

MARIAN PANASIEWICZ
KAZIMIERZ ZAWIŚLAK
PAWEŁ SOBCZAK

Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytetu Przyrodniczego, Lublin

Wpływ nawilżania parą wodną ziarniaków jęczmienia na energochłonność procesu ich płatkowania

Wprowadzenie

W przerobieniu surowców zbożowych znaczącą grupę operacji technologicznych stanowią zabiegi nawilżania ziarna zbóż parą wodną, nazywane potocznie kondycjonowaniem [1–3]. Zabiegi te w dużym stopniu wpływają na przebieg i skuteczność procesów przetwórczych oraz wywołują szereg zmian własności fizycznych przerabianych surowców [4–6]. Oddziaływanie na obrabiany surowiec parą wodną o wysokiej temperaturze i ciśnieniu pociąga za sobą podwyższenie wilgotności i temperatury ziarna, z reguły inne dla różnych rodzajów surowca [6–8]. Dzięki zmiennym wartościom ciśnienia pary i różnym zakresom czasu obróbki polepszają się warunki płatkowania surowców zbożowych oraz właściwości organoleptyczne płatków [8–10].

Cel i zakres badań

Celem badań było określenie wpływu parametrów obróbki obłuszczonego ziarniaków jęczmienia parą wodną na energochłonność procesu ich płatkowania. Badania ukierunkowano pod kątem wpływu na energię płatkowania początkowej wilgotności ziarniaków, czasu nawilżania parą oraz wielkości szczeliny roboczej gniotownika.

Szczegółowo badania obejmowały następujące etapy:

- przygotowanie surowca do badań związane z jego nawilżaniem do założonych poziomów wilgotności początkowej,
- obróbka hydrotermiczna ziarniaków parą wodną w założonych czasach,
- pomiar energii płatkowania.

Metodyka i warunki badań

Do badań wykorzystano obłuszczone ziarna jęczmienia odmiany *Jantar*. Pomiar energochłonności procesu płatkowania przeprowadzono dla ziarniaków o wilgotności początkowej $w_{pp1} = 10\%$, $w_{pp2} = 12\%$, $w_{pp3} = 14\%$, $w_{pp4} = 16\%$, $w_{pp5} = 18\%$ (0,5), które następnie poddano obróbce parą wodną. Obróbkę hydrotermiczną przeprowadzono w laboratoryjnej prażarko-mieszarce, stosując następujące parametry technologiczne: ciśnienie pary $p_p = 0,28$ MPa; czas nawilżania $\tau_{np1} = 5$ min, $\tau_{np2} = 10$ min, $\tau_{np3} = 15$ min i szczelina robocza gniotownika $s_1 = 0,1$ mm, $s_2 = 0,2$ mm, $s_3 = 0,3$ mm. Po zakończeniu nawilżania parą, ziarniaki umieszczano w hermetycznym pojemniku i leżakowano przez 30 minut. Tak przygotowane próbki o masie 1 kg poddawano procesowi płatkowania na laboratoryjnym stanowisku pomiarowym, składającym się z gniotownika, falownika i komputera wraz z oprogramowaniem i oprzyrządowaniem. Pomiaru dokonywano w pięciu powtórzeniach dla danej wilgotności i metody nawilżania surow-

ców. Jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną z 5 powtórzeń. Uzyskane wyniki badań poddano obróbce statystycznej.

Wyniki badań i ich analiza

Jak wykazały badania wstępne i właściwe bardzo korzystnym sposobem, stosowanym w nowoczesnych technologiach produkcji różnych asortymentów płatków zbożowych, okazała się metoda obróbki hydrotermicznej prowadzona w zróżnicowanych zakresach wilgotności początkowej surowca oraz zmiennego czasu jego nawilżania parą (Rys. 1–3). Przedstawione wyniki badań wskazują, iż czas nawilżania ziarna parą wodną w istotny sposób wpływa na wartość nakładów energii niezbędnej do realizacji procesu płatkowania, przy czym, charakter zmian tego parametru odwzorowany jest w badanym zakresie zależnościami liniowymi. Najmniejsze wartości energii płatkowania odnotowano dla wariantu, w którym ziarno nawilżane było parą wodną przez okres $\tau_{np3} = 15$ min i zgmatane w szczelinie roboczej $s_2 = 0,2$ mm i $s_3 = 0,3$ mm (Rys. 2, 3). W porównaniu do najkrótszego czasu nawilżania $\tau_{np1} = 5$ min, energia płatkowania dla tych samych wielkości szczeliny roboczej $s_2 = 0,2$ mm i $s_3 = 0,3$ mm, wyniosła odpowiednio przy różnych poziomach wilgotności początkowej 12,68–18,11 kJ · kg⁻¹ i 9,21–13,22 kJ · kg⁻¹.

Uzyskane, dość duże różnice energochłonności procesu płatkowania, odniesione do porównywanych skrajnych czasów nawilżania ziarna ($\tau_{np1} = 5$ min i $\tau_{np3} = 15$ min), potwierdzają, że dłuższe czasy nawilżania (parowania), prowadzą do bardzo intensywnego oddziaływania pary wodnej na zmianę struktury wewnętrznej ziarna. Znacznie mniejsze różnice w ocenie energochłonności odnotowano dla ziarna nawilżanego parą przez $\tau_{np2} = 10$ min i $\tau_{np3} = 15$ min. Z otrzymanych wartości średnich dla tego parametru wynika, że wydłużenie czasu nawilżania ziarna parą z dziesięciu do piętnastu minut, nie przynosi znaczącego efektu w postaci obniżenia energochłonności płatkowania ziarna. Stąd wniosek, iż czas nawilżania ziarna równy $\tau_{np2} = 10$ min, a następnie jego płatkowanie w szczelinie roboczej $s_2 = 0,2$ mm i $s_3 = 0,3$ mm, wydaje się najbardziej efektywnym z punktu widzenia korzyści energetycznych (w zakresie założonych w metodyce czasów nawilżania). Analiza wyników badań wskazuje na wzajemne powiązanie i ścisłą korelację czasu nawilżania ziarna i wielkości szczeliny roboczej, w zakresie oddziaływania obu analizowanych parametrów na energochłonność procesu płatkowania. Duże zróżnicowanie uzyskanego również w zakresie zmian energochłonności procesu płatkowania jęczmienia przy zastosowaniu różnych wielkości szczeliny roboczej. Wyniki badań wskazują, że niezależnie od czasu nawilżania, największe zapotrzebowanie na energię płatkowania wystąpiło

w trakcie płatkowania ziarna w szczelinie roboczej $s_1 = 0,1$ mm. Przy tak małej wielkości szczeliny uzyskiwano co prawda dużej wielkości płatki, ale nakłady energii na ten proces były najwyższe i wyniosły dla ziarna suchego $w_{pp1} = 10\%$ nawilżanego parą $\tau_{np1} = 5$ min $22,75 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, $\tau_{np2} = 10$ min $16,98 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, a w przypadku czasu $\tau_{np3} = 15$ min tylko $10,27 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Dla porównania energochłonność, uzyskana dla tych samych czasów nawilżania i takiej samej wilgotności początkowej ziarna płatkowanego w szczelinie roboczej $s_3 = 0,3$ mm, wyniosła odpowiednio $13,22$; $10,10$ i $8,13 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Z analizy uzyskanych wyników badań, wynika, że wariantem najbardziej zbliżonym do optymalnego wydaje się być nawilżanie surowca parą przez $\tau_{np2} = 10$ min i płatkowanie przy szczelinie roboczej gniotownika $s_2 = 0,2$ mm.

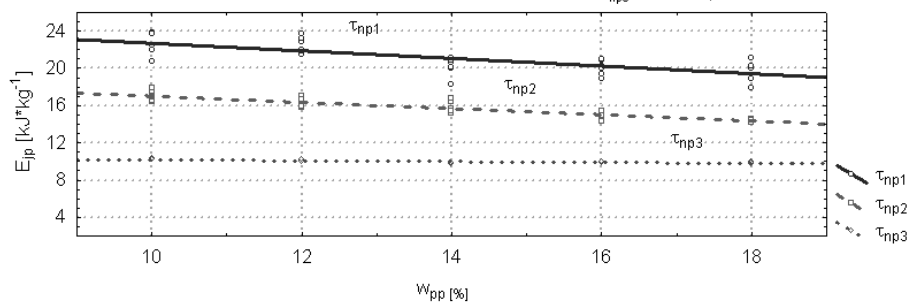
Wnioski

1. Analiza wyników badań dotycząca energochłonności procesu płatkowania obłuszczonego ziarna jęczmienia wykazała duży zakres zmian tego parametru, wynikający głównie ze zróżnicowania wielkości szczeliny roboczej gniotownika i czasu nawilżania parą.
2. W odniesieniu do metody nawilżania i parametrów obróbki hydrotermicznej najniższą energochłonność (dla badanych zakresów) odnotowano dla ziarna nawilżanego parą wodną przez $\tau_{np3} = 15$ min (niezależnie od wielkości szczeliny roboczej). Skrócenie czasu nawilżania powodowało wzrost nakładów energii na płatkowanie, przy czym odnotowano jednoczesny, zauważalny wpływ wilgotności początkowej ziarna.
3. Na energochłonność procesu płatkowania największy wpływ ma wielkość szczeliny roboczej, przy czym najwyższe wartości odnotowano dla szczeliny $s_1 = 0,1$ mm (niezależnie od czasu nawilżania i wilgotności początkowej).
4. Oceniając porównywane wartości energochłonności płatkowania i cech geometrycznych otrzymany płatków oraz korzystne efekty przebiegu procesu płatkowania stwierdzono iż, najbardziej zbliżonym do optymalnego okazał się wariant, w którym czas nawilżania wyniósł $\tau_{np2} = 10$ min i szczelina robocza $s_2 = 0,2$ mm.

LITERATURA

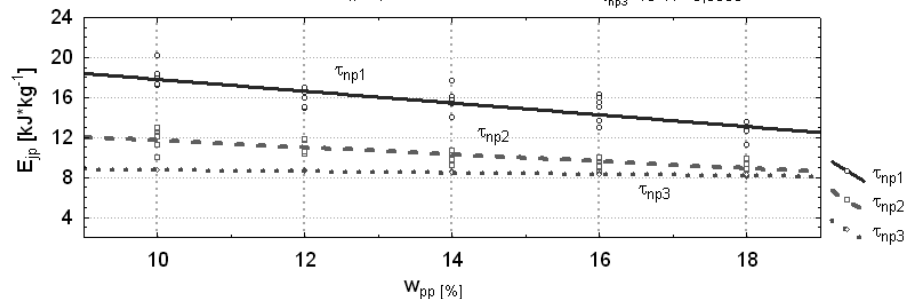
1. B.H. Dijkink, H.C. Langelaan: *J. of Food Engineering*, **51**, nr 2, 99, (2002).

$$\begin{aligned} E_{jp}(\tau_{np1}) &= 26,7997 - 0,4089 \cdot x & \tau_{np1} &= 5 & R^2 &= 0,7181 \\ E_{jp}(\tau_{np2}) &= 20,3289 - 0,3314 \cdot x & \tau_{np2} &= 10 & R^2 &= 0,8101 \\ E_{jp}(\tau_{np3}) &= 10,6291 - 0,0456 \cdot x & \tau_{np3} &= 15 & R^2 &= 0,7526 \end{aligned}$$



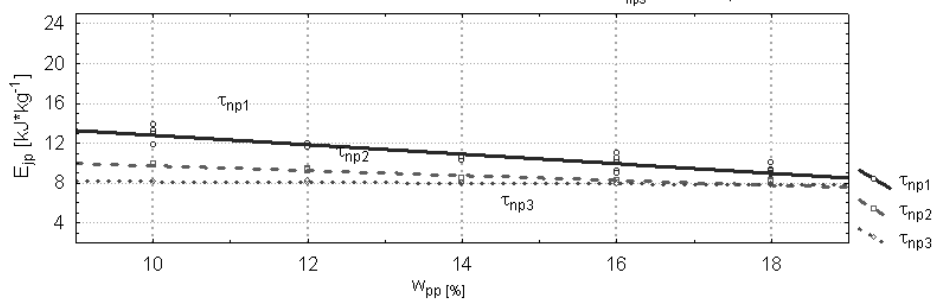
Rys. 1. Energochłonność procesu płatkowania jęczmienia nawilżanego parą wodną w zależności od wilgotności początkowej i czasu nawilżania – szczelina robocza $s_1 = 0,1$ mm

$$\begin{aligned} E_{jp}(\tau_{np1}) &= 23,7241 - 0,5906 \cdot x & \tau_{np1} &= 5 & R^2 &= 0,7031 \\ E_{jp}(\tau_{np2}) &= 15,1678 - 0,3482 \cdot x & \tau_{np2} &= 10 & R^2 &= 0,6545 \\ E_{jp}(\tau_{np3}) &= 9,4677 - 0,0714 \cdot x & \tau_{np3} &= 15 & R^2 &= 0,8836 \end{aligned}$$



Rys. 2. Energochłonność procesu płatkowania jęczmienia nawilżanego parą wodną w zależności od wilgotności początkowej i czasu nawilżania – szczelina robocza $s_2 = 0,2$ mm

$$\begin{aligned} E_{jp}(\tau_{np1}) &= 17,5508 - 0,4753 \cdot x & \tau_{np1} &= 5 & R^2 &= 0,8650 \\ E_{jp}(\tau_{np2}) &= 12,1742 - 0,2438 \cdot x & \tau_{np2} &= 10 & R^2 &= 0,8796 \\ E_{jp}(\tau_{np3}) &= 8,5174 - 0,0377 \cdot x & \tau_{np3} &= 15 & R^2 &= 0,7374 \end{aligned}$$



Rys. 3. Energochłonność procesu płatkowania jęczmienia nawilżanego parą wodną w zależności od wilgotności początkowej i czasu nawilżania – szczelina robocza $s_3 = 0,3$ mm

2. M. Panasiewicz: *Inżynieria Rolnicza* nr **37**, nr 4, 271, (2002).
 3. S. G. Walde, K. Balaswamy, V. Velu, D.G. Rao: *J. of Food Engineering*, **55**, nr 3, 271.
 4. A. Ceglińska: *Przegląd Piekarniczo-Cukierniczy*, **50** nr 5, 19, (2002).
 5. H. Górską-Warsewicz: *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, nr 9, 9, (2002).
 6. B. Łapczyńska-Kordon, A. Zaremba, K. Kempkiewicz: *Inter. Agrophysics*, **8**, nr 2, 271, (1994).
 7. L. Mościcki: *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, **47**, nr 9, 24, (2003).
 8. W. Obuchowski: *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, nr 4, 11, (1998).
 9. L. Romański L., D. Łuczycka: *Problemy Inżynierii Rolniczej*, R.7, **24**, nr 2, 39, (1999).
 10. J. Boss: *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, nr 6, 3, (1986).