

WPLYW OBRÓBKI MIKROFALOWEJ NA STOPIEŃ EKSPANDOWANIA PELLETÓW ZIEMNIACZANYCH

Agnieszka Trela, Leszek Mościcki

Katedra Inżynierii Procesowej, Akademia Rolnicza, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: agnieszka.galka@ar.lublin.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań nad ekspandowaniem w polu elektromagnetycznym pelletów ziemniaczanych, wytwarzanych z różnych mieszanek surowcowych metodą ekstruzji, stosując zmienne warunki procesu. Ekspandowanie pelletów prowadzono w kuchence mikrofalowej, używając różnych mocy ogrzewania i czasu obróbki. Celem badań było określenie wpływu wyżej wymienionych czynników na efektywność ekspandowania zróżnicowanych pod wieloma względami pelletów. Stwierdzono, że niezależnie od składu surowcowego, pellety wytwarzane przy obrotach ślimaka 60 obr x min⁻¹ po ekspandowaniu uzyskiwały nieregularny kształt z charakterystycznymi pofałdowaniami na powierzchni. Z kolei pellety produkowane z prędkością obrotową 100 obr x min⁻¹ w czasie ekspandowania zachowywały się niestabilnie. Najlepsze efekty obserwowano w przypadku pelletów wytwarzanych z prędkością obrotową 80 obr x min⁻¹. Zaobserwowano zróżnicowany wpływ składu surowcowego, w tym także tzw. komponentów funkcjonalnych na efektywność ekspandowania. Najlepszą efektywność uzyskano w przypadku pelletów zawierających najwyższy udział mąki ziemniaczanej oraz 1% udział gumy ksantanowej, ekspandowanych w umiarkowanych warunkach ogrzewania mikrofalowego. Dodatek Suprex'u kukurydzianego wpływał pozytywnie na regularność kształtów snacków.

Słowa kluczowe: pellety, ekspandowanie, obróbka mikrofalowa

WSTĘP

Pellety to półprodukty służące do wyrobu snacków. Wytwarza się je metodą ekstruzji z surowców zbożowych lub ziemniaczanych. Snacki (określenie przyjęte z j. angielskiego tłumaczone jako przekąski) zyskały ostatnio ogromną popularność ze względu na możliwość ich produkcji w rozmaitych kształtach i smakach, a także możliwość przygotowania w domu przez samego konsumenta. Aby otrzymać gotowe przekąski, pellety należy poddać ekspandowaniu, najczęściej poprzez smażenie w głębokim tłuszczu.

Rosnący popyt na tego typu przekąski wywołuje ostatnio burzliwą dyskusję zwłaszcza wśród dietetyków, dotyczącą ich wysokiej kaloryczności. Faktem jest, że smażenie pelletów w oleju powoduje wyraźne podwyższenie ich wartości kalorycznej, pochłanianie tłuszczu dochodzi czasami do 30% s.m. W związku z tym w wielu ośrodkach podjęto intensywne badania nad zastąpieniem smażenia alternatywnymi metodami ekspandowania, jak np. obróbka mikrofalowa czy toastowanie.

Obróbka mikrofalowa żywności znana jest już od ponad czterdziestu lat (Ehlermann 2001, Mitrus 2000, Regier i Schubert 2001). Rosnące wymagania klientów skrócenia czasu przyrządzania oraz uproszczenia czynności związanych z przygotowaniem potraw, przyczyniły się do ogromnej popularności kuchenek mikrofalowych w gospodarstwach domowych (Lee i in. 2000). Warto dodać, że wraz z biegiem czasu i rozwojem technologii, koszty instalacji mikrofalowych służących do przemysłowego wykorzystania uległy wyraźnemu obniżeniu.

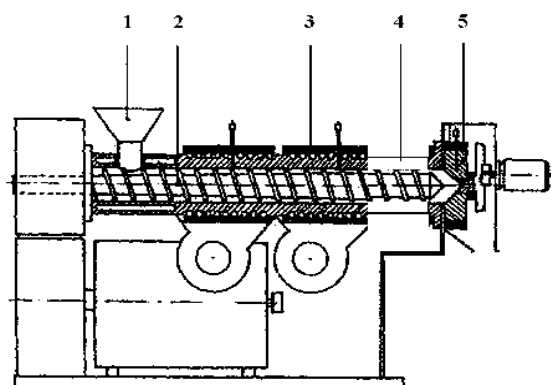
Ekspandowanie pelletów przy pomocy ogrzewania mikrofalowego wiąże się niestety z ewentualnością otrzymania produktu o gorszej teksturze, co zmusza technologów do poszukiwania metod podnoszących efektywność tego procesu. Pellety ekspandowane za pomocą ogrzewania mikrofalowego są na ogół twardsze w stosunku do smażonych (Gimeno i in. 2004). Oznacza to konieczność nie tylko dostosowania warunków obróbki mikrofalowej, ale także opracowanie optymalnej receptury pelletów oraz warunków ekstruzji. Pellety, które są podatne na ekspandowanie w czasie smażenia, nie zawsze zachowują się podobnie podczas ogrzewania mikrofalowego. Rozwiązaniem może być dodatek komponentów funkcjonalnych do mieszanki surowcowej pelletów, co może znacząco polepszyć kształt, teksturę oraz strukturę snacków ekspandowanych tą metodą (Mościcki 2005).

Celem pracy było określenie wpływu obróbki mikrofalowej na stopień ekspandowania pelletów o zróżnicowanym składzie recepturowym, wytwarzanych w zmiennych warunkach ekstruzji.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano pellety ziemniaczane wytwarzane w jednoślimakowym ekstruderze TS-45 – produkcji Z.M.Ch. Metalchem w Gliwicach (rys. 1), odpowiednio dostosowanym do tego celu przez pracowników Katedry Inżynierii Procesowej w Lublinie. Ekstruzji poddawano cztery zróżnicowane mieszanki (tab. 1), stosując zmienne obroty ślimaka; 60 obr x min⁻¹, 80 obr x min⁻¹ oraz 100 obr x min⁻¹. Przy doborze składu recepturowego pelletów, kierowano się chęcią ograniczenia kosztów materiałowych do niezbędnego minimum, zachowując jednocześnie gwarancję akceptowalnej jakości.

Wilgotność wszystkich mieszanek przed ekstruzją znormalizowano do poziomu 35% s. m.



Oznaczenia: 1 – zasyp/dosing, 2 – ślimak/screw, 3– grzałki/heaters, 4 – chłodzenie/cooling, 5 – głowica/die

Rys. 1. Schemat ekstrudera TS – 45

Fig. 1. Schematic of TS – 45 extruder

Tabela 1. Skład mieszanek surowcowych użytych do produkcji pelletów

Table 1. Composition of mixtures used during pellets production

Skład mieszanek (%) Composition of mixtures (%)	Receptura I Mixture I	Receptura II Mixture II	Receptura III Mixture III	Receptura IV Mixture IV
Mąka ziemniaczana Potato starch	68	68	77	77
Płatki ziemniaczane Potato flakes	10	10	10	10
Grys ziemniaczany Potato grits	10	10	10	10
Suprex pszenny* Wheat Suprex*	10	–	–	–
Suprex kukurydziany* Corn Suprex*	–	10	–	–
Guma ksantanowa Xanthan gum	–	–	1	–
Karboksymetyloceluloza Carboxymethyl cellulose	–	–	–	1
Sól Salt	2	2	2	2

*dodatki funkcjonalne firmy Codrico bv. – functional components of Codrico bv.

Mąka ziemniaczana, płatki ziemniaczane oraz grys zostały zakupione w ZPZ Łomża. Suprex[®] pszenny oraz kukurydziany to modyfikaty skrobiowe uzyskane bezpośrednio od producenta, tj. firmy Codrico bv z Holandii. Gumę ksantanową oraz karboksymetylocelulozę zakupiono w firmie BJ Products Koziegłowy.

Pellety po ekstruzji kondycjonowano w temperaturze pokojowej w czasie 24 h, a następnie poddawano próbom ekspandowania w kuchence mikrofalowej typu: Jet 1000W M 914 firmy Whirlpool, stosując następujące moce ogrzewania: 500, 750 i 1000 W oraz czas ogrzewania od 5 do 15 sekund.

Wyznaczenia stopnia ekspandowania na skutek ogrzewania mikrofalowego pelletów dokonywano wg wzoru:

$$E = S_n/S_p \quad (1)$$

gdzie: E – stopień ekspandowania (–), S_n – pole przekroju poprzecznego pelletów po ekspansji w kuchence mikrofalowej (mm^2), S_p – pole przekroju poprzecznego pelletów po ekstruzji (mm^2).

W porównaniu do metod obliczeń proponowanych przez Jones'a i innych (Jones i in. 2000), opartych na pomiarze gęstości pozornych ekstrudatów, nasz sposób wyznaczania stopnia ekspandowania jest znacznie prostszy i równie miarodajny.

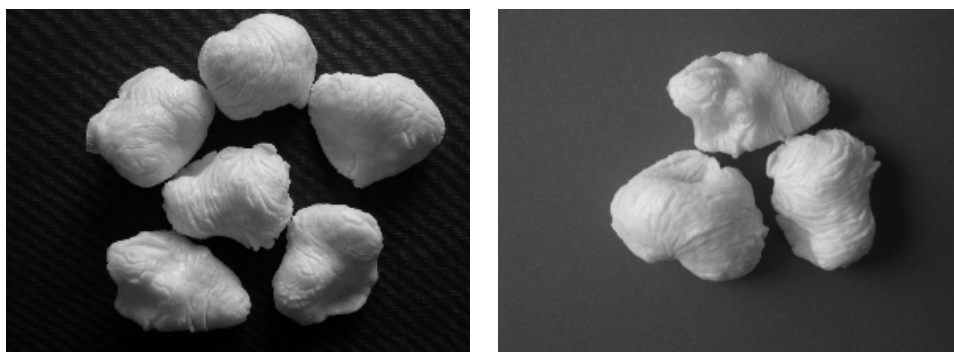
Badania przeprowadzono w 6 powtórzeniach, wyniki poddając analizie statystycznej, przyjmując za wiarygodne pomiary na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

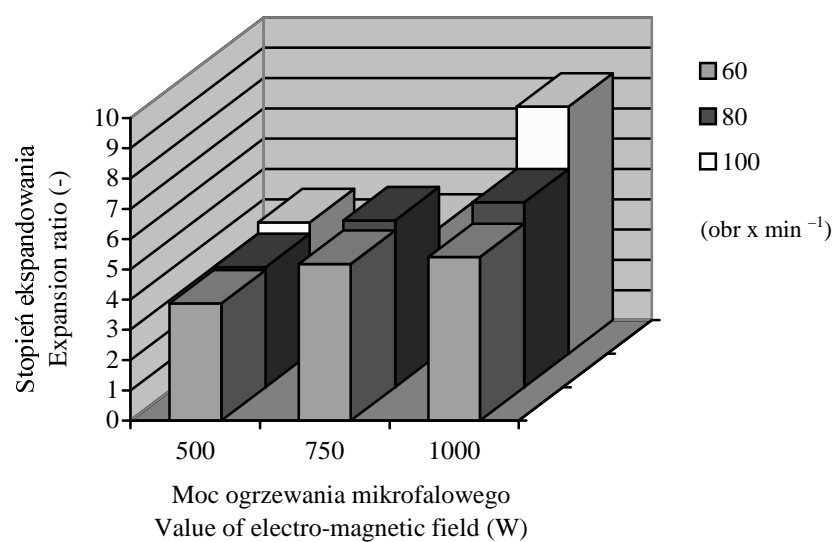
Niezależnie od składu recepturowego pellety produkowane przy najniższych obrotach ślimaka, tj. 60 obr \times min^{-1} , po ekspandowaniu miały nieregularny kształt z charakterystycznymi pofałdowaniami na powierzchni (fot. 1). Zwiększenie obrotów podczas ekstruzji do 80 obr \times min^{-1} niwelowało tę wadę. Dalsze zwiększenie obrotów ślimaka do 100 obr \times min^{-1} wpływało wprawdzie na zanik widocznych pofałdowań na powierzchni snacków, ale powodowało w wielu przypadkach nierównomierność ekspandowania i to niezależnie od stosowanej receptury czy też warunków obróbki w polu elektromagnetycznym.

Obserwując zachowanie się pelletów w czasie procesu ekspandowania zauważono, że proces ten rozpoczynał się zawsze od środka pelletów i rozchodził się promieniście na części zewnętrzne. Efektem tego było charakterystyczne wywijanie się brzegów snacków. Struktura powierzchni dolnej warstwy gotowych przekąsek była dosyć gładka i błyszcząca, górnej zaś matowa i niejednorodna. Powodem takiego zjawiska było najprawdopodobniej nierównomierne oddziaływanie pola elektromagnetycznego na pellety ułożone na obrotowym talerzu kuchenki, a co za tym idzie odmienne warunki wymiany ciepła i przemieszczania się pary.

Niżniowska (Niżniowska 2004), badając proces ekstruzji pelletów ziemniaczanych, odnotowała istotny wpływ obrotów ślimaka na jakość i zachowanie się pelletów w czasie smażenia. Potwierdziły to również nasze badania. Dobór warunków wytłaczania, oczywiście poza doбором surowcowym, miał decydujące znaczenie w czasie produkcji pelletów. Wiąże się z tym również podatność pelletów na pochłanianie tłuszczu (Trela, Mościcki 2006).



Fot. 1. Ekspandowane pellety wytwarzane przy obrotach ślimaka 60 obr x min⁻¹
Photo. 1. Expanded pellets produced with screw rotation speed of 60 rpm



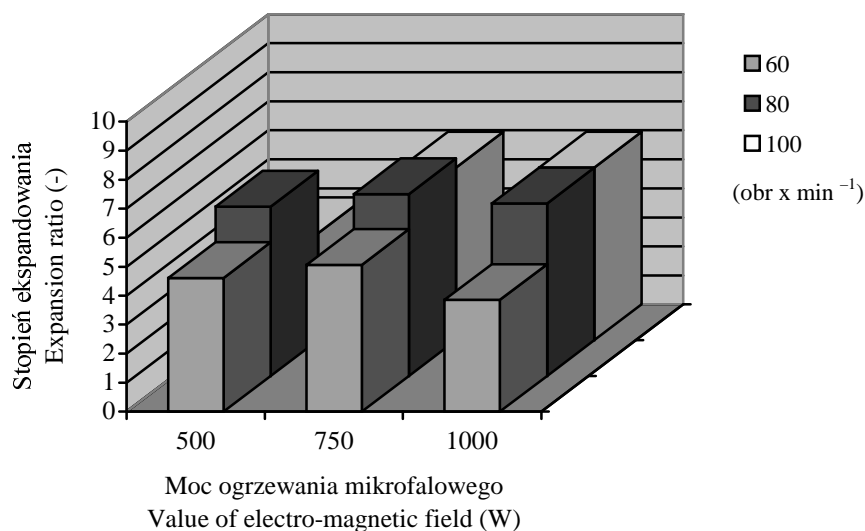
Rys. 2. Stopień ekspandowania pelletów wytwarzanych z mieszanki I
Fig. 2. Expansion ratio of pellets produced from mixture No. I

Przechodząc do szczegółowego omówienia wyników, należy stwierdzić istotne ich zróżnicowanie. W przypadku mieszanki I stopień ekspandowania pelletów wynosił od 3,87 do 8,16 (rys. 2), w zależności od przyjętych warunków wytwarzania. Pellety wyprodukowane przy wyższych obrotach ślimaka ekstrudera łatwiej ekspandowały w warunkach wyższej mocy ogrzewania w kuchence mikrofalowej.

Zarówno struktura zewnętrzna, jak i kształt snacków wytwarzanych z mieszanki I były niezadowolające, ich twardość i wygląd zewnętrzny budziły wiele zastrzeżeń.

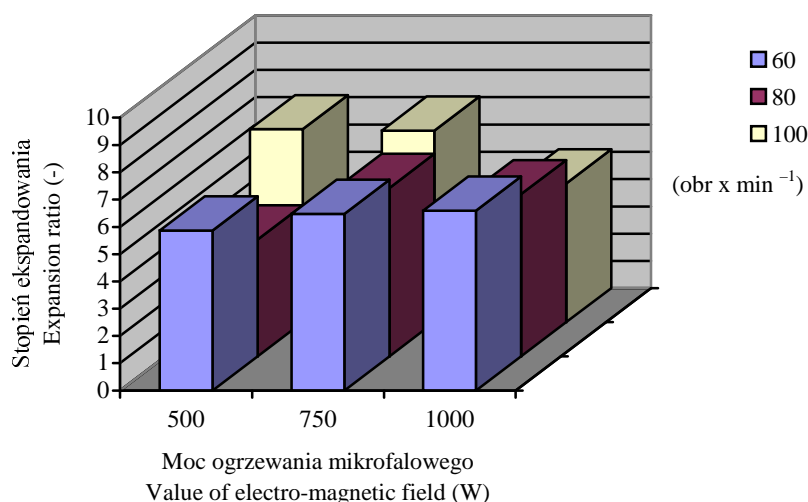


Fot. 2. Ekspandowane pellety wyprodukowane z mieszanki I
Photo. 2. Expanded pellets obtained from mixture No I



Rys. 3. Stopień ekspandowania pelletów wytwarzanych z mieszanki II
Fig. 3. Expansion ratio of pellets produced from mixture No II

W przypadku mieszanki II stopień ekspandowania pelletów wahał się od 3,69 do 6,27 (rys. 3). Zwiększenie obrotów ślimaka z 60 do 80 obr x min⁻¹ wpływało znacząco na podwyższenie stopnia ekspandowania snacków. Dalsze zwiększenie obrotów ślimaka podczas ekstruzji już nie dawało tego efektu, wręcz obserwowano nieznaczny spadek stopnia ekspandowania. Kształt snacków i ich struktura były bardziej ujednoczone w stosunku do pelletów otrzymywanych z mieszanki I. Dodatek zmodyfikowanej skrobi kukurydzianej w postaci Suprex'u kukurydzianego dawał lepsze efekty w stosunku do modyfikowanej skrobi pszennej (Suprex pszennej).



Rys. 4. Stopień ekspandowania pelletów wytwarzanych z mieszanki III

Fig. 4. Expansion ratio of pellets produced from mixture No III

Pelлеты wyprodukowane z mieszanki III, która zawierała w swym składzie zwiększony udział mąki ziemniaczanej, charakteryzowały się najwyższym średnim stopniem ekspandowania, wynoszącym od 4,29 do 7,08 (rys. 4) oraz najwyższą regularnością kształtów (fot. 3). Zaobserwowano w tym przypadku istotny wpływ mocy ogrzewania mikrofalowego na stopień ekspandowania pelletów i to niezależnie od obrotów ślimaka stosowanych podczas ich produkcji. Najlepsze efekty uzyskano w czasie 10 sekundowego ogrzewania, stosując moc 750 W.

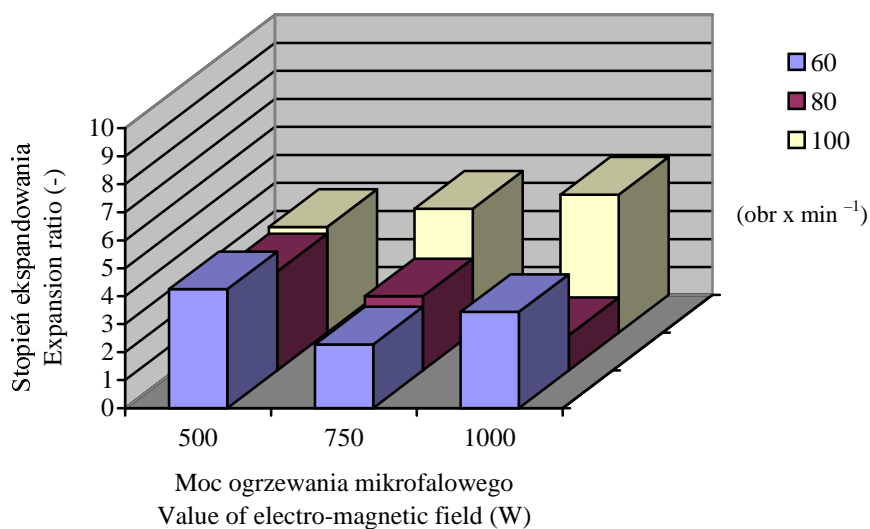
Z danych literaturowych wynika, że pelлеты o większej zawartości skrobi ziemniaczanej w recepturze ekspandują lepiej również podczas smażenia (Niżniowska 2004). W trakcie naszych badań zaobserwowano wyraźnie dodatni

wpływ dodatku gumy ksantanowej na podatność pelletów ziemniaczanych na ekspandowanie w kuchence mikrofalowej, co potwierdziło ustalenia Gimeno i innych (Gimeno i in. 2004).



Fot. 3. Ekspandowane pellety produkowane z mieszanki III

Photo. 3. Expanded pellets produced from mixture No III



Rys. 5. Stopień ekspandowania pelletów wytwarzanych z mieszanki IV

Fig. 5. Expansion ratio of pellets produced from mixture No IV

Najgorsze wyniki uzyskano w przypadku pelletów wytwarzanych z mieszanki IV (rys. 5). Zauważono, że niezależnie od przyjętych warunków ekstruzji oraz warunków ekspandowania, pellety w większości przypadków cechowały się znacznym stopniem nieprzetworzenia, o czym świadczyła ich struktura, obecność nieskleikowanej skrobi oraz jaśniejsza barwa.

Dodatek karboksymetylocelulozy nie przyniósł spodziewanych efektów. W tym wypadku uzyskano znacznie gorsze efekty w stosunku do relacjonowanych przez innych badaczy (Gimeno i in. 2004).

WNIOSKI

1. Pellety ekstrudowane w zmodyfikowanym ekstruderze TS-45 przy zastosowaniu najniższych obrotów ślimaka miały po ekspandowaniu w kuchence mikrofalowej poszarpaną strukturę oraz nieregularną budowę. Zwiększenie obrotów podczas ekstruzji niwelowało tę wadę. Za optymalne obroty uznano $80 \text{ obr} \times \text{min}^{-1}$, co gwarantowało uzyskanie snacków o najbardziej regularnej strukturze i najmniej kwestionowanej regularności kształtów.

2. Skład recepturowy, w tym dodatek komponentów funkcjonalnych do mieszanek surowcowych, oraz zmienne warunki ekspandowania przyniosły różnicowane efekty. Najlepsze wyniki ekspandowania uzyskano dla pelletów zawierających najwyższy udział skrobi ziemniaczanej oraz 1% dodatek gumy ksantanowej, stosując umiarkowane warunki obróbki mikrofalowej (750W i 10 s.). Dodatek Suprex'u kukurydzianego do mieszanki surowcowej pomógł w zachowaniu bardziej regularnej struktury.

3. Ekspandowanie pelletów w kuchence mikrofalowej stanowi alternatywę dla tradycyjnych metod ich smażenia. Trzeba jednak się liczyć z niższą efektywnością samego procesu w stosunku do smażenia. Spadek stopnia ekspandowania średnio od 30 do 50% odbija się niestety na zwiększonej twardości i obniżonej chrupkości gotowych snacków, a to może spotkać się w niektórych wypadkach z brakiem akceptacji konsumenckiej.

PIŚMIENNICTWO

- Ehlermann D., 2001. Microwave processing: Thermal Technologies in Food Processing. William Anrew Publishing/Noyes, 396-407.
- Gimeno E., Moraru C., Kokini J., 2004. Effect of xantan gum and cmc on the structure and texture of corn flour pellets expanded by microwave heating. *Cereal Chem.*, 81 (1), 100-107.
- Jones J., Chinnaswamy R., Tan Y., Hanna M., 2000. Physiochemical properties of ready – to – eat breakfast cereals. *Cereal Food World*, 45 (4), 164-168.
- Lee E., Lim K., Lim J., Lim S., 2000. Effect of Gelatynization and Moisture Content of Extruded Starch Pellets on Morphology and Physical Properties of Microwave-Expanded Products. *Cereal Chem.*, 77 (6), 769-773.

- Mitrus M., 2000. Zastosowanie mikrofal w technologii żywności. *Post. Nauk Roln.*, 4, 99-105.
- Mościcki L., 2005. Suprex Food funkcjonalne komponenty. *Przegląd Zbożowo Młynarski*, 5, 38.
- Niżniowska A., 2004. Wpływ warunków ekstruzji na zmiany właściwości fizycznych pelletów ziemniaczanych. *Rozprawa doktorska, maszynopis*. Akademia Rolnicza, Lublin.
- Regier M., Schubert H., 2001. *Microwave processing: Thermal Technologies in Food Processing*. William Anrew Publishing/Noyes, 178-207.
- Trela A., Mościcki L., 2006. Wpływ receptury oraz warunków ekstruzji na zdolność pochłaniania tłuszczu pelletów ziemniaczanych. *Przegląd Zbożowo Młynarski*, 8, 29-31.

EFFECT OF MICROWAVE TREATMENT ON EXPANSION RATIO OF POTATO PELLETS

Agnieszka Trela, Leszek Mościcki

Department of Food Process Engineering Department, Agricultural University
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: agnieszka.galka@ar.lublin.pl

Abstract. The paper presents results of pellets expansion in the microwave oven. Potato pellets of different composition were produced using a modified single screw extrusion-cooker TS – 45 in different process conditions, then expanded in microwave oven in varied magnetic field and time of treatment. Independently of raw material used, pellets produced with the screw rotation speed of 60 rpm were irregularly shaped after expanding. Higher rpm of the screw eliminated such defects and the best effect was observed for the speed of 80 rpm. Different influence of process conditions as well pellets composition, including functional components, was observed during expanding in electro-magnetic field. The best expanding effect was measured for pellets containing the highest quantity of potato starch and 1% of xanthan gum, processed under moderate heating conditions. Addition of corn Suprex® stabilized pellets structure and shape regularity.

Keywords: pellets, expansion, microwave oven