.

EFFECT OF EXTRUDATED BRAN SUPPLEMENT ON QUALITY OF WHEAT BREAD

S u m m a r y

Extrudates from wheat, rye and triticale bran were prepared in a single-screw extruder. Fibre preparations obtained in this way were milled and added in the amount of 5 and 10 % of wheat flour used for baking. The effect of these supplements on the quality of obtained breads and texture parameters of crumb during the ageing process was demonstrated. With respect to bread volume and organoleptic evaluation of breads the most beneficial proved to be a 5 % supplement of extruded triticale bran with crude fibre below 4%. In spite of maintaining good quality the crumb of all breads supplemented with extruded bran, hardened to much higher degree than the standard one, irrespective of the kind of extrudate used. For practical application a maximum 5 % supplement of extruded bran for wheat bread baking is recommended. ☒