

WPŁYW NAWILŻANIA SUROWCÓW ORAZ PARAMETRÓW
PROCESU EKSTRUZJI NA WYBRANE CECHY ZBOŻOWYCH KASZEK
BŁYSKAWICZNYCH

Agnieszka Wójtowicz

Katedra Inżynierii Procesowej, Akademia Rolnicza
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin
e-mail: agnieszka.wojtowicz@ar.lublin.pl

Streszczenie. W prezentowanej pracy przedstawiono wyniki pomiarów wybranych parametrów procesu ekstruzji zbożowych kaszek błyskawicznych oraz ich wpływ na cechy fizyczne uzyskanych ekstrudatów. W badaniach zastosowano zróżnicowane receptury surowcowe, różny stopień nawilżenia mieszanek poddawanych ekstruzji oraz różne wielkości matrycy formującej. W trakcie badań obserwowano stabilność procesu, rejestrując zmiany temperatury w poszczególnych sekcjach ekstrudera, wydajność procesu w zależności od zastosowanych zmiennych (receptura, wilgotność, matryca) oraz wpływ tych czynników na wskaźnik ekspandowania promieniowego ekstrudatu. Po rozdrobieniu do postaci kaszki oceniano gęstość usypową, wodochłonność oraz charakterystykę organoleptyczną produktów. Zaobserwowano wpływ zarówno receptury surowcowej, jak też nawilżenia mieszanki surowcowej na wydajność procesu, gęstość i wodochłonność ekstrudatów oraz na cechy sensoryczne kaszek przygotowanych do spożycia z ciepłym mlekiem. Zastosowanie zakresu temperatur w układzie grzewczym w granicach od 130-156°C oraz obrotów na poziomie 100 obr·min⁻¹ pozwoliły uzyskać wyroby o charakterze podgotowanym, gotowe do spożycia po krótkotrwałym kontakcie z ciepłą wodą lub z mlekiem. Najlepszymi cechami sensorycznymi charakteryzowały się dowlżane kaszki kukurydziano-ryżowe o delikatnym smaku i jednorodnej, gładkiej konsystencji oraz kukurydziano-gryczane, w których uzyskano charakterystyczny posmak i ciemnokremową barwę.

Słowa kluczowe: ekstruzja, kaszki zbożowe, żywność wygodna, gęstość, ocena organoleptyczna

WSTĘP

Ze względu na obecne tendencje ukierunkowane na spożywanie żywności nie wymagającej zbyt długiego czasu przygotowywania, tzw. żywności wygodnej, kaszki błyskawiczne stają się produktami coraz bardziej poszukiwanymi przez konsumentów. Tradycyjny proces wytwarzania instantyzowanych kaszek i kleików dla dzieci polega na toastowaniu (ogrzewaniu) mąki, hydrolizie skrobi przy

użyciu α -amylazy oraz suszeniu (Ramirez i in. 2003). Inną metodą produkcji kaszek zbożowych jest zastosowanie techniki ekstruzji (Harper 1981, Mercier i in. 1989, Lusac i Roney 2002). W ekstruderze następuje obróbka ciśnieniowo-termiczna (wstępne przygotowanie), która powoduje, że otrzymany produkt nie wymaga późniejszego gotowania. Kaszki i kleiki zbożowe są to produkty w postaci sypkiej, otrzymywane z mąki ryżowej, pszennej, kukurydzianej, owsianej lub gryczanej, zawierające łatwo przyswajalną skrobię jako źródło energii, błonnik i witaminy (szczególnie z grupy B). Służą do szybkiego przygotowywania posiłków na mleku lub wodzie. Są szeroko stosowane do przyrządzania lekkostrawnych dań dla dzieci, osób dorosłych, osób starszych, w żywieniu rekonwalescentów oraz przy niektórych schorzeniach metabolicznych i związanych z nietolerancją składników żywności np. glutenu (Świdorski i Waszkiewicz-Robak 1998, Mościcki 2000, Michniewicz i Obuchowski 2002, Ramirez i in. 2003). W celu zaspokojenia gustów konsumentów kaszki urozmaicane są poprzez wzbogacanie ich składu różnymi dodatkami smakowymi (suszone owoce, mleko w proszku, składniki mineralne i witaminy, itp.). Surowce zbożowe w procesie ekstruzji można stosować w szerokim zakresie granulacji – od mąki do całego ziarna. Przez kombinację receptur oraz parametrów procesu można uzyskać dużą różnorodność ekstrudowanych wyrobów o znacznej trwałości. Mogą to być wyroby przeznaczone do bezpośredniego spożycia, jak również do dalszej obróbki przemysłowej (Harper 1981, Fornal 1998, Świdorski i Waszkiewicz-Robak 1998, Mendonca i in. 2000, Wójtowicz i in. 2001).

Początkowe fazy procesu ekstruzji wykorzystywane są do sporządzania homogennej mieszaniny składników surowcowych. Ślimak ekstrudera w tej fazie charakteryzuje się dużym skokiem śrubowym i relatywnie małą średnicą rdzenia w stosunku do średnicy ślimaka. Niektóre urządzenia mają możliwość wprowadzania wody do strefy zasilania. Jej zadaniem jest ułatwienie zmian chemicznych, regulacja cech reologicznych oraz procesów termodynamicznych w kolejnych etapach ekstruzji. Po dokładnym wymieszaniu składników następuje faza, w której tworzy się ciasto. Zmniejsza się skok zwoju ślimaka, zwoje ślimacznicy mają coraz większe pochylenie. W fazie tej wewnątrz cylindra stopniowo zaczyna wzrastać temperatura i ciśnienie. Jeżeli proces technologiczny wymaga zwiększonej zawartości wody, w tej fazie wprowadza się wodę lub parę wodną pod ciśnieniem 0,5 do 1 MPa. Pod koniec tego etapu ciasto stanowi jednolitą, plastyczną masę (Harper 1981, Mercier i in. 1998, Mościcki 2000, Lusac i Roney 2002, Michniewicz i Obuchowski 2002). Kolejnym etapem obróbki surowca w ekstruderze jest gotowanie ciasta. W celu zwiększenia ciśnienia i temperatury wewnątrz cylindra dalszej zmianie ulega kształt ślimaka. Zmniejsza się jeszcze bardziej skok śrubowy i nachylenie ślimacznicy oraz wzrasta średnica rdzenia. Wyraźnie zwiększone tarcie materiału o powierzchnie ślimaka i cylindra, a także często

stosowane dodatkowe ogrzewanie cylindra, powodują wzrost ciśnienia nawet do 10 MPa i temperatury do około 180°C. W warunkach tych następuje skleikowanie granulek skrobiowych oraz obserwuje się, zależnie od temperatury procesu, reakcje między białkami, cukrami i substancjami tłuszczowymi. Z punktu widzenia reologii masa ciasta zmienia swój charakter z plastycznego na wiskoelastyczny (Harper 1981, Camire i in. 1990, Mościcki 2000). Po wytłoczeniu tego typu masy przez dyszę, w wyniku bardzo szybkiego obniżenia ciśnienia, następuje gwałtowne parowanie wody, w wyniku czego kilkakrotnie wrasta objętość wytłoczonego produktu. Cylinder ekstrudera połączony jest z głowicą zawierającą jedną lub kilka dysz, przez które ekstrudat wytłaczany jest na zewnątrz. Kształt otworu w dyszy określa wygląd gotowego wyrobu. Obracające się noże umieszczone w pobliżu otworów wylotowych dysz dzielą ekstrudowany produkt na kawałki o określonej długości. Na skutek zmiany parametrów poszczególnych faz procesu ekstruzji oraz przez użycie dodatkowego wyposażenia i systemów kontrolno-pomiarowych ekstrudera można skutecznie wpływać na jakość gotowego wyrobu. W porównaniu z produktem wyjściowym ekstrudat zawiera większą ilość łatwo przyswajalnych niskocząsteczkowych węglowodanów, powstałych w wyniku hydrolizy skrobi, zależą od rodzaju surowca, zawartości wody i parametrów pracy ekstrudera, głównie temperatury. Zbyt wysoka temperatura może spowodować pogorszenie wartości odżywczej, szczególnie w konsekwencji reakcji Maillarda oraz strat lizyny (Camire i in. 1990, Jin i in. 1995, Mercier i in. 1989, Lusac i Roney 2002, Ramirez i in. 2003).

Jednym z najważniejszych czynników zmienności przemian chemicznych i fizykochemicznych jest woda. Dostępność wody wolnej dla skrobi, białek i węglowodanów nieskrobiowych decyduje o mechanizmie kleikowania skrobi, denaturacji białek i depolimeryzacji węglowodanów nieskrobiowych. Wpływa także na cechy fizyczne otrzymanych ekstrudatów, szczególnie ekspandowanie i wodochłonność oraz na ich atrakcyjność sensoryczną (Camire i in. 1990, Jin i in. 1995, Suknark i in. 1997, Fornal 1998, Mendonca i in. 2000).

Celem badań była ocena stabilności procesu ekstruzji zbożowych kaszek błyskawicznych w zależności od zastosowanej receptury, przy różnym poziomie nawilżenia mieszanek oraz przy zastosowaniu różnych wielkości matrycy.

MATERIAŁY I METODY

Prace badawcze nad procesem ekstruzji błyskawicznych kaszek zbożowych przeprowadzono z wykorzystaniem ekstrudera jednoślindakowego typu TS-45 (Metalchem, Gliwice), L/D = 12 o stopniu sprężania 3:1. W trakcie badań zastosowano następujące receptury surowcowe:

I – kaszka kukurydziana (100),

II – kaszka kukurydziana-ryż (50/50),

III – kaszka kukurydziana-kasza gryczana (50/50).

Surowce rozdrabniano na rozdrabniaczu uniwersalnym typ H111/3 do granulacji 2 mm. Wilgotność surowców określano metodą suszarkową (ASAE Standard 269.3 1989) przed procesem ekstruzji, a następnie część prób dowilżano, dodając 5 i 10% wody. Po ujednorodnieniu mieszanin przeprowadzano ekstruzję surowców zbożowych przy prędkości obrotowej ślimaka $100 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$, w zakresie temperatur 130-160°C. Podczas badań zastosowano matryce o różnej średnicy: a – 3 mm, b – 2 mm. W trakcie procesu rejestrowano zmiany temperatury w poszczególnych sekcjach ekstrudera, wyznaczano wydajność ekstruzji, pobierając próbki w określonym czasie oraz rejestrowano obciążenie silnika (Wójtowicz 2001). W ekstrudatach ocenie poddawano wilgotność wyrobu gotowego (ASAE Standard 269.3 1989) oraz wskaźnik ekspandowania promieniowego ekstrudatu wyrażony jako stosunek średnicy ekstrudatu do średnicy otworu matrycy (Mendonca i in. 2000, Suknark i in. 1997). Po rozdrobnieniu ekstrudatów do właściwej postaci kaszki o granulacji nie większej niż 1,5 mm oceniano gęstość usypową (ASAE Standard 269.3 1989) oraz wodochłonność (Wójtowicz i in. 2001), w zależności od zastosowanych receptur, dowilżenia mieszanek oraz zastosowanej matrycy formującej. Pomiarów wykonano w 6 powtórzeniach, jako wynik przyjmując średnią. Po przygotowaniu do spożycia przez wymieszanie z ciepłym mlekiem 10 osobowy panel zapoznany z wymaganiami dla ekstrudatów (BN-91/8070-14, PN-A-88034:1998, PN-A-88036:1998) oceniał parametry sensoryczne kaszek zbożowych, tj. barwę, zapach, smak i konsystencję w 5-punktowej skali. W ramach analizy statystycznej przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji przy zakładanym poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Istotność różnic między średnimi wyznaczono testem Duncana.

WYNIKI

Wilgotność, jako ważny parametr charakteryzujący trwałość przechowalniczą wyrobów ekstrudowanych, jest uzależniona od wielu czynników, nie tylko cech surowca, ale także od zastosowanych procesów technologicznych do obróbki danego materiału. Podczas badań zaobserwowano wzrost wilgotności ekstrudatów wraz ze zwiększaniem ilości wody dodawanej podczas dowilżenia, wartości tego parametru były niższe przy zastosowaniu mniejszego otworu matrycy podczas wytłaczania, co związane było z wyższym ciśnieniem wytłaczania przy zastosowaniu mniejszej matrycy i bardziej intensywnym odprowadzaniem wody z produktu w wyniku rozprężania ekstrudatu po opuszczeniu głowicy formującej. Wilgotność produktów po ekstruzji dla prób bez dodatku wody wahała się w granicach od 6,17 do 7,29%. Natomiast przy surowcu dowilżonym o 5% wzrastała statystycznie istotnie w zakresie od 8,10 do 8,83%. Dla materiału dowilżonego o 10%

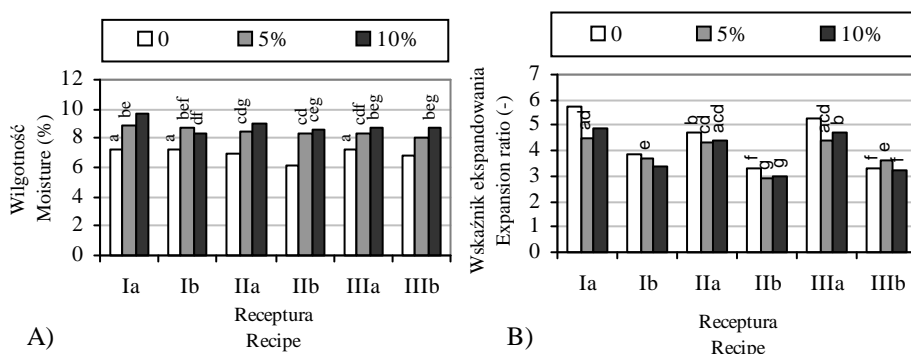
wilgotność określono na poziomie od 8,29 do 9,67% (rys. 1A). Najniższe wilgotności odnotowano dla ekstrudatu kukurydziano-ryżowego, niezależnie od zastosowanej matrycy. Uzyskane w badaniach wyniki pomiarów wilgotności są niskie i umożliwiają długotrwałe przechowywanie produktów bez wystąpienia niekorzystnych zmian natury biochemicznej czy mikrobiologicznej (PN-A-88036:1998, Świdorski i Waszkiewicz-Robak 1998, Jones i in. 2000, Lusac i Rooney 2002).

Temperatura jest w technice ekstruzji jednym z najważniejszych czynników wpływających na zmiany składników chemicznych oraz kształtujących cechy teksturalne i fizyczne otrzymanych ekstrudatów (Harper 1981, Camire i in. 1990, Jin i in. 1995, Suknark i in. 1997, Mendonca i in. 2000). Rozkład temperatur w poszczególnych sekcjach grzewczych oraz obciążenie silnika podczas ekstruzji kaszek błyskawicznych z zastosowaniem matryc 3 i 2 mm zestawiono w tabeli 1.

Rejestrowana temperatura produktu podczas wytwarzania ekstrudatów różniących się recepturami wahała się w granicach od 83 do 104°C i obniżała się w miarę zwiększania nawilżenia mieszanek surowcowych. Najwyższą temperaturę produktu określono dla ekstrudatu wytworzonego z kaszki kukurydzianej niedowilżanej, na co wpływ miało wysokie tarcie wewnątrz ekstrudera, zazwyczaj obserwowane przy produkcji ekstrudatów kukurydzianych (Mercier i in. 1989, Mendonca i in. 2000, Lusac i Rooney 2002, Michniewicz i Obuchowski 2002). Wyższa temperatura ekstrudatów wytwarzanych z użyciem matrycy 2 mm wynika z dłuższego przebywania materiału w urządzeniu, ze względu na ograniczoną prędkość wypływu materiału, co potwierdzają wyniki pomiarów wydajności procesu.

Podwyższona temperatura i zwiększone tarcie wewnątrz cylindra przy przetwarzaniu surowców niedowilżonych o wilgotności przed ekstruzją około 14% spowodowały również większe obciążenie silnika, co wiąże się z większym zapotrzebowaniem energii. Dodatek 5% wody do receptury surowcowej spowodował ustabilizowanie procesu oraz zmniejszenie obciążenia silnika ekstrudera. Wielkość matrycy nie miała istotnego wpływu na odnotowany amperaż procesu, nieznacznie niższe obciążenie silnika odnotowano przy zastosowaniu matrycy 2 mm. Rozkład temperatur w ekstruderze w poszczególnych sekcjach grzewczych wynosił od 130 do 156°C.

Najwyższe różnice temperatur obserwowano w drugiej sekcji, w której następuje gotowanie, zagęszczanie i sprężanie masy (Harper 1981, Mercier i in. 1989, Mościcki 2000, Lusac i Rooney 2002, Michniewicz i Obuchowski 2002), temperatura wahała się w granicach od 142 do 156°C w zależności od przetwarzanej mieszanki, zaś najniższy rozrzut rejestrowano na głowicy ekstrudera w przedziale od 130 do 140°C. Rodzaj ekstrudatu nie miał istotnego wpływu na wyniki pomiaru temperatury procesu.



Rys. 1. Wilgotność (A) i wskaźnik ekspandowania (B) ekstrudatów zbożowych wytworzonych z zastosowaniem różnych matryc: a – 3 mm, b – 2 mm przy różnym dodatku wody. a, b, c – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, $n = 6$

Fig. 1. Moisture content (A) and expansion ratio (B) of cereal extrudates processed with different die diameters: a – 3 mm, b – 2 mm and different level of added water. a, b, c – means followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0,05$, $n = 6$

Tabela 1. Przebieg procesu ekstruzji zbożowych kaszek błyskawicznych przy różnym dodatku wody i zastosowaniu matryc o średnicy 3 i 2 mm.

Table 1. Extrusion-cooking process conditions during instant cereal grits processing with different level of water added and diameter of the die: 3 and 2 mm.

Receptura Recipe	Dodatek wody Water added (%)	Temperatura ekstruzji Extrusion-cooking temperature (°C)								Obciążenie silnika Motor load (A)		Wydajność Output (kg·h ⁻¹)			
		I		II		Głowica Head		Produkt Product		3	2	3	2		
		3	2	3	2	3	2	3	2						
		(mm)													
I	0	133	135	144	145	130	136	90	101	13	14	24,2	a	22,2	c
	5	134	134	143	145	130	135	92	94	13	13	23,3	b	17,5	de
	10	137	134	146	145	130	137	87	85	14	12	22,5	c	24,5	a
II	0	135	133	145	144	130	135	95	104	15	14	26,5		20,5	
	5	135	135	145	140	130	133	97	92	13	12	26,0		17,7	de
	10	136	140	149	149	130	136	87	85	13	12	32,2		23,5	b
III	0	149	135	156	145	140	130	86	96	16	13	24,7	a	12,0	f
	5	132	135	142	145	134	136	85	95	13	13	19,0		11,7	f
	10	134	135	143	145	140	140	83	90	12	12	17,5	de	13,0	

a, b, c – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, $n = 6$ – means followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0,05$, $n = 6$.

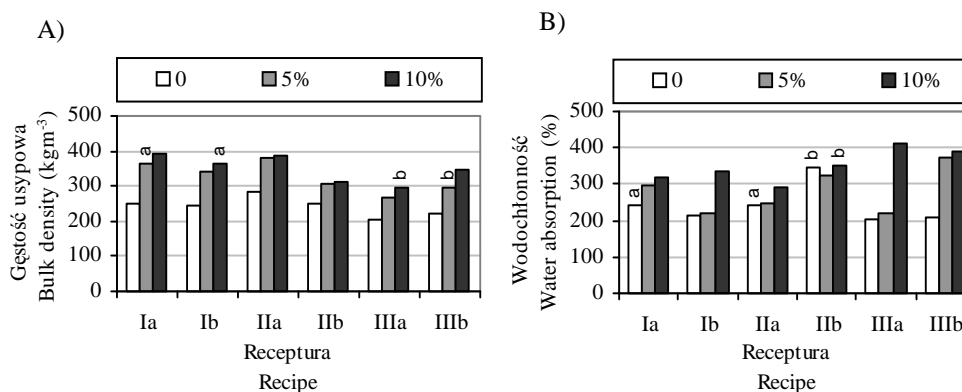
Wydajność procesu ekstruzji kaszek błyskawicznych wynosiła od 11,7 do 32,2 kg·h⁻¹ (tab. 1). Wykazano istotny wpływ zarówno nawilżenia mieszanek, jak i wielkości matrycy do wytworzenia ekstrudatów na uzyskane wyniki. Najwyższe wydajności osiągnięto podczas ekstruzji receptury II – kukurydziano-ryżowej, natomiast najniższe dla kaszek kukurydziano-gryczanych (III). Porównując wyniki pomiaru wydajności ekstrudera pracującego na matrycy o średnicy 3 mm zauważono, iż otrzymana wydajność jest nawet o 40% wyższa niż przy zastosowaniu średnicy otworu wylotowego 2 mm.

Wskaźnik ekspandowania ekstrudatów wytwarzanych bez dodatku wody był wyższy niż prób dowilżanych (rys. 1B). Wyższe temperatury podczas ekstruzji i większa lepkość gęstwy w ekstruderze oraz związane z tym większe sprężanie przed matrycą, spowodowały bardziej intensywne rozprężanie ekstrudatów po opuszczeniu dyszy formującej. Zastosowanie matrycy o mniejszej średnicy spowodowało zmniejszenie ekspandowania ekstrudatów. Rodzaj zastosowanej receptury oraz nawilżenia także miał istotny wpływ na uzyskane wyniki pomiarów tej cechy. Najlepiej ekspandowały próby nienawilżane wytworzone z receptury I (5,8) oraz III z udziałem gryki (5,3).

Suknark i in. (1997) dla ekstrudatów kukurydzianych i z tapioki z dodatkiem odtłuszczonej mąki z orzeszków ziemnych podaje wartości wskaźnika ekspandowania na poziomie od 4,6 do 6,2, w zależności od poziomu nawilżenia surowców (18-22%). Zwiększenie zawartości wody w mieszance surowcowej powodowało obniżenie ekspandowania ekstrudatów. Podobne zależności odnotowali Mendonca i in. (2000), badając ekstrudaty kukurydziane. Niska wilgotność surowców powodowała podwyższenie temperatury i ciśnienia gęstwy w ekstruderze, a co za tym idzie wpływała na zwiększenie ekspandowania ekstrudatów.

Znajomość gęstości usypowej jest istotna przy projektowaniu lejów zasypowych czy zbiorników magazynowych, ale także odpowiedniej wielkości opakowań jednostkowych na kaszki zbożowe. Gęstość wyrobów ekstrudowanych jest zależna zarówno od receptury surowcowej, jak i parametrów procesu, np. zawartości wody czy ciśnienia wyłaczania oraz od intensywności skleikowania skrobi związanej z obecnością amylozy w surowcach (Harper 1981, Mercier i in. 1989, Camire i in. 1990, Fornal 1998, Michniewicz i Obuchowski 2002). Istotne różnice określono zarówno w zależności od zastosowanej matrycy, jak i poziomu nawilżenia mieszanek przed ekstruzją. Podczas badań wyższą gęstość usypową określono dla kaszek wytwarzanych z dodatkiem wody, niezależnie od zastosowanej receptury surowcowej (rys. 2A). Najniższe spośród badanych wartości od 201 do 297 kg·m⁻³ uzyskano oceniając ekstrudaty wytworzone wg receptury III z udziałem kaszy gryczanej, które charakteryzowały się wysokim wskaźnikiem ekspan-

dowania. Również Suknark i in. (1997) dla ekstrudatów kukurydzianych i z tapioki odnotowali podobne zależności – zwiększenie wilgotności surowców z 18 do 22% spowodowało zwiększenie gęstości usypowej ekstrudatów uzyskanych na jednoślismakowym ekstruderze z 220 do 440 kg·m⁻³. Autorzy podają także, że gęstość usypowa ekstrudatów zwiększa się wraz z obniżaniem ekspandowania ekstrudatów. Według badań różnych autorów gęstość w stanie usypowym maleje wraz ze wzrostem stopnia skleikowania skrobi oraz ekspandowaniem produktów (Mercier i in. 1989, Jin i in. 1996, Suknark i in. 1997, Fornal 1998, Mendonca i in 2000). Dla wyrobów ekstrudowanych Fornal (1998) określiła gęstość na poziomie od 150 do 650 kg·m⁻³, w zależności od receptury i warunków procesu.



Rys. 2. Wartości gęstości usypowej (A) oraz wodochłonności (B) ekstrudowanych kaszek zbożowych wytworzonych z zastosowaniem różnych matryc: a – 3 mm, b – 2 mm przy różnym dodatku wody. a, b, c – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, $n = 6$

Fig. 2. Bulk density (A) and water absorption (B) of instant cereal grits processed with different die diameters: a – 3 mm, b – 2 mm with different added water level. a, b, c – means followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$, $n = 6$

Wskaźnik wodochłonności, który jest miarą zdolności pochłaniania i utrzymania wody przez badane próbki, w największym stopniu uzależniony był od zastosowanej receptury oraz ilości wody dostępnej podczas ekstruzji surowców zbożowych. Najwyższą wodochłonnością charakteryzowały się kaszki kukurydziano-gryczane wytwarzane przy 10% dodatku wody (rys. 2B). Wodochłonność zwiększała się wraz ze zwiększaniem dodatku wody, jedynie kaszki z udziałem ryżu wykazały tendencję odwrotną – większy dodatek wody powodował obniżanie zdolności absorbowania wody. Istotne różnice stwierdzono w wodochłonności kaszek przy zastosowaniu podczas ekstruzji różnych wielkości matryc. Badania przeprowadzone przez Jonesa i in. (2000) nad ekstrudowanymi produktami zbożowymi wykazują wartości

wodochłonności pelletów na poziomie 290%, zaś kulek zbożowych – 630%. Wskaźnik absorpcji wody miał w tym przypadku tendencje do wzrostu przy wyższej zawartości skrobi. Fornal (1998), badając ekstrudaty spożywcze, określała wodochłonność produktów o różnym składzie surowcowym oraz z różnymi dodatkami. Wyniki badań ekstrudatów z mąki owsianej kształtowały się na poziomie od 210 do 620%, natomiast wodochłonność ekstrudatów z udziałem mąki gryczanej i białek mleka wahała się w granicach od 440 do 570 % ze względu na niższy udział skrobi w recepturze. Jin i in. (1995) wykazali, że zwiększenie intensywności przemian skrobi podczas ekstruzji, spowodowane np. zwiększaniem prędkości obrotowej ślimaka, wpływa na obniżanie wodochłonności ekstrudatów kukurydzianych. Większy wskaźnik ekspandowania także miał wpływ na obniżanie wodochłonności badanych przez nich ekstrudatów. Także Wójtowicz i in. (2001) podczas oceny ekstrudowanych pelletów ziemniaczanych wykazali wpływ zarówno zastosowanej wilgotności surowców, jak i prędkości wytlaczania na wodochłonność pelletów oraz uzyskanych po ich usmażeniu przekąsek.

Ocena wyróżników organoleptycznych przeprowadzana była po dodaniu do rozdrobnionych ekstrudatów zbożowych ciepłego mleka, w ilości niezbędnej do uzyskania konsystencji kaszki gotowej do spożycia. Wszystkie próby uzyskały pozytywną ocenę, co świadczy o wysokiej smakowitości i jakości ekstrudowanych produktów. Podczas oceny organoleptycznej w skali 5 punktowej kaszki uzyskały wysokie noty za zapach oraz barwę kaszki kukurydziano-ryżowe wytworzone z receptury II (tab. 2). Oceny za smak były zróżnicowane, niższe odnotowano dla wyrobów wytwarzanych bez dodatku wody, w których po przygotowaniu do spożycia z ciepłym mlekiem wyczuwalne były pojedyncze nieprzetworzone cząsteczki surowców.

Najwyższe noty otrzymały produkty kukurydziano-ryżowe (II) dowlżane 10%-owym dodatkiem wody i kaszki kukurydziano-gryczane (III) dowlżone wodą w ilości 5% i otrzymały średnią ocenę 4,8. Najmniej atrakcyjny dla panelu oceniającego był produkt kukurydziano-ryżowy wytworzony przy wilgotności naturalnej, który otrzymał średnią ocenę 2,8. Słabsze noty uzyskały produkty otrzymane przy zastosowaniu matrycy o większej średnicy.

Kaszki ekstrudowane bez dodatku wody uzyskały niższe oceny za konsystencję, która była niespójna i powodowała rozwarstwianie kaszki od płynu. Kaszki o wysokiej wodochłonności charakteryzowały się doskonałą, jednolitą konsystencją oraz smakiem zgodnym z zastosowanymi surowcami. Jedynie przy ocenie kaszek kukurydziano-gryczanych (III) wyczuwalny był posmak gryki, którego obecność może mieć wpływ na atrakcyjność konsumencką tego wyrobu.

Tabela 2. Ocena organoleptyczna zbożowych kaszek błyskawicznych ekstrudowanych z zastosowaniem matryc 3 i 2 mm z różnych receptur surowcowych

Table 2. Sensory evaluation of instant cereal grits processed with die diameters of 3 and 2 mm on the basis of different raw material recipes

Receptura Recipe	Dodatek wody Water added (%)	Barwa Colour		Zapach Odour		Smak Taste		Konsystencja Consistency		Ocena ogólna Overall note	
		3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
		(mm)									
I	0	4	3	4	4	3	3	3	4	3,5 ahl	3,5 ah
	5	4	4	3	5	4	4	4	4	3,8 begl	4,3 cfi
	10	4	4	4	4	4	5	5	5	4,3 cfi	4,5 ci
II	0	4	2	4	3	4	3	4	3	4,0 dek	2,8
	5	3	5	5	4	4	4	4	4	4,0bdek	4,3 cfi
	10	5	5	4	4	5	5	4	5	4,5 cfi	4,8 j
III	0	3	4	3	4	3	4	4	4	3,3	4,0 dfek
	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4,3 cfik	4,8 j
	10	3	4	4	3	4	4	4	4	3,8 bgl	3,8 abgl

a, b, c – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, $n = 6$, – means followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$, $n = 6$.

WNIOSKI

1. Zastosowanie techniki ekstruzji z wykorzystaniem ekstrudera jednoślismakowego typu TS-45 w zaproponowanym zakresie temperatur oraz wilgotności mieszanek surowcowych umożliwiło wytworzenie kaszek błyskawicznych typu instant, które nie wymagają gotowania, a jedynie uwodnienia w gorącej wodzie lub mleku do uzyskania cech pełnej przydatności do spożycia.

2. Wydajność procesu oraz jego stabilność uzależniona była od składu recepturowego i nawilżenia mieszanek oraz od zastosowanej wielkości matrycy ekstrudera. Zastosowanie matrycy o mniejszej średnicy zmniejszyło wydajność procesu oraz obniżyło ekspandowanie wyrobów.

3. Gęstość usypowa oraz wodochłonność ekstrudowanych kaszek zbożowych uzależniona była głównie zarówno od zastosowanej matrycy formującej, jak też od wilgotności materiału przed ekstruzją, im większy zastosowano dodatek wody, tym wyższe wartości tych parametrów określono.

4. Kaszki o wysokiej wodochłonności charakteryzowały się doskonałą, jednolitą konsystencją oraz wyraźnym, prawidłowym smakiem zgodnym z zastosowaniem.

wanymi surowcami. Najlepszymi cechami sensorycznymi charakteryzowały się dowlżane kaszki kukurydziano-ryżowe o delikatnym smaku i jednordnej, gładkiej konsystencji oraz kukurydziano-gryczane, których charakterystyczny posmak i ciemnokremowa barwa może mieć wpływ na akceptację konsumenteną.

PIŚMIENNICTWO

- ASAE Standard: ASAE S269.3, 1989. Wafers, pellet, and crumbles – definitions and methods for determining density, durability and moisture content.
- BN-91/8070-14. Wyroby ekstrudowane (ekstrudaty). Chrupki nieoblewane. Metody badań.
- Camire M.E., Camire A., Krumhar K., 1990. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *Food Science and Nutrition*, 29, 1, 35-57.
- Harper J.M., 1981. *Extrusion of Foods*. vol. II. CRC Press, Inc., Floryda, USA.
- Fornal Ł., 1998. Ekstruzja produktów skrobiowych – nowe wyroby. *Pasze Przemysłowe*, 3, 7-14.
- Jin Z., Hsieh F., Huff H., 1995. Effects of soy fiber, salt, sugar and screw speed on physical properties and microstructure of corn meal extrudate. *Journal of Cereal Science*, 22, 185-194.
- Jones D., Chinnaswamy R., Tan Y., Hanna M., 2000. Physiochemical properties of ready-to-eat breakfast cereals. *Cereal Foods World*, 4, 164-167.
- Lusac W., Rooney L., 2002. *Snack Foods Processing*. CRC Press LLC, USA.
- Mendonca S., Grossmann M., Verhe R., 2000. Corn bran as a fibre source in expanded snacks. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 33, 2-8.
- Mercier C., Linko P., Harper J. 1989. *Extrusion Cooking*. AACC In., St. Paul, Minnesota, USA.
- Michniewicz J., Obuchowski W., 2002. Możliwość oddziaływania na cechy produktu metodą ekstruzji. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 5, 19-20.
- Mościcki L., 2000. Technika ekstruzji w przemyśle rolno-spożywczym. Wydanie specjalne miesięcznika *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, Warszawa.
- PN-A-88034:1998. Chrupki. Metody badań.
- PN-A-88036:1998. Chrupki. Wymagania.
- Ramirez-Jimenez A., Guerra-Hernandez E., Garcia-Villanova B., 2003. Evolution of non-enzymatic browning during storage of infant rice cereal. *Food Chemistry*, 83, 219–225.
- Suknark K., Philips R., Chinnan M., 1997. Physical properties of directly expanded extrudates formulated from partially defatted peanut flour and different types of starch. *Food Research International*, 30, 8, 575-583.
- Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B., 1998. Koncentraty zbożowe. w: *Towaroznawstwo Żywności Przetworzonej*. red. Świdorski F., Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Wójtowicz A., Dobosz R., Hodara K., 2001. Ocena cech użytkowych pelletów ziemniaczanych. *Inżynieria Rolnicza*, 10, 405-410.
- Wójtowicz A., 2001. Wpływ typu oraz wilgotności mąki na wydajność ekstrudera przy wytwarzaniu makaronów błyskawicznych. *Inżynieria Rolnicza*, 10, 397-404.

INFLUENCE OF RAW MATERIALS WETTING
AND EXTRUSION-COOKING PROCESS CONDITIONS
ON SELECTED PROPERTIES OF INSTANT CEREAL GRITS

Agnieszka Wójtowicz

Department of Food Process Engineering, Agricultural University
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin
e-mail: agnieszka.wojtowicz@ar.lublin.pl

Abstract. Results of measurement of some processing parameters of extrusion-cooking of cereal instant grits and their influence on selected physical properties and sensory profile are presented in the paper. Different recipes, moistening and die dimensions (3 and 2 mm) were used in the extrusion-cooking process. During processing by means of a single screw extruder the temperature profile, capacity and expansion ratio were registered. After the extrusion-cooking the extrudates were ground to 1.5 mm particles, and bulk density, water absorption index and sensory evaluation of instant grits mixed with warm milk were tested. The temperature range of 130-156°C and the screw speed of 100 rpm permitted the obtainment of instant products ready to eat after short water or milk hydration. The results of the study showed an influence of both recipe and moisture content on the process capacity and on all of the tested quality parameters. Higher raw material moisture content resulted in higher values of bulk density and water absorption range. The best sensory characteristics were achieved for corn meal-rice instant products which had delicate taste and smooth consistency, and for buckwheat-rice grits in which specific taste and dark-cream colour were obtained – features which can influence consumers' acceptability of these kinds of instant grits.

Key words: extrusion-cooking, cereal grits, convenience food, density, sensory evaluation