

## WPŁYW PROCESU SMAŻENIA NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE PELLETÓW ZIEMNIACZANYCH

### Streszczenie

W pracy przedstawiono, w jaki sposób smażenie pelletów w oleju palmowym wpłynęło na ich właściwości fizyczne. W badaniach oznaczono: wilgotność, stopień ekspandowania, chłonność tłuszczu, gęstość usypową, wytrzymałość mechaniczną oraz kąt zsypania różnych próbek pelletów ziemniaczanych.

**Słowa kluczowe:** pellety, ekstruzja, smażenie

### Oznaczenia

$\rho$  - gęstość [ $\text{kg/m}^3$ ],

$\rho_{us}$  - gęstość w stanie usypowym [ $\text{kg/m}^3$ ],

$R_w$  - współczynnik ekspandowania,

$S_o$  - pole przekroju poprzecznego pelletu po usmażeniu [ $\text{mm}^2$ ],

$S_s$  - pole przekroju poprzecznego pelletu surowego [ $\text{mm}^2$ ],

$m_o$  - masa pozostałych w całości pelletów (g),

$m_p$  - masa próby (g),

$K$  - wytrzymałość mechaniczna (%),

$p_o$  - masa próbki po smażeniu (g),

$p_p$  - masa próbki przed smażeniem (g).

### Wprowadzenie

Jedną z najciekawszych form produktów ekstrudowanych ostatnich lat są pellety – półprodukty służące do wyrobu snacków. Produkcja pelletów jest w zasadzie bardzo zbliżona do produkcji ekstrudowanych płatków zbożowych; różnica polega jedynie na sposobie krojenia produktu oraz jego suszeniu, który jest z resztą bardzo podobny do tego, jaki jest

stosowany w produkcji makaronów krótkich [Mościcki 2003]. Tak otrzymane pellety mogą być sprzedawane jako półprodukt do przyrządzenia w domu lub poddawane są smażeniu, dzięki czemu otrzymujemy gotowe do dystrybucji chrupiące snacki.

Smażenie polega na zanurzeniu produktu w gorącym oleju roślinnym przez kilka do kilkunastu sekund [Jarosławski, Zielonka 1997]. Wybór rodzaju oleju, warunków przetwarzania i dozowania tłuszczu są podyktowane rodzajem lub inaczej skalą przetwórstwa: smażenia przemysłowego oraz smażenia usługowego [Lusac, Rooney 2001]. Rodzaj oleju użytego do smażenia ma ogromny wpływ na okres przechowywania gotowych snacków. Temperatura smażenia pelletów zależy od ich charakterystyki i waha się od 180°C do 200°C.

## Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie wpływu procesu smażenia na cechy fizyczne pelletów ziemniaczanych otrzymywanych według różnych receptur. Do badań wykorzystano pellety ziemniaczane wyprodukowane w Katedrze Inżynierii Procesowej Akademii Rolniczej w Lublinie, za pomocą zmodyfikowanego ekstrudera jednoślیمakowego TS-45. Do ich produkcji użyto mieszanek o składzie recepturowym przedstawionym w tabeli 1.

Tabela 1. Skład recepturowy mieszanek użytych do produkcji pelletów  
Table 1. Composition of mixtures used to pellet production

Receptura	Skrobia ziemniaczana (%)	Płatki ziemniaczane (%)	Grysik ziemniaczany (%)	Sól (%)	Monoglicerydy (%)
I	70	14	14	1,5	0,5
II	70	14	14	2	-
III	40	29	29	1,5	0,5
IV	40	29	29	2	-

Każda mieszanka została doprowadzona do 3 poziomów wilgotności 30, 35 i 40% i poddana ekstruzji przy prędkości obrotowej ślimaka  $1,0s^{-1}$  i  $2,0s^{-1}$  (próby te oznaczono symbolem „PK”). Ponadto do badań użyto również pelletów ziemniaczanych pochodzących bezpośrednio od różnych producentów (próby oznaczono symbolem „PP”). Były to: ringi ziemniaczane, frytki ziemniaczane cięte z ukosa oraz formy przestrzenne w kształcie perforowanych rożków trójkątnych.

Zmiany w snackach otrzymanych w wyniku wysmażenia pelletów w oleju najczęściej stosowanym przez producentów, tj. palmowym określano na podstawie oznaczeń: wilgotności, stopnia ekspandowania, wytrzymałości mechanicznej, kąta zsypania, gęstości usypowej, chłonności tłuszczu.

## Metodyka badań

Oznaczenie wilgotności pelletów przed smażeniem i po smażeniu dokonano zgodnie z PN-86/A-74011.

Wyznaczenia stopnia ekspandowania snacków uzyskanych z pelletów handlowych dokonano wg wzoru [Jones i in. 2000]:

$$\text{Exp} = \frac{\rho}{\rho_{us}} [-] \quad (1)$$

Gęstość pelletów przed i po usmażeniu obliczono po wyznaczeniu objętości, jaką zajmowały pellety ziemniaczane w wyprażonym piasku zgodnie z normą BN-87/9135-08.

Współczynnik ekspandowania [Mercier i in. 1998] pelletów „PK” określono wg wzoru:

$$R_w = \frac{S_o}{S_s} [-] \quad (2)$$

Wytrzymałość mechaniczną oznaczono w aparacie Pfosta z zastosowaniem 4-kątnych bębnow z wbudowaną wewnątrz listwą stalową. Procentową ilość pozostałych nienaruszonych pelletów określano zgodnie z [ASAE 1989].

$$K = \frac{m_o}{m_p} \times 100\% \quad (3)$$

Badania kąta zsypania przeprowadzono na służącym do tego celu stanowisku wg [Walczyński 2001]. Próbkę ekstrudatów wysypano swobodnie na powierzchnię pomiarową aparatu i przechylano do chwili obsunięcia przeważającej części materiału odczytując na podziałce wielkość kąta z dokładnością do 1°.

Pomiaru gęstości usypowej dokonano przy użyciu cylindra o wymiarach: 300 mm średnicy i 310 mm wysokości. Wynik pomiarów przeliczono na kg/m<sup>3</sup> [ASAE 1989].

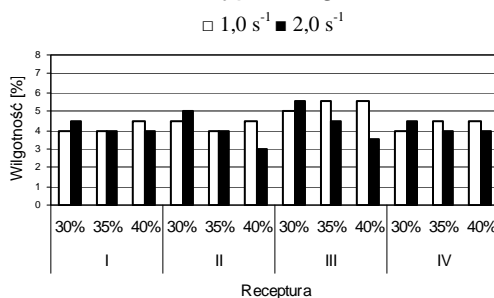
W celu wyznaczenia chłonności tłuszczu próbkę o masie  $p_p$  zanurzono w gorącym oleju (temperatura 180°C) i pozostawiono aż do wypłynięcia na powierzchnię. Następnie odcedzono i zważono, a stopień pochłaniania oleju wyliczono ze wzoru:

$$P = \frac{p_o - p_p}{p_p} \times 100\% \quad (4)$$

Badania wszystkich parametrów przeprowadzono w 6 powtórzeniach, za wynik ostateczny przyjmowano średnią arytmetyczną.

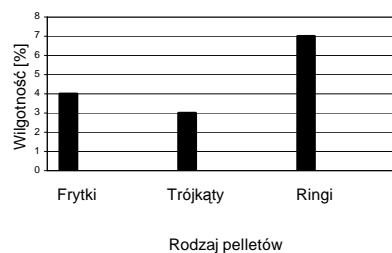
## Wyniki badań

Pellety przed smażeniem posiadały wilgotność w granicach od 6% do 11%. Po usmażeniu wilgotność była niższa i wynosiła od 3% do 7%. Najmniejsze odparowanie wody zaobserwowano w przypadku snacków otrzymanych z pelletów „PP”, zwłaszcza typu „ring”.



Rys.1 Wilgotność pelletów „PK” po smażeniu

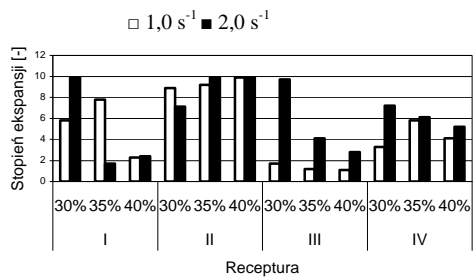
Fig.1 The moisture content of „PK” pellets after frying



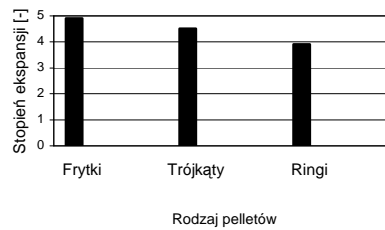
Rys.2 Wilgotność pelletów „PP” po smażeniu

Fig.2 The moisture content of „PP” pellets after frying

Stopień ekspandowania w czasie smażenia pelletów „PK” był bardzo zróżnicowany i wynosił od 1,5 do 10. Największym stopniem ekspandowania charakteryzowały się pellety otrzymane zgodnie z recepturą II. W przypadku pelletów otrzymanych wg receptur III i IV zauważono wpływ obrotów ślimaka na wartości Exp. Im były one wyższe, tym bardziej wzrastał współczynnik ekspandowania. W przypadku pelletów „PP” stopień ekspandowania snacków był bardziej jednorodny. Wynikało to przede wszystkim z bardziej efektywnego ich suszenia.

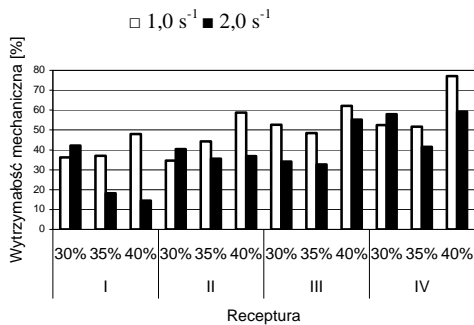


Rys.3 Stopień ekspansji pelletów „PK”  
Fig.3 Expansion ratio of „PK” pellets

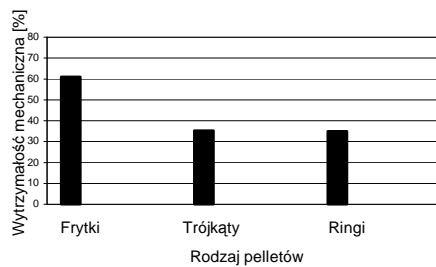


Rys.4 Stopień ekspansji pelletów „PP”  
Fig.4 Expansion ratio of „PP” pellets

Badania wytrzymałości mechanicznej smażonych pelletów we wszystkich przypadkach prowadzą do jednoznacznego stwierdzenia: są one bardzo kruche i podatne na uszkodzenia.

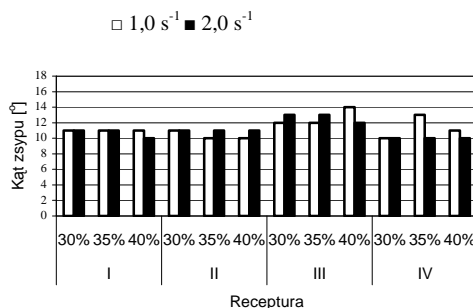


Rys.5 Wytrzymałość mechaniczna pelletów „PK”  
Fig.5 The durability of “PK” pellets



Rys.6 Wytrzymałość mechaniczna pelletów „PP”  
Fig.6 The durability of “PK” pellets

Kąt zsypania pelletów smażonych okazał się być wielkością zbliżoną dla wszystkich prób pelletów „PK”, zawierającą się w przedziale 10<sup>o</sup>-14<sup>o</sup>. Pellety „PP” charakteryzowały się kątem zsypania wynoszącym od 15<sup>o</sup> do 17<sup>o</sup>.

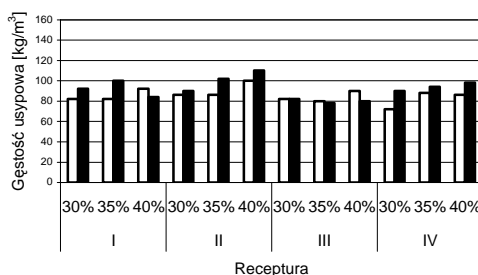


Rys.7 Kąt zsypu pelletów „PK”  
Fig.7 The angles of response of „PK” pellets

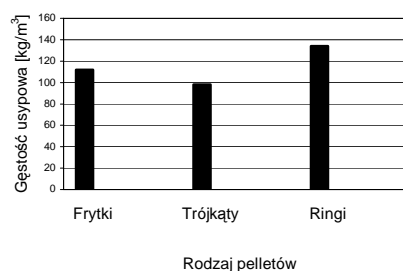


Rys.8 Kąt zsypu pelletów „PP”  
Fig.8 The angles of response of „PP” pellets

Największą gęstością usypową wśród snacków „PK” charakteryzowały się te uzyskane z mieszanki II, o wilgotności 40%, produkowane przy prędkości obrotowej ślimaka 2,0 s<sup>-1</sup>. Dość niskie wskaźniki gęstości usypowej posiadały snacki mieszanki III. Zwiększenie obrotów ślimaka podczas produkcji pelletów wpływało w większości przypadków na wzrost ich gęstości usypowej. To samo można stwierdzić w przypadku wzrostu wilgotności.

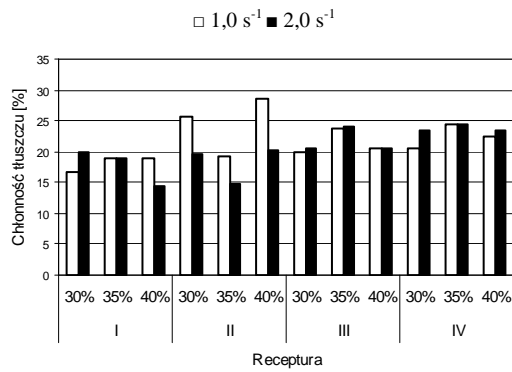


Rys.9 Gęstość usypowa pelletów „PK”  
Fig.9 The bulk densities of „PK” pellets

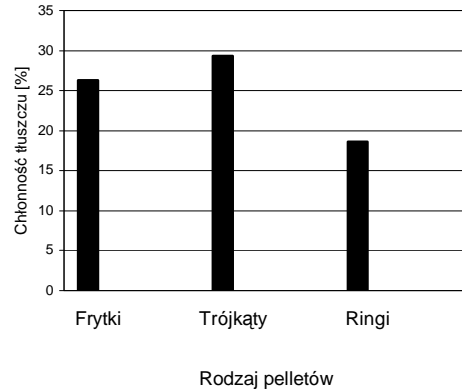


Rys.10 Gęstość usypowa pelletów „PP”  
Fig.10 The bulk densities of „PP” pellets

różnicowane wyniki uzyskano badając stopień pochłaniania tłuszczu w czasie smażenia pelletów (od 14% do 28% wagowo). Najmniejszą chłonnością tłuszczu odznaczały się snacki wyprodukowane z pelletów „PK” – mieszanka I oraz ringi „PP”. Jakkolwiek można to uznać za pozytywne zjawisko, były one jednak wyraźnie twardsze w stosunku do pozostałych.



Rys.11 Chłonność tłuszczu przez pellety „PK”  
Fig.11 The oil absorption of “PK” pellets



Rys.12 Chłonność tłuszczu przez pellety „PP”  
Fig.12 The oil absorption of “PP” pellets

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

- Zróżnicowana wilgotność pelletów (wynosząca od 6% do 11%) wpływała na rozrzut stopnia ich ekspandowania podczas smażenia, kąt zsypania i gęstość usypową. Jednocześnie zaobserwowano prawie dwukrotny ubytek wilgoci w stosunku do stanu wyjściowego.
- Chłonność tłuszczu pelletów w czasie smażenia wynosiła od 14% do 28%, przy czym większym pochłanianiem tłuszczu odznaczały się pellety „PP”, co związane było z ich składem recepturowym oraz niższą wilgotnością.
- Kąt zsypania snacków wynosił od 10° do 17°, przy czym wyższymi wartościami charakteryzowały się snacki otrzymywane z pelletów „PP”.
- Gęstość usypowa snacków „PK” była niższa o ok. 10% niż snacków otrzymywanych z pelletów „PP”. Wzrost obrotów ślimaka podczas ekstruzji pelletów wpływał w większości przypadków na wzrost gęstości usypowej snacków.
- Wyniki badań wytrzymałości mechanicznej snacków świadczą o bardzo dużej ich podatności na uszkodzenia, co należy brać pod uwagę w czasie ich pakowania, transportu i magazynowania.

---

## **Bibliografia**

ASAE S269.3: Wafers, pellets, and crumbles – definitions and methods for determining density, durability and moisture content, ASAE Standard, 1989, 346

BN-87/9135-08. Pasze prasowane. Oznaczanie gęstości granul i brykietów.

Jarosławski L., Zielonka R.: Podstawowe operacje i urządzenia w przetwórstwie ziemniaków na uszlachetnione produkty spożywcze, Bonin, Wydawnictwo IHAR, 1997.

Jones J., Chinnaswamy R., Tan Y., Hanna M., Physiochemical properties of Ready – to – eat breakfast cereals, Cereal Food World, 2000, 4, vol. 45, 164.

Lusac E.W., Rooney L.W.: Snack food processing, CRP Press, 2001

Mercier C., Linko P., Harper J.M.: Extrusion cooking, American Association of Cereal Chemistry, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, 1998.

Mościcki L.: Surowce stosowane w produkcji wyrobów ekstrudowanych, Przegląd Zbożowo – Młynarski, 2003, 3, 24.

PN-86/A-74011. Ziarno zbóż, nasiona roślin strączkowych i przetwory zbożowe. Oznaczenie wilgotności.

Walczyński S: Niektóre właściwości surowców i mieszanek paszowych oraz metody ich oznaczania, Pasze Przemysłowe, 2001, 2, 7.

## **EFFECT OF FRYING PROCESS ON PHYSICAL PROPERTIES OF POTATO PELLETS**

### **Summary**

Frying of potato pellets in palm oil and process influence on physical properties of obtained snacks are presented in the paper. During investigations were measured: moisture content, expansion ratio, oil absorption, bulk density, durability and angle of response for different kind of potato pellets.

**Key words:** pellets, extrusion, frying

*Recenzent – Andrzej Neryng*