

WPLYW WILGOTNOŚCI ZIARNA PSZENICY NA ENERGIĘ ROZDRABNIANIA W GNIOTOWNIKU MODELOWYM

L. Romański, A. Niemiec

Instytut Inżynierii Rolniczej AR, ul. Chelmońskiego 37/41, 51 – 630 Wrocław
e-mail: romanski@imr.ar.wroc.pl niemiec@imr.ar.wroc.pl

Streszczenie: Przedstawiono wyniki badań modelowego gniotownika dwuwalcowego. Na wykresach zgniatania wykazano różny charakter destrukcji ziarna pszenicy uzależniony od jego wilgotności. Wykazano zależność zużycia energii jednostkowej w czasie rozdrabniania zboża od jego wilgotności. Największe zapotrzebowanie energii zarejestrowano w czasie gniecenia ziarna o wilgotności 16–18%.

Słowa kluczowe: pszenica, wilgotność, rozdrabnianie, gniotownik, zużycie energii jednostkowej

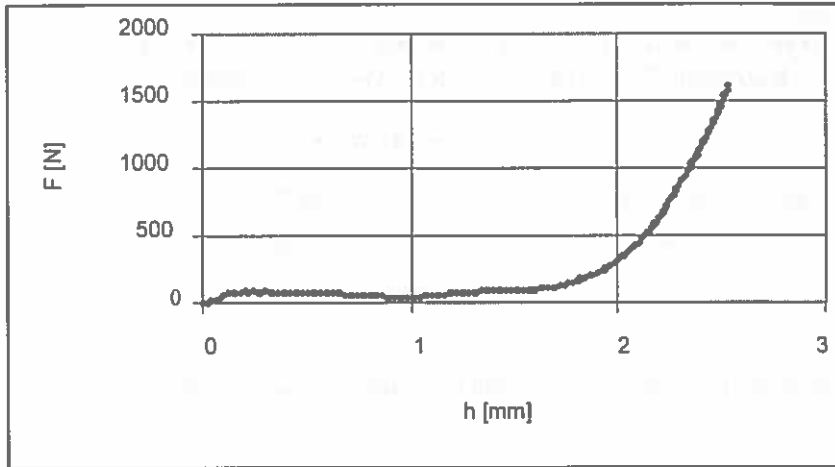
WSTĘP

Wpływ wilgotności ziarna na energię rozdrabniania jest oczywisty a charakter zależności zależy głównie od rodzaju zastosowanych urządzeń rozdrabniających. W przypadku rozdrabniaczy bijakowych wraz ze wzrostem wilgotności zużycie energii rośnie. Wyniki badań Friedricha [2] czy Bossa [1] wskazują, że są to zależności wykładnicze, natomiast inni autorzy przedstawiają je również w postaci prostych [7, 8]. Charakter uzyskiwanych zależy więc prawdopodobnie od metody pomiaru, dokładności i niezawodności aparatury pomiarowej, wielkości próbek i ilości powtórzeń.

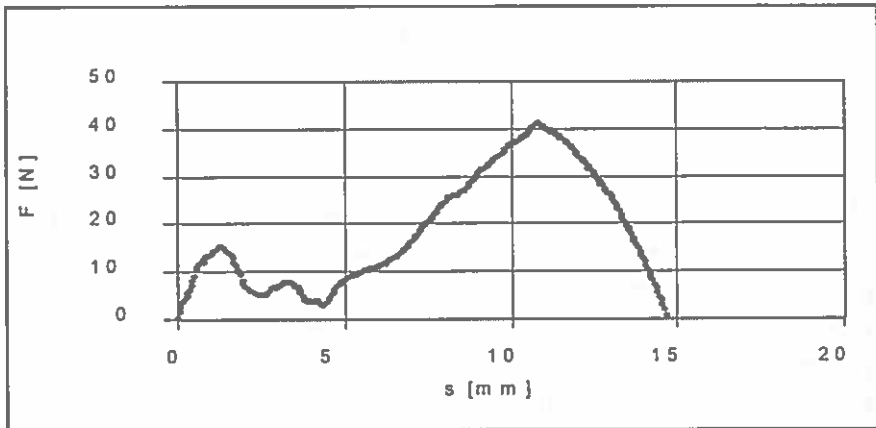
Rozdrabnianie przez gniecenie ziarna nie jest nową technologią lecz do chwili obecnej nie ma jeszcze pełnych badań procesu, który przebiega między walcami gniotowników, czy też śrutowników walcowych. Niektóre z wyników badań są sprzeczne. Przykładowo w podręczniku [6], przedstawiona zależność energii

jednostkowej od wilgotności pszenicy swoje minimum osiąga w zakresie 15–7%. Z ostatnich badań przeprowadzonych przez autorów tego artykułu [9] wynika, że we wspomnianym zakresie wilgotności ziarna, zużycie energii w czasie zgniatania jest największe.

a)



b)



Rys. 1. Zależność siły zgniatającej ziarno od: a – drogi przemieszczenia płyty zgniatającej; b – czynnej drogi walców w czasie zgniatania.

Fig. 1. Relationship between wheat grain crushing forces and: a – displacement of loading plate; b – active displacement of crushing rolls.

Procesem gniecenia ziarna, ale pomiędzy równoległymi płytami, zajmowało się wielu autorów [3, 4, 5]. Wyniki ich badań nie mogą być jednak bezpośrednio odnoszone do klasycznych gniotowników czy śrutowników walcowych, gdyż inaczej przebiega proces gniecenia pomiędzy płaskimi powierzchniami a inaczej pomiędzy walcami. Wyraźnie obrazują to wykresy przedstawione na rysunku 1.

CEL BADAŃ

Celem badań było określenie zależności zużycia energii w czasie gniecenia ziarna pszenicy pomiędzy walcami, przy jego zmiennej wilgotności. Zgodnie z ostatnimi tendencjami w konstruowaniu gniotowników model urządzenia wyposażony był w walce rowkowane o małej średnicy.

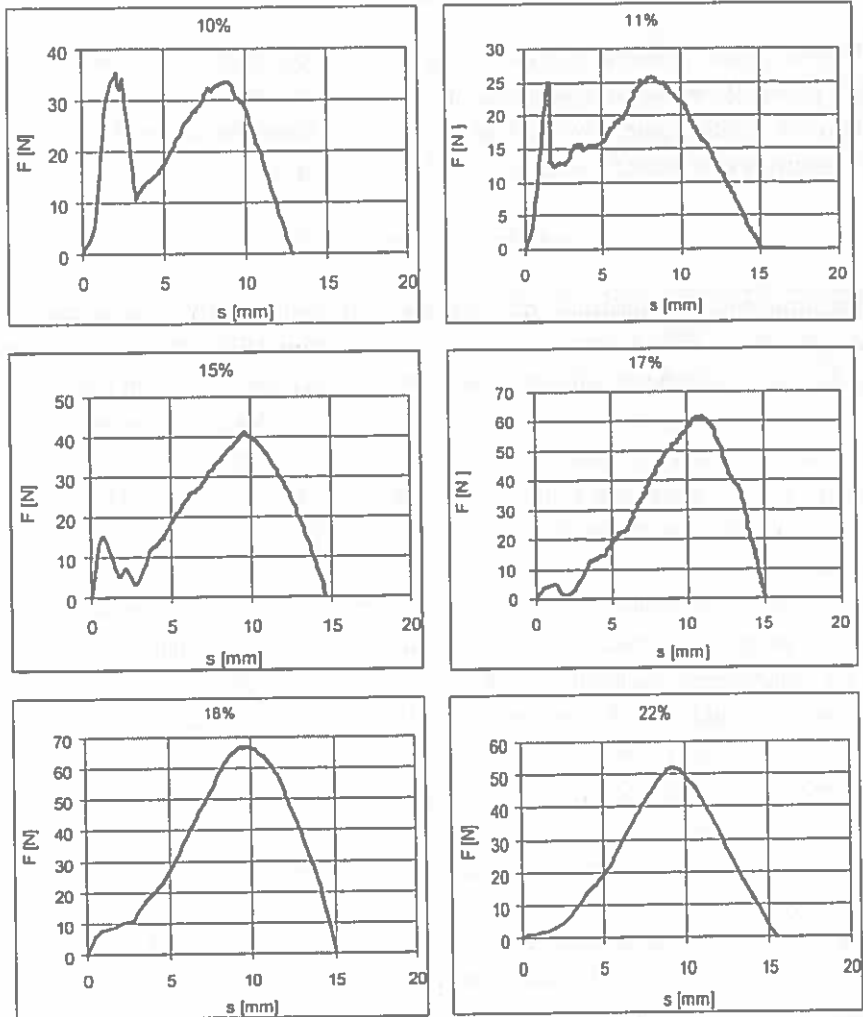
MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na modelu gniotownika dwuwalcowego wyposażonego w wycinki walców o średnicy 240 mm. W celu przeciwdziałaniu ślizganiu się ziarna po powierzchni walców powierzchnia ich była przygotowana w ten sposób, że nacięto na niej rowki o przekroju trójkąta równobocznego. Ich głębokość wynosiła 0,3 mm. Pochylenie rowków w stosunku do osi walców wynosiło 8–10°, podziałka 6 mm. Szczelina robocza ustawiona była na 0,4 mm. Do napędu walców zastosowano przekładnię łańcuchową napędzaną poprzez popychacz maszyną wytrzymałościową *Instron 5566* wyposażoną w głowicę 1 kN, w której dokładność pomiaru siły wynosiła 0,1 N a długości 0,05 mm. Prędkość przesuwu głowicy wynosiła 1 mm/s. Wyniki pomiarów rejestrowane były na komputerze. Zastosowany program *Merlin* umożliwiał w trakcie pomiaru określenie charakterystyki wytrzymałościowej co w połączeniu z obserwacją procesu umożliwiało identyfikację zachodzących zjawisk.

Gniecionym materiałem było wyselekcjonowane wstępnie na sitach podłużnych i następnie indywidualnie ważone ziarno pszenicy *Mirena* ze zbiorów 1999 r. Masa każdego ziarniaka musiała się mieścić w granicach 55,0–57,5 mg. Ziarno było dosuszane lub dowilżane do wilgotności 10–22% ze stopniowaniem co 1%. Kondycjonowane próbki przechowywano w komorze chłodniczej i wyjmowano na godzinę przed pomiarem w celu wyrównania się ich temperatury z temperaturą otoczenia. Pomiary dla każdej wilgotności wykonano w 25 powtórzeniach przy poziomym ułożeniu ziarna (oś długa równoległa do osi walców) z bruzdką na powierzchni walca.

WYNIKI BADAŃ

W celu wyznaczenia energii potrzebnej do zgniecia każdego ziarna, wcześniej wyznaczono krzywe zgniatania ziarniaków. Wielkości sił zgniatających przedstawiono w zależności od drogi jaką wykonały walce w czasie zgniatania jednego ziarna. Graficzną postać tych zależności obrazuje rysunek 2.



Rys. 2. Przykładowe krzywe zgniatania ziarna pszenicy w modelowym gniotowniku w zależności od ich wilgotności.

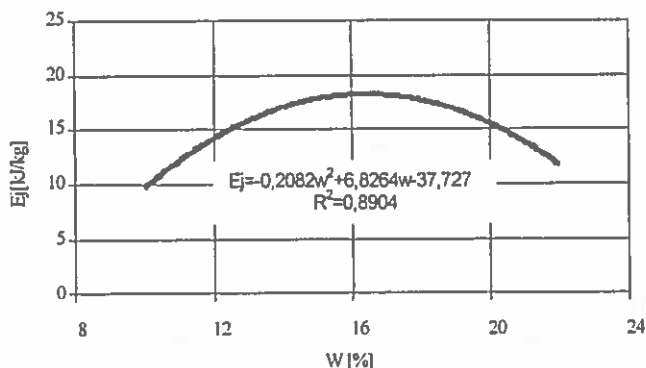
Fig. 2. Crushing curves of wheat grain in the model roller mill, for different moisture contents.

Z analizy wykresów jak i obserwacji procesu gniecenia wynika, że dla ziarna suchego o wilgotności 10–11% charakterystycznym jest to, że w początkowym okresie ściskania pomiędzy walcami dominuje głównie odkształcenie sprężyste (odcinki prostoliniowe wykresów). W drugim etapie, następują mikropęknięcia, oraz gwałtowne pęknięcie ziarna, głównie wzdłuż bruzdki wraz z jego obrotem (krzywe opadają w dół). W kolejnym, trzecim etapie obserwuje się dalsze pęknięcie i przemieszczanie się poszczególnych części ziarna względem siebie co potwierdzone jest na wykresach zmianą nachylenia krzywych. Jednocześnie, w miarę zmniejszania się odległości między walcami następuje wzrost siły niezbędnej do zgniecenia ziarna. Po osiągnięciu ekstremum krzywa gwałtownie opada (etap czwarty) co oznacza, że przed szczeliną roboczą, definiowaną jako najmniejsza odległość między walcami, znajduje się jedynie część ziarna a część w postaci płatka już poza nią. Charakterystycznym dla ziarna o tej wilgotności jest to, że wartość obydwóch największych pików jest podobna.

Przy rozdrabnianiu ziarna o wilgotności 12–16% dwa pierwsze etapy przebiegają w sposób podobny jak przy zbożu suchym lecz zarejestrowane tu siły w stosunku do etapu trzeciego i czwartego są małe. Przebieg etapu trzeciego i czwartego jest analogiczny.

Po przekroczeniu wilgotności 17% granica proporcjonalności osiągana jest przy niewielkich siłach zgniatających. Również rejestruje się wtedy niewielkie, w stosunku do materiału suchego, odkształcenia sprężyste. Podczas rozdrabniania ziarna o wilgotności powyżej 18% rejestruje się głównie przebiegi zbliżone do etapu trzeciego i czwartego – odkształcenia plastyczne ziarna i gwałtowna jego destrukcja.

Energię rozdrabniania ziarna wyznaczono całkując pola pod krzywymi. Wyniki zależności energii od wilgotności ziarna przedstawiono na rysunku 3. Z analizy wykresu wynika, że maksymalne zużycie energii jednostkowej występuje przy wilgotnościach ziarna 16–17%. Powyżej, jak i poniżej tych wartości energii zgniatania jest mniejsza.



Rys. 3. Zależność energii jednostkowej rozdrabniania pszenicy Mirena od jej wilgotności.

Fig. 3. Relationship between energy consumption per unit of wheat Mirena and moisture contents.

WNIOSKI

1. Największe zapotrzebowanie energii podczas rozdrabniania ziarna pszenicy rejestrowano wtedy gdy jej wilgotność zawarta była w granicach 16–18% i wynosiła około 18,5 kJ/kg.
2. Dla badanego zakresu wilgotności ziarna, 10–22% przy jej skrajnych wartościach zapotrzebowanie energii wynosiło około 11 kJ/kg.

PIŚMIENNICTWO

1. Boss J.: Badania nad energią podczas rozdrabniania ziarna zbóż. *Prz. Zboż. Młyn.* 6, 3–7, 1986.
2. Dmitrewski J.: *Teoria i konstrukcja maszyn Rolniczych*. PWRiL. Warszawa, 1978.
3. Gorzelany J., Puchalski C.: The effect of loading-force direction and magnitude on mechanical damage to horse bean seeds. *Zemed. Tech.* 2, 95–112, 1994.
4. Grochowicz J., Nadulski R.: The methods for studing and determining physical properties of some leguminous plants. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 91–102, 1993.
5. Janiak G.: *Energochłonność procesu zgniatania ziarna pszenicy*. Pr.dokt. Lublin, 1994.
6. Jurga R.: *Przetwórstwo zbóż cz.I*. WSiP. Warszawa.
7. Kilborn R. i in.: Energy consumption during flour milling: description of two measuring systems and the influence of wheat hardness on energy requirements. *Cereal Chemistry*. Vol.59, 4, 284–288, 1982.
8. Łysiak G., Laskowski J.: Analiza energochłonności rozdrabniania ziarna zbóż i nasion roślin strączkowych. *Inż. Rol.* 5, 189–193, 1999.
9. Romański L., Niemiec A.: Badanie wpływu wilgotności ziarna wybranych gatunków zbóż na energię rozdrabniania w gniotowniku.. *Inż. Rol.* 9, 23-26, 2000.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF MOISTURE CONTENTS
OF GRAIN ON ENERGY CONSUMPTION OF ROLLER MILL

L. Romański, A. Niemiec

Institute of Agricultural Engineering, Agricultural University,
Chelmońskiego 37/41, 51 – 630 Wrocław
e-mail: romanski@imr.ar.wroc.pl, niemiec@imr.ar.wroc.pl

Summary: The paper presents the results of an investigation on a two-roller cereal mill. It shows the relation between energy consumption per unit, grain flake thickness, fineness of grain grinding, dust contents and moisture contents.

Key words: wheat, moisture contents, grinding, roller mill, specific energy consumption.