

OCENA ENERGETYCZNA PROCESU PŁATKOWANIA ZIARNIAKÓW W PRODUKCJI PŁATKÓW WIELOZIARNOWYCH

M. Panasiewicz, J. Mazur, M. Stadnik

Katedra Maszynoznawstwa i Inżynierii Przemysłu Spożywczego AR
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin
e-mail: panmar@faunus.ar.lublin.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono zakres zmian energii zużywanej w trakcie procesu płatkowania mieszaniny ziarniaków, poddanych wcześniej różnym metodom kondycjonowania. Określano wpływ wilgotności wyjściowej i wybranych metod obróbki hydrotermicznej, kilku zmieszanych ze sobą surowców kaszarskich w odniesieniu do nakładów energii potrzebnej do realizacji procesu ich płatkowania.

Słowa kluczowe: obróbka hydrotermiczna ziarniaków, płatkowanie, energochłonność procesu.

WSTĘP

Rynek płatków zbożowych jest przykładem rynku zróżnicowanego, na którym występują produkty tradycyjne, jak również produkty uznane przez konsumentów za nowe i atrakcyjne. Odpowiedzią na zwiększające się zainteresowanie konsumentów produktami umożliwiającymi łatwe i szybkie przygotowanie posiłków jest coraz szersza oferta rynkowa płatków zbożowych, płatków z różnymi dodatkami smakowymi oraz musli [2,4,5,7,]. Niezależnie od technologii produkcji płatki zbożowe (głównie owsiane i kukurydziane, w mniejszym stopniu jęczmienne, żytnie i ryżowe) odgrywają bardzo ważną rolę w żywieniu człowieka ze względu na swój skład i wartości odżywcze. W zależności od surowca wyjściowego są cennym źródłem węglowodanów, błonnika pokarmowego, witamin z grupy B, soli mineralnych i niewielkich ilości tłuszczu [3,4,6]. Są szczególnie zalecane w żywieniu dzieci i osób wymagających diety. W ostatnim czasie, w oparciu o analizę składu chemicznego

poszczególnych surowców wyjściowych, podejmuje się próby produkcji płatków wieloziarnowych o bogatszej i zróżnicowanej gamie poszczególnych składników odżywczych. O ile idea mieszanek wieloziarnowych daje korzystne efekty z punktu widzenia wartości odżywczej i atrakcyjności nowego produktu, o tyle przysparza pewnych trudności technologicznych w ustaleniu parametrów ich jednoczesnego przerobu (jako mieszaniny wieloziarnowej). Ze względu na specyficzną i zróżnicowaną budowę i skład chemiczny ziarna łączonych zbóż i nasion, zachodzi konieczność ustalenia nowych (zbliżonych do optymalnych) parametrów procesu ich przerobu (kondycjonowanie, płatkowanie, rozdrabnianie itp.). Dotyczy to również oceny związanej z energochłonnością procesu płatkowania. Podstawową informacją dla oceny procesu płatkowania mieszaniny ziarniaków, jest określenie jednostkowego zużycia energii potrzebnej do jego realizacji [1,2,8]. Zasygnalizowane problemy były jedną z głównych przesłanek do podjęcia badań w tym kierunku.

Celem badań był pomiar nakładów energetycznych procesu płatkowania w zależności od wilgotności wyjściowej ziarniaków i wybranych parametrów ich przygotowania i przerobu (nawilżanie wodą i parą wodną). Określano zakres wpływu wilgotności wyjściowej i wybranych metod obróbki hydrotermicznej, kilku zmieszanych ze sobą surowców kaszarskich w odniesieniu do nakładów energii i pracy potrzebnych do realizacji procesu ich jednoczesnego płatkowania.

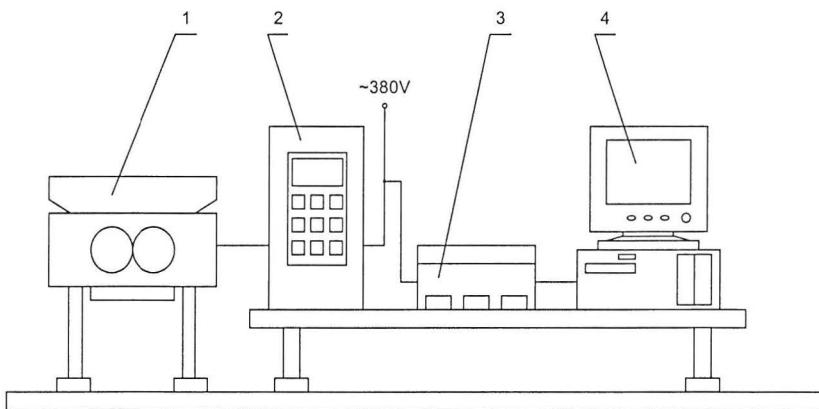
MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były obłuszczone ziarniaki owsa i jęczmienia oraz ziarna pszenicy. Oczyszczone i posortowane na frakcje wymiarowe surowce mieszano w równych proporcjach, dowilżano wodą do wilgotności wyjściowej $w_1 = 10\%$, $w_2 = 14\%$, $w_3 = 18\%$, $w_4 = 22\%$ i $w_5 = 26\%$ i kierowano do płatkowania. Kolejną grupę badanych surowców stanowiły ziarniaki (dowilżone wcześniej do w/w poziomów wilgotności) i następnie poddane procesowi obróbki hydrotermicznej w prażarko-mieszarce (nawilżanie parą wodną o ciśnieniu $p = 0,28\text{MPa}$ przez $t_{n1} = 5\text{min}$). Tak przygotowane dwie grupy próbek, o masie 1 kg, poddawano procesowi płatkowania w gniotowniku (szczelina robocza $s = 0,1\text{ mm}$) i wykonano pomiar zużytej energii.

Badania związane z płatkowaniem prowadzono w gniotowniku „Tytan” H-759, napędzanym silnikiem o mocy 2,2 kW, o napięciu znamionowym 380V, prądzie znamionowym 5,2 A i współczynniku mocy 0,82. Część roboczą gniotownika stanowiły 2 walce rowkowane o średnicy 240 mm i szerokości 50 mm. Kąt nachylenia rowków wynosił 8° w stosunku do osi walców, a głębokość 0,3 mm. Prędkość obwodowa

walców wynosiła $0,252 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$. Płynne i równomierne zasilanie szczeliny roboczej gniotownika surowcem realizowano za pomocą przenośnika taśmowego o wydajności $40 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$. Po uruchomieniu gniotownika i ustabilizowaniu jego pracy, jednocześnie włączany był przenośnik zasilający - taśmowy oraz komputer z przetwornikiem mocy, rejestrujący wartość netto zużycia energii potrzebnej do zgniecenia 1 kg mieszaniny ziarniaków. Pomiary wykonywano w pięciu powtórzeniach dla każdej wilgotności i metody nawilżania surowców. Jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną.

Schemat stanowiska do pomiaru mocy i energii elektrycznej procesu płatkowania przedstawiono na Rys. 1.



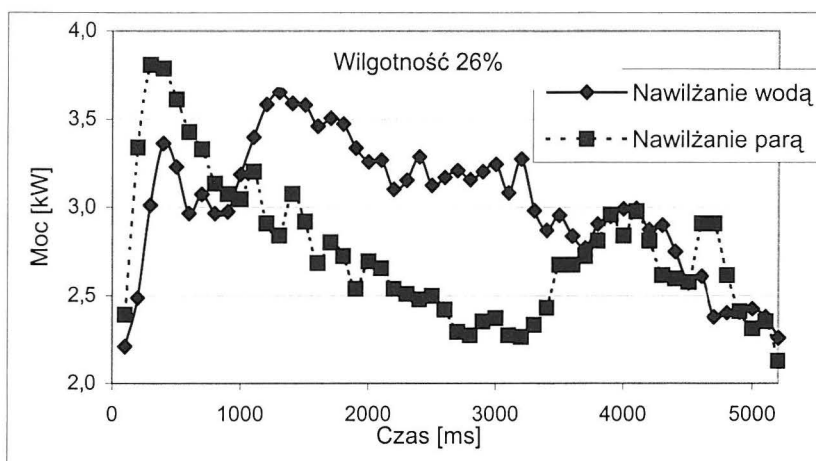
Rys. 1. Schemat stanowiska do pomiaru energochłonności procesu płatkowania surowców ziarnistych: 1-gniotownik, 2-falownik, 3-przetwornik mocy, 4-komputer.

Fig. 1. Scheme of laboratory stand for energy consumption measuring during grain flaking. 1-roller-crusher, 2-inverter, 3-energy converter, 4-computer.

WYNIKI I DYSKUSJA

Dokładny opis procesu płatkowania jest dość skomplikowany, gdyż na jego przebieg i energochłonność ma wpływ wiele czynników. Ogólnie można je podzielić na mechaniczno-konstrukcyjne, mechaniczno-eksploatacyjne gniotownika oraz wynikające z właściwości fizycznych surowców. W dotychczasowych opracowaniach, obejmujących proces płatkowania surowców kaszarskich, w głównej mierze zajmowano się wpływem czynników mechaniczno-konstrukcyjnych oraz techniczno-eksploatacyjnych. Niewiele zaś prac poświęcono wpływowi czynników, wynikających z właściwości fizycznych ziarniaków na parametry procesu, a szczególnie

zużyciu energii potrzebnej do ich płatkowania. W procesie płatkowania (ściskania) ziarniaków pomiędzy walcami można przyjąć, iż zgniot następuje stopniowo w miarę jak ziarniaki są wciągane do szczeliny roboczej, której kształt w przybliżeniu jest klinem. Zróżnicowany skład chemiczny, kształt i różnice wymiarów geometrycznych trzech, jednocześnie płatkowanych surowców stwarzają całkowicie odmienne warunki płatkowania i nieporównywalne (do płatkowania jednego surowca) nakłady energetyczne. Dotyczy to również metod i procesów związanych z przygotowaniem tych surowców do płatkowania. Na Rys. 2 przedstawiono przykładowe przebiegi zużycia mocy w czasie zgniatania ziarniaków nawilżanych wodą i parą wodną.

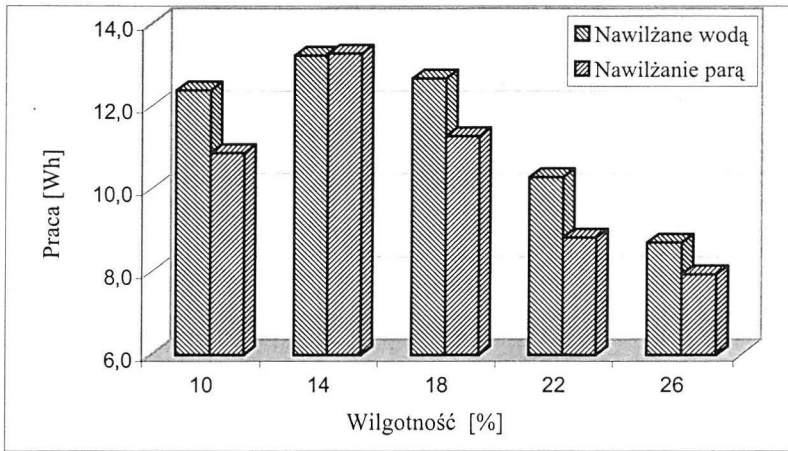


Rys. 2. Przykładowy przebieg zmian zużycia mocy w czasie procesu zgniatania ziarniaków nawilżanych wodą i parą wodną.

Fig. 2. Example function of power consumption changes during steamed and water moistured grain flaking process.

Uzyskane wyniki jednoznacznie wykazały, że wilgotność i obróbka hydrotermiczna wpływają zarówno na wartość technologiczną surowca i przebieg procesu płatkowania, jak i jego energochłonność.

Najkorzystniejszą, z punktu widzenia zużycia energii, okazała się metoda dowilżenia zmieszanych ziarniaków do wilgotności $w_4 = 22\%$ i $w_5 = 26\%$, a następnie obróbka hydrotermiczna parą wodną. Dla tego sposobu przygotowania surowców, w odniesieniu do pozostałych poziomów wilgotności, odnotowano zdecydowanie niższe nakłady energetyczne (Rys. 3).

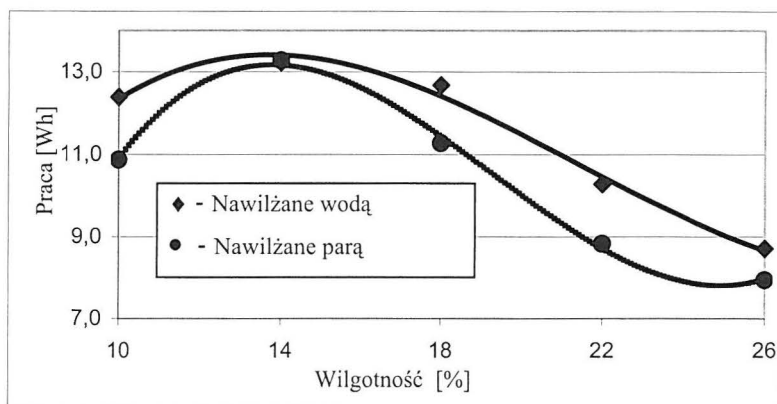


Rys. 3. Praca płatkowania odniesiona do zróżnicowanych poziomów wilgotności i metod obróbki hydrotermicznej.

Fig. 3. Flaking labour at different moisture content levels and different methods of hydrothermal treatment.

I tak dla próbek ziarniaków o wilgotności wyjściowej $w_5 = 26\%$ i nawilżanych parą wodną, w trakcie ich płatkowania zużyto zaledwie 7,94 Wh, zaś dla surowców o wilgotności $w_2 = 14\%$, przygotowanych tą samą metodą aż 13,28 Wh. Różnica zużytej pracy, dla tych skrajnych wilgotności ($w_1 = 14\%$ i $w_5 = 26\%$), wyniosła 5,33 kWh, a więc zmniejszyła się o około 40%. Tak znaczny spadek zużycia energii potwierdza bardzo intensywne oddziaływanie pary wodnej na strukturę wewnętrzną ziarniaków, a szczególnie na ich własności mechaniczne. Duża różnica energochłonności płatkowania ziarniaków nawilżanych wodą i parą wodną wynika przede wszystkim z dość znacznego zróżnicowania (na korzyść nawilżania parą) wilgotności końcowej surowców. Wilgotność końcowa ziarniaków nawilżonych parą (tuż przed płatkowaniem) wynosiła 30-36%, gdy tymczasem próbki nawilżane wodą miały znacznie niższą wilgotność. W oparciu o dane literaturowe należy domniemać iż rygorystyczne parametry pary wodnej (wysokie ciśnienie i temperatura) powodowały znaczące zmiany w strukturze skrobi, białka i cukrów zawartych w ziarniakach owsa, jęczmienia i ziarnie pszenicy. W przypadku nawilżania ziarniaków parą wodną uzyskano również korzystne cechy organoleptyczne płatków (kolor, smak, zapach).

W odniesieniu do zadanych wilgotności, należy zauważyć, iż największe wartości pracy koniecznej do rozdrobnienia (płatkowania) mieszaniny ziarniaków (niezależnie od metody) zarejestrowano przy wilgotności $w_2 = 14\%$ (Rys. 4.). Dla tej wilgotności, niezależnie od tego czy ziarniaki nawilżane były wodą czy parą wodną, zarejestrowano bardzo zbliżone wartości zużytej pracy. W miarę wzrostu wilgotności ($w_3 = 18\%$, $w_4 = 22\%$ i $w_5 = 26\%$) zwiększała się różnica zużycia pracy pomiędzy ziarniakami nawilżanymi wodą i parą wodną.



Rys. 4. Zależność pracy płatkowania ziarniaków od wilgotności.

Fig. 4. Relationship between grain flaking labour and admitted moisture content levels.

Uzyskane wyniki badań wskazują na bardzo zbliżone wartości energii płatkowania ziarniaków o wilgotności $w_1 = 10\%$ i $w_3 = 18\%$, przy czym zarówno dla pierwszego jak i drugiego poziomu wilgotności były one niższe i wyniosły odpowiednio dla prób nawilżanych wodą 12,39 Wh i 12,67 Wh oraz dla prób nawilżanych parą wodną 10,87 Wh i 11,27 Wh. Sugerować to może, iż w zakresie wilgotności od $w_1 = 10\%$ do $w_3 = 18\%$, mamy do czynienia z ustabilizowanym i zbliżonym zużyciem energii potrzebnej do realizacji procesu zgniatania ziarniaków. Dopiero przy wilgotności w zakresie $w_4 = 22\%$ i $w_5 = 26\%$ odnotowuje się znaczny spadek energochłonności procesu płatkowania. W przypadku nawilżania ziarniaków wodą jest to wariant korzystny i prowadzi do pewnych oszczędności w jej zużyciu, zaś dla prób nawilżanych parą wodną należałoby porównać energię potrzebną na wytworzenie pary z ilością pomniejszonej energii idącej na płatkowanie.

Przeprowadzone badania pozwoliły określić wpływ i zakres zmian parametrów obróbki hydrotermicznej ziarniaków na energochłonność procesu ich płatkowania. Ponadto potwierdziły możliwość produkcji płatków wieloziarnowych (pomimo zróżnicowanego składu chemicznego i odmiennych właściwości fizycznych surowców) przy wykorzystaniu jednolitego ciągu technologicznego.

W Tabeli 1 przedstawiono równania regresji oraz współczynniki determinacji R^2 , obrazujące zmiany energii płatkowania ziarniaków. Wysokie wartości współczynników determinacji (0,99) świadczą o dobrym dopasowaniu równań do otrzymanych wyników.

Odchylenia standardowe uzyskanych wyników pomiarów mocy zawierały się w przedziale od 0,019 do 0,244 dla wilgotności $w_1 = 14\%$, od 0,05 do 0,603 dla wilgotności $w_2 = 18\%$, od 0,028 do 0,650 dla wilgotności $w_3 = 22\%$, od 0,015 do 0,521 dla wilgotności $w_4 = 26\%$.

Tabela 1. Równania regresji wielorakiej i wartości współczynnika determinacji R^2 , opisujące zmienność zużycia energii płatkowania w funkcji wilgotności surowca dla poziomu istotności 0,05

Table 1. Equations of multiple regression and values of determination coefficient R^2 describing variability of energy consumption of flaking in function of raw grain moisture content of 0,05 relevance level

Sposób nawilżania	Równanie regresji	R^2
Wodą	$y = 3 \cdot 10^{-6}x^3 - 0,0002x^2 + 0,0035x - 0,0066$	0,9905
Parą	$y = 8 \cdot 10^{-6}x^3 - 0,0005x^2 + 0,008x - 0,0318$	0,9969

WNIOSKI

1. Stwierdzono wpływ wilgotności ziarniaków (zmieszanych ze sobą w równych proporcjach) na energochłonność procesu ich jednoczesnego płatkowania.
2. W odniesieniu do zużycia energii w procesie płatkowania, najbardziej korzystne okazało się nawilżanie mieszaniny ziarnistej parą wodną. Niezależnie od poziomu wilgotności wyjściowej badanego surowca, uzyskiwano w tym przypadku najniższe nakłady pracy zużytej w procesie płatkowania.
3. Przeprowadzone badania pozwoliły ocenić energochłonność jednoczesnego płatkowania mieszaniny ziarniaków oraz potwierdziły możliwość produkcji płatków wieloziarnowych (pomimo zróżnicowanego składu chemicznego i odmiennych właściwości fizycznych surowców) przy wykorzystaniu jednolitego ciągu technologicznego.

PIŚMIENNICTWO

1. **Furll Ch., Gotschalk K.:** Energiesparendes Zerkleinern von feuchtem Wirtschaftsgetreide. Landtechnik, Jg.51, 6, 326-327, 1996.
2. **Gorzelany J., Puchalski C.:** The effect of loading-force divection and magnitude on mechanical damage to horse bean seeds. Zemedelska Technika, 2, 95-112, 1994.
3. **Kowalewski W., Gąsiorowski H.:** Określenie przedsięwzięć technicznych zmniejszających nakłady energetyczne w procesie wytwarzania płatków owsianych. Poznań, praca w współpracy z Centralnym Laboratorium Technologii Przetwórstwa i Przechowalnictwa Zbóż, 1992.
4. **Kowalewski W.:** Technologia przerobu owsa na płatki dla zakładów o małej i średniej zdolności przerobowej. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 8/98,1998.
5. **Lossman O., Samborska Z.:** Nowe metody produkcji błyskawicznych wyrobów zbożowych. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 6/93, 1993.
6. **Obuchowski W.:** Preparowane produkty zbożowe. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 4/98, 1998.
7. **Panasiewicz M.:** Procesy hydrotermiczne w technologii wytwarzania płatków zbożowych. Inżynieria Rolnicza, 13 (33)/01, 330-337, 2001.
8. **Romański L., Niemiec A.:** Analiza wpływu ułożenia ziarna w szczelinie roboczej gniotownika na energię rozdrabniania. Inżynieria Rolnicza, 5(16)/2000, 215-220.

ENERGETIC ESTIMATE OF GRAIN FLAKING PROCESS
IN THE MULTIGRAIN FLAKES PRODUCTION

M. Panasiewicz, J. Mazur, M. Stadnik

Department of Machinery Food Engineering, Agricultural University
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin
e-mail: panmar@faunus.ar.lublin.pl

Abstract. Paper presented the range of energy consumption during flaking different methods of seasoned grain mixtures process. It was determinated the influence of primery moisture content and chosen hydrothermal treatment methods of mixed groats products to the energy consumption of its contemporaneous flaking process.

Key words: hydrothermic treatment of grain, flaking, energy consumption.