

## WPŁYW WILGOTNOŚCI ŚRUTY ZBOŻOWEJ NA PROCES WYTŁACZANIA

*Stanisław Skonecki, Janusz Laskowski*

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: stanislaw.skonecki@ar.lublin.pl

**Streszczenie.** Przedstawiono wyniki badań nad określeniem wpływu wilgotności na nakłady energii w procesie wytłaczania, podatności materiału na aglomerowanie oraz jakość aglomeratów śruty kukurydzy, owsa i pszenicy. Wyniki wykazały, że nakłady energii poszczególnych faz wytłaczania zależą zarówno od wilgotności jak i rodzaju ziarna zboża. Stwierdzono, że ze wzrostem wilgotności maleje praca zagęszczania, praca wytłaczania oraz współczynnik charakteryzujący podatność materiału na zagęszczanie. Zwiększenie wilgotności powoduje polepszenie podatności materiału na aglomerowanie oraz pogarsza jakość aglomeratu.

**Słowa kluczowe:** parametry wytłaczania, kukurydza, owies, pszenica, wilgotność

### WSTĘP

Przebieg procesu ciśnieniowego aglomerowania biologicznych surowców i jakość uzyskanego aglomeratu zależą od właściwości fizycznych i chemicznych materiału oraz od przyjętych warunków technologicznych (Hejft 2002, Laskowski 1989, Laskowski i in 2005). Właściwości surowców decydują o nakładach energetycznych procesu, a tym samym o ich podatności na aglomerowanie. Do istotnych czynników wpływających na energochłonność granulowania jest wymiar cząstek i wilgotność materiału. Badania oddziaływania wymiaru cząstek wykazały, że do granulowania najlepiej nadają się surowce o wielkości cząstek w zakresie od 0,4 do 2 mm, czyli o rozdrobnieniu drobnym i średnim (Behnke 2001, Kulig i Laskowski 2008, Wondra i in. 1994). Natomiast dodatek pary wodnej w procesie granulowania w czasie kondycjonowania powoduje podwyższenie temperatury i wilgotności materiału przed prasowaniem. Następstwem tego może być wzrost wydajności oraz zwiększenie spójności granulatu (Laskowski 1989, Tho-

mas i in. 1997). Dodatek wody np. w postaci pary wodnej powoduje powstawanie mostków cieczowych między cząstkami materiału oraz zwilża cząstki materiału, przez co działa jak smar redukujący tarcie w czasie przetłaczania przez matrycę (Kulig 2008). Badania wpływu wilgotności na aglomerownie materiałów ma zatem duże znaczenie poznawcze i praktyczne. Szczegółowa analiza przebiegu procesu, a głównie nakładów energii, obejmująca zarówno fazy zagęszczania jak i wypływu materiału, może być dokonana w warunkach laboratoryjnych w badaniach wytlaczania (Laskowski i Skonecki 2001). Ocenę wpływu wilgotności na zagęszczanie materiału przedstawiono we wcześniejszych pracach (Laskowski i Skonecki 1999, Skonecki i Potręć 2008). Natomiast w pracach (Laskowski i Skonecki 2003, Laskowski i in. 2005) scharakteryzowano wpływ wilgotności surowca na parametry wytłaczania.

Celem niniejszego opracowania jest określenie wpływu wilgotności śrutu zbożowej na nakłady energii w procesie wytłaczania oraz na podatność na aglomerowanie materiału i jakość (trwałość) produktu.

## MATERIAŁ I METODY

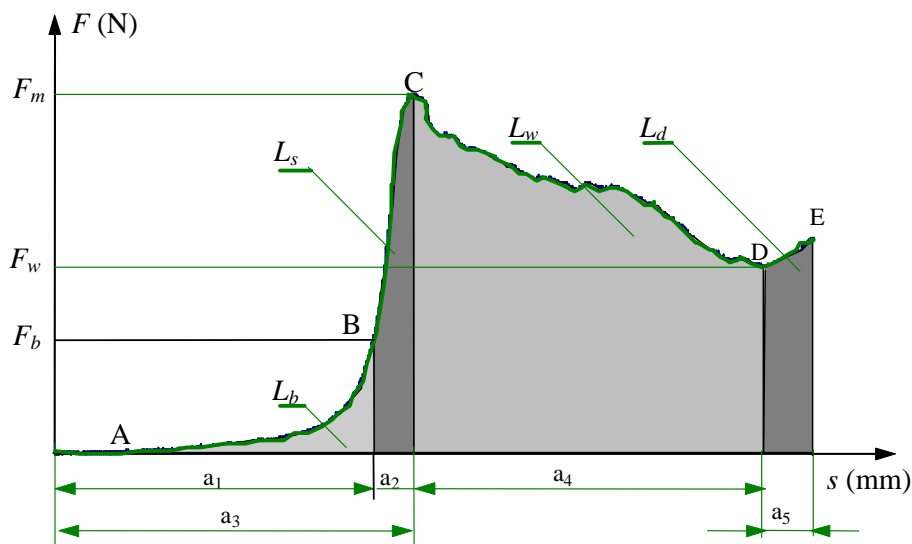
### Charakterystyka materiału

Do badań wykorzystano ziarna kukurydzy, owsa i pszenicy. Surowce rozdrabniano na rozdrabniaczu bijakowym H III/3 z sitami o wymiarze otworów 3 mm. Średni wymiar cząstek surowców o wilgotności 14% (określony zgodnie z PN-89/R-64798 - stosowano zestaw sit o wymiarach oczek 2,0; 1,6; 1,2; 1,0; 0,8; 0,5; 0,4; 0,315; 0,256 mm) wynosił dla: kukurydzy 0,95 mm, owsa 1,06 mm, pszenicy 1,07 mm.

### Badania wytłaczania

Badania wytłaczania próbek materiału wykonano zgodnie z własną metodyką (Laskowski i Skonecki 2001). W badaniach wykorzystano maszynę wytrzymałościową ZD40 (Laskowski i in. 1995) i zespół prasujący ze współśrodkowym otworem wytłaczającym o średnicy 4,5 mm (średnica komory zagęszczania 25 mm, prędkość przemieszczenia tłoka  $0,3 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Wytłaczanie prowadzono każdorazowo w trzech powtórzeniach dla próbek surowców o masie  $m = 20 \text{ g}$ , wilgotności od 10% do 18% (co  $2 \pm 0,2\%$ ) w temperaturze  $80^\circ\text{C}$ .

W czasie pomiaru rejestrowano charakterystykę wytłaczania (rys. 1) – zależność pomiędzy siłą ( $F$ ) a przemieszczeniem tłoka ( $s$ ).



**Rys. 1.** Charakterystyka procesu wytłaczania:  $a_1$  – faza zagęszczania,  $a_2$  – faza ściskania,  $a_3$  – prasowanie,  $a_4$  – faza wytłaczania,  $a_5$  – faza dotłaczania,  $L_b$  – praca zagęszczania określona do punktu B,  $L_s$  – praca ściskania (praca pomiędzy punktami B i C),  $L_w$  – praca wytłaczania (praca pomiędzy punktami C i D krzywej wytłaczania),  $L_d$  – praca dotłaczania (praca pomiędzy punktami D i E) (Laskowski i Skonecki 2001)

**Fig. 1.** Characteristics of extrusion process:  $a_1$  – phase of compaction,  $a_2$  – phase of elastic deformation,  $a_3$  – pressing,  $a_4$  – phase of extrusion,  $a_5$  – phase of ultimate extrusion,  $L_b$  – work of compression determined till point B,  $L_s$  – work of compression (work between points B and C),  $L_w$  – extrusion work (work between points C and D on the curve of extrusion),  $L_d$  – work of ultimate extrusion (work between points D and E) (Laskowski and Skonecki 2001)

Zagęszczanie materiału występuje do progu wypływu (punktu C). Następnie następuje wypływ materiału przy malejącej sile ( $F$ ) do progu wytłaczania (punktu D). Faza końcowa procesu (tak zwana faza dotłaczania  $a_5$ ) obejmuje wypływ „strefy martwej” materiału i od progu wytłaczania występuje wzrost siły ( $F$ ) z przemieszczeniem tłoka ( $s$ ). Rejestracja tej fazy niezbędna jest do wyznaczenia parametrów dla punktu D.

Z krzywej wytłaczania (rys. 1) wyznaczono:

- całkowitą pracę zagęszczania  $L_c$  ( $L_c = L_b + L_s$ ),
- pracę dla fazy wytłaczania ( $L_w$ ),
- całkowitą pracę wytłaczania  $L_k$  ( $L_k = L_c + L_w$ ).

Obliczono procentowy udział pracy wytłaczania w stosunku do całkowitej pracy wytłaczania  $S$  ( $S = 100 \cdot L_w \cdot L_k^{-1}$ ).

Obliczono gęstość maksymalną materiału w komorze ( $\rho_c$ ) i jednostkową całkowitą pracę zagęszczania  $L_c'$  ( $L_c' = L_c \cdot m^{-1}$ ). Cechy te posłużyły do wyznaczenia współczynnika  $k_c$  charakteryzującego podatność materiału na zagęszczanie. Współczynnik  $k_c$  określony jest jako jednostkowa praca zagęszczania odniesiona do przyrostu gęstości  $\{k_c = L_c' \cdot (\rho_c - \rho_n)^{-1}$ , gdzie:  $\rho_n$  – gęstość początkowa materiału w stanie zsypanym}. Im mniejsza wartość tego współczynnika, tym jest lepsza podatność materiału na aglomerowanie.

Dla wytlóconego produktu określono wytrzymałość mechaniczną (trwałość) aglomeratu ( $\sigma_n$ ) w próbie ściskania między płaskimi płytami poprzecznie do osi. Badania te wykonano na maszynie wytrzymałościowej Zwick Z020/TN2S (prędkość głowicy ruchomej wynosiła  $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Wytrzymałość aglomeratu  $\sigma_n$  (MPa) obliczono z wzoru (Fell i Newton 1970, Li i in. 2000):  $\sigma_n = 2 \cdot F_n \cdot (\pi \cdot d \cdot l)^{-1}$ , gdzie:  $F_n$  – siła niszcząca aglomerat,  $d$  i  $l$  – średnica i długość aglomeratu.

### Ocena statystyczna wyników badań

Dla każdego surowca określono zależności pomiędzy pracą  $L_c$ ,  $L_w$  i  $L_k$ , współczynnikiem  $k_c$ , udziałem pracy wytlóczania w stosunku do całkowitej pracy wytlóczania  $S$  oraz wytrzymałością aglomeratu  $\sigma_n$  od wilgotności  $w$ . Obliczenia wykonano przy wykorzystaniu programu komputerowego SAS Enterprise Guide 3.0.

### WYNIKI

Obliczone zależności regresyjne podano w tabeli 1. Analiza regresji wykazała, że zależności mogą być opisane równaniami liniowymi (zyskano wysokie współczynniki determinacji  $R^2$ ). Zależności badanych cech od wilgotności  $w$  przedstawiono na rysunkach 2-7.

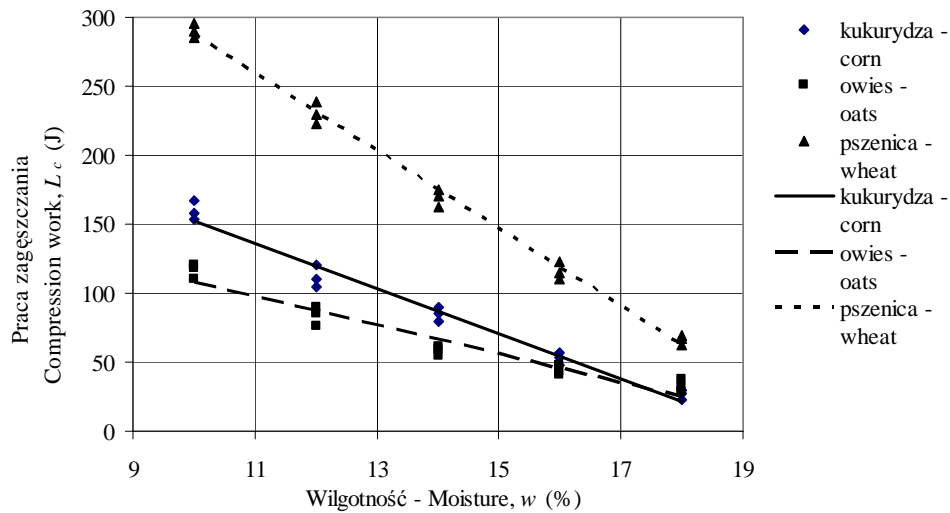
Z wyników badań nakładów energii (tab. 1, rys. 2-4) można stwierdzić, że charakter zmian pracy zagęszczania  $L_c$ , wytlóczania  $L_w$  i całkowitej pracy wytlóczania  $L_k$  w zależności od wilgotności jest podobny dla badanych surowców. Prace  $L_c$ ,  $L_w$  i  $L_k$  maleją ze zwiększeniem wilgotności surowca. Największą pracą zagęszczania  $L_c = 290 \text{ J}$  (rys. 2), pracą wytlóczania  $L_w = 1730 \text{ J}$  (rys. 3) i całkowitą pracą wytlóczania  $L_k = 2020 \text{ J}$  (rys. 4) uzyskano dla pszenicy o wilgotności  $w = 10\%$ . Najmniejsze wartości prac otrzymano dla surowców o wilgotności  $w = 18\%$  (dla ziarna kukurydzy  $L_c = 23 \text{ J}$  (rys. 2),  $L_w = 280 \text{ J}$  (rys. 3) i  $L_k = 303 \text{ J}$  (rys. 4)). Wartości prac  $L_c$ ,  $L_w$  i  $L_k$  były największe dla każdej wilgotności dla pszenicy. Dla tego surowca prace te były większe od prac uzyskanych dla ziarna kukurydzy, praca  $L_c$  od 1,8 do 2,5 razy, praca  $L_w$  od 1,3 do 1,5 razy i praca  $L_k$  od 1,3 do 1,6 razy.

**Tabela 1.** Równania regresji opisujące zależności prac  $L_c$ ,  $L_w$  i  $L_k$ , udziału pracy wytłaczania w stosunku do całkowitej pracy wytłaczania  $S$ , współczynnika  $k_c$  i wytrzymałości aglomeratu  $\sigma_n$  od wilgotności  $w$  surowca i wartości współczynnika determinacji  $R^2$

**Table 1.** Regression equations describing the relations of works  $L_c$ ,  $L_w$  and  $L_k$ , percentage of work of extrusion relative to the total work of extrusion  $S$ , coefficient  $k_c$ , and strength of the agglomerate  $\sigma_n$  to the material moisture  $w$  and the values of determination coefficients  $R^2$

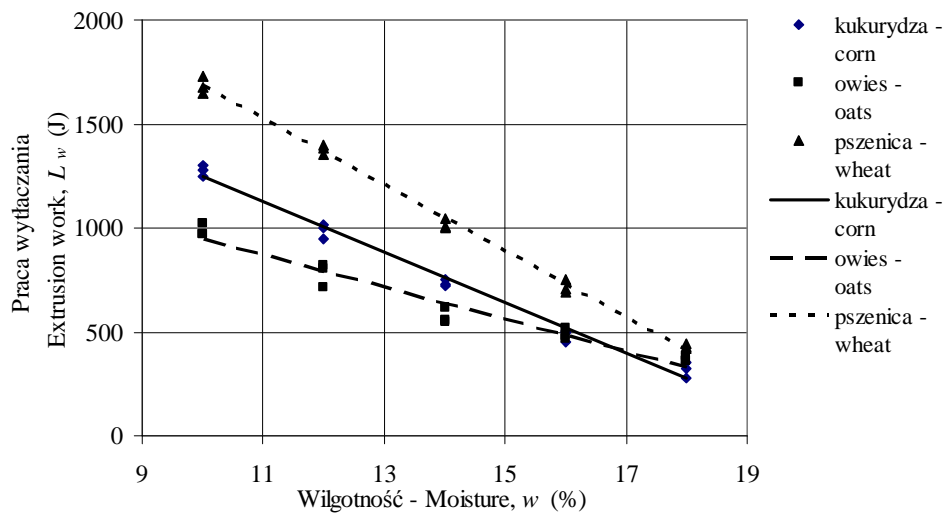
Surowiec Material	Cecha Feature	Równanie regresji Regression equation	$R^2$
Kukurydza Corn	Praca zagęszczania Compression work, $L_c$	$L_c = -16,22w + 314,03$	0,976
	Praca wytłaczania Extrusion work, $L_w$	$L_w = -121,1w + 2455,8$	0,988
	Całkowita praca wytłaczania Total extrusion work, $L_k$	$L_k = -137,3w + 2769,8$	0,987
	Udział $L_w$ w stosunku do $L_k$ Percentage $L_w$ relative to $L_k$ , $S$	$S = 0,352w + 85,24$	0,742
	Współczynnik podatności na zagęszczenie Coefficient susceptibility to compaction, $k_c$	$k_c = -0,934w + 18,31$	0,979
	Wytrzymałość aglomeratu Agglomerate strength, $\sigma_n$	$\sigma_n = -0,515w + 9,612$	0,934
	Owies Oats	Praca zagęszczania Compression work, $L_c$	$L_c = -10,38w + 212,2$
Praca wytłaczania Extrusion work, $L_w$		$L_w = -76,62w + 1712,2$	0,952
Całkowita praca wytłaczania Total extrusion work, $L_k$		$L_k = -87w + 1924,5$	0,952
Udział $L_w$ w stosunku do $L_k$ Percentage $L_w$ relative to $L_k$ , $S$		$S = 0,316w + 86,42$	0,759
Współczynnik podatności na zagęszczenie Coefficient susceptibility to compaction, $k_c$		$k_c = -0,436w + 9,008$	0,938
Wytrzymałość aglomeratu Agglomerate strength, $\sigma_n$		$\sigma_n = -0,478w + 9,661$	0,913
Pszenica Wheat		Praca zagęszczania Compression work, $L_c$	$L_c = -28,13w + 568,3$
	Praca wytłaczania Extrusion work, $L_w$	$L_w = -158,7w + 3267,8$	0,996
	Całkowita praca wytłaczania Total extrusion work, $L_k$	$L_k = -186,8w + 3836,1$	0,996
	Udział $L_w$ w stosunku do $L_k$ Percentage $L_w$ relative to $L_k$ , $S$	$S = 0,154w + 83,735$	0,628
	Współczynnik podatności na zagęszczenie Coefficient susceptibility to compaction, $k_c$	$k_c = -1,363w + 27,89$	0,994
	Wytrzymałość aglomeratu Agglomerate strength, $\sigma_n$	$\sigma_n = -1,278w + 31,52$	0,985

Natomiast prace  $L_c$ ,  $L_w$  i  $L_k$  dla owsa były mniejsze od uzyskanych dla pszenicy, odpowiednio  $L_c$  od 2,4 do 2,8 razy,  $L_w$  od 1,2 do 1,9 razy i  $L_k$  od 1,3 do 1,9 razy. Wartości nakładów energetycznych procesu wytlaczania zależą więc znacznie od rodzaju surowca.



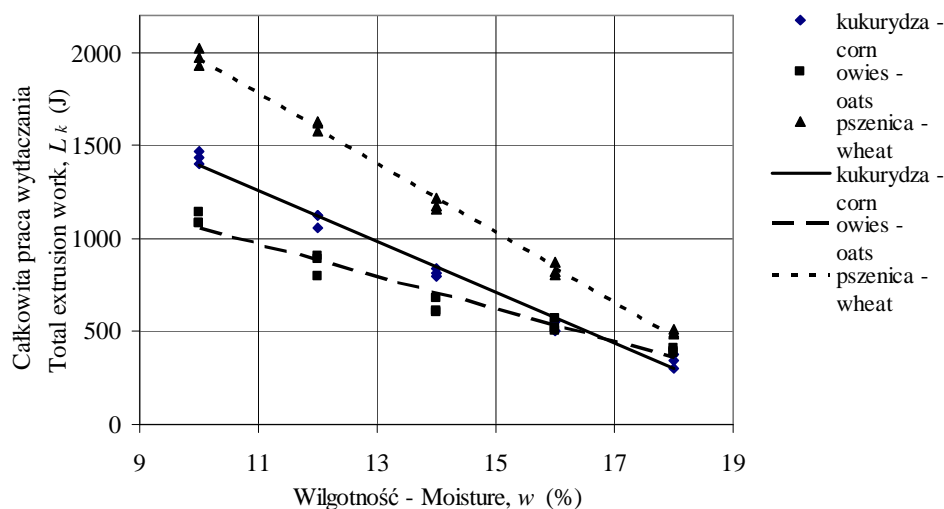
**Rys. 2.** Zależność pracy zagęszczania ( $L_c$ ) od wilgotności materiału ( $w$ )

**Fig. 2.** Compression work ( $L_c$ ) in relation to material moisture ( $w$ )



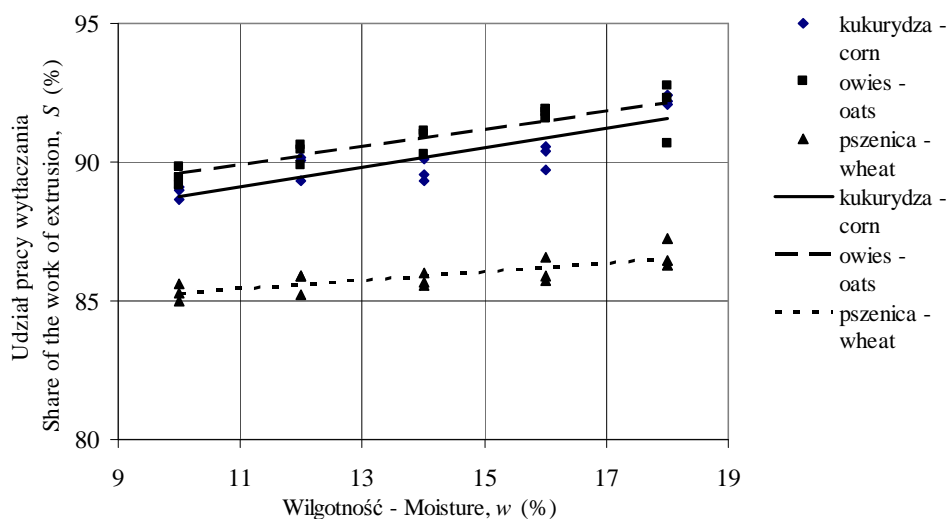
**Rys. 3.** Zależność pracy wytłaczania ( $L_w$ ) od wilgotności materiału ( $w$ )

**Fig. 3.** Extrusion work ( $L_w$ ) in relation to material moisture ( $w$ )



**Rys. 4.** Zależność całkowitej pracy wytlaczania ( $L_k$ ) od wilgotności materiału ( $w$ )  
**Fig. 4.** Total extrusion work ( $L_k$ ) in relation to material moisture ( $w$ )

W ocenie nakładów energii wytłaczania ważnym jest określenie nie tylko wartości prac poszczególnych faz procesu, ale również udziału tych prac w stosunku do całkowitej pracy wytłaczania. Na rysunku 5 przedstawiono zależności pomiędzy udziałem energii fazy wytłaczania w stosunku do całkowitej energii wytłaczania  $S$  a wilgotnością materiału  $w$  dla badanych surowców. Z rysunku 5 wynika, że ze zwiększeniem wilgotności rośnie udział pracy wytłaczania  $S$ . Dla surowców o mniejszej wilgotności potrzeba zatem więcej energii na zagęszczanie. Natomiast dla surowców o większej wilgotności wymagana jest mniejsza praca na zagęszczenie materiału przed rozpoczęciem wypływu materiału. Większa zawartość wody może powodować zmniejszenie tarcia materiału o ścianki komory matrycy w czasie zagęszczania oraz o ścianki otworu wytłaczającego w czasie przetłaczania przez matrycę. Wysokie wartości  $S$  w zakresie 88-92% uzyskano dla kukurydzy i owsa. Natomiast dla pszenicy wartości  $S$  wyniosły od 85% do 87% w przedziale wilgotności 10-18%. Ziarna pszenicy charakteryzują się w porównaniu z kukurydzą i owsem poza dużymi wartościami prac zagęszczania i wytłaczania również mniejszym udziałem pracy wytłaczania w stosunku do całkowitej pracy wytłaczania. Dla pszenicy około 14% całkowitej energii wytłaczania potrzeba na zagęszczenie materiału w komorze.

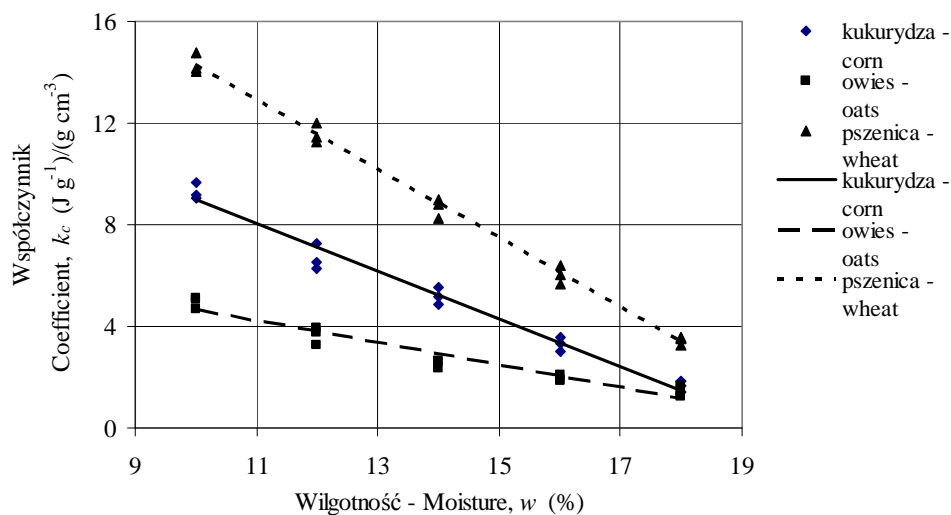


**Rys. 5.** Zależność udziału pracy wyciągania w całkowitej pracy wyciągania ( $S$ ) od wilgotności materiału ( $w$ )

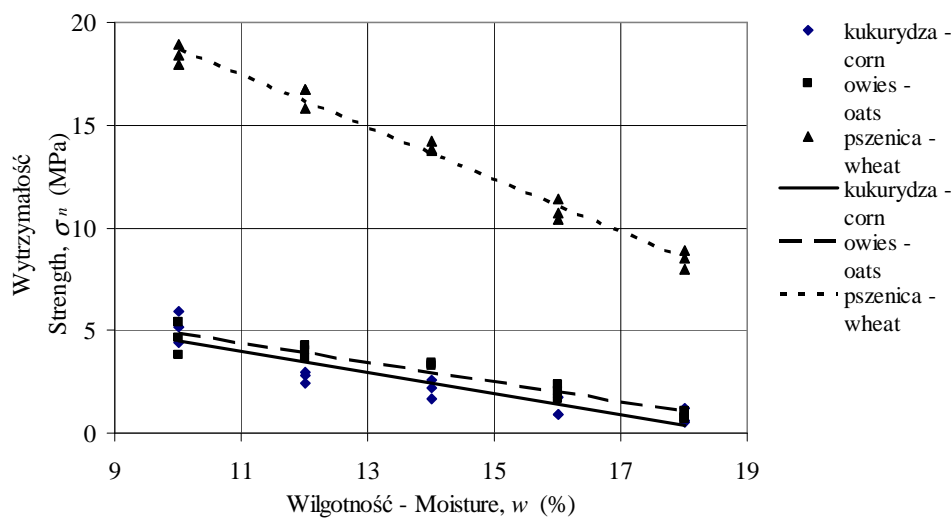
**Fig. 5.** Share of the work of extrusion in the total work of extrusion ( $S$ ) in relation to material moisture ( $w$ )

Nakłady energii zagęszczania świadczą o podatności materiału na zagęszczanie (aglomerowanie). Informuje o tym współczynnik  $k_c$ . Zmiany współczynnika podatności na zagęszczanie  $k_c$  od wilgotności (tab. 1, rys. 6) są podobne do zmiany pracy zagęszczania. Współczynnik  $k_c$  maleje ze wzrostem wilgotności dla badanych surowców. Wartości tego współczynnika były największe dla pszenicy (od 14,7 do 3,3 ( $J \cdot g^{-1} \cdot (g \cdot cm^{-3})^{-1}$ )). Najmniejsze wartości  $k_c$  uzyskano dla owsa (od 5,1 do 1,3 ( $J \cdot g^{-1} \cdot (g \cdot cm^{-3})^{-1}$ ) w zakresie wilgotności 10-18%). Z badań wynika, że lepsza jest podatność na zagęszczanie surowca o większej wilgotności. Wyniki badań potwierdzają zależności uzyskane w badaniach procesu zagęszczania czy wyciągania różnych surowców (Laskowski i inni 2005, Laskowski i Skonecki 1999, 2003; Skonecki i Potręć 2008). Zmiany prac faz wyciągania i współczynnika zdolności materiału na zagęszczanie są podobne do wyników uzyskanych dla wyciągania surowców przez otwór o średnicy 6 mm (Laskowski i Skonecki 2003). Wartości prac dla wyciągania przez otwór 6 mm były niższe, co można tłumaczyć mniejszymi oporami wpływu materiału przy wyciąganiu przez otwór o większej średnicy.





**Rys. 6.** Zależność współczynnika podatności na zagęszczanie ( $k_c$ ) od wilgotności materiału ( $w$ )  
**Fig. 6.** Coefficient susceptibility to compaction ( $k_c$ ) in relation to material moisture ( $w$ )



**Rys. 7.** Zależność wytrzymałości ( $\sigma_n$ ) od wilgotności materiału ( $w$ )  
**Fig. 7.** Strength ( $\sigma_n$ ) in relation to material moisture ( $w$ )

Badania aglomeratu na ściskanie wykazały, że ze wzrostem wilgotności materiału uzyskuje się aglomeraty o mniejszej wytrzymałości mechanicznej (maleje

trwałość) (rys. 7). Równanie regresji opisujące zależności wytrzymałości ( $\sigma_n$ ) od wilgotności ( $w$ ) podano w tabeli 1. Największą wytrzymałość uzyskano dla aglomeratu pszenicy (zawiera się w przedziale od 19 MPa (dla  $w = 10\%$ ) do 8 MPa (dla  $w = 18\%$ )). Wartości  $\sigma_n$  dla kukurydzy i owsa były zbliżone, ale mniejsze od wytrzymałości aglomeratu pszenicy o około 12 MPa (dla  $w = 10\%$ ) i o około 7 MPa (dla  $w = 18\%$ ).

#### WNIOSKI

1. Nakłady energii w procesie wyłaczania zależą zarówno od wilgotności jak i rodzaju surowca. Wartości energii fazy zagęszczania i wyłaczania były największe dla surowców o najmniejszej wilgotności.

2. Największe wartości prac zagęszczania  $L_c$  oraz wyłaczania  $L_w$  i  $L_k$  były największe dla każdej wilgotności dla pszenicy a najmniejsze dla owsa. Stwierdzono, że ze wzrostem wilgotności rośnie udział pracy wyłaczania. Wysokie wartości udziału pracy wyłaczania w całkowitej pracy wyłaczania uzyskano dla kukurydzy i owsa (88-92%), a dla pszenicy wyniósł on od 85% do 87% w przedziale wilgotności 10-18%.

3. Więcej nakładów energii dla fazy zagęszczania wymagają surowce o mniejszej wilgotności. Na zagęszczenie materiału w komorze potrzeba około 14% (dla pszenicy) i około 10% (dla kukurydzy i owsa) całkowitej energii wyłaczania.

4. Zwiększenie wilgotności powoduje wzrost podatności materiału na aglomerowanie i spadek wytrzymałości aglomeratu. Najlepszą podatnością na zagęszczanie cechuje się ziarno kukurydzy i owsa o wilgotności 18%, a wytrzymałością ziarno pszenicy o wilgotności 10%.

#### PIŚMIENNICTWO

- Behnke K. C., 2001. Factors influencing pellet quality. *Feed Tech.*, 5 (4), 19-22.
- Fell J. T., Newton J. M., 1970. Determination of tablet strength by the diametral compression test. *J. Pharm. Sci.*, 59 (5), 688-691.
- Hejft R., 2002. Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Politechnika Białostocka, Wyd. i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji w Radomiu.
- Kulig R., 2008. Wpływ warunków kondycjonowania na wilgotność materiału sypkiego i granulatu. *Acta Agrophysica*, 12(3), 737-745.
- Kulig R., Laskowski J., 2008. Energy requirements for pelleting of chosen feed materials with relation to the material coarseness. *Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa*, tom 8, 115-120.
- Laskowski J., 1989. Studia nad procesem granulowania mieszanek paszowych. Seria Wydawnicza – Rozprawy Naukowe, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, 113.
- Laskowski J., Łysiak G., Skonecki S., 2005. Mechanical properties of granular agro-materials and food powders for industrial practice. Part II. Material properties in grinding and agglomeration.

- Centre of Excellence for Applied Physics in Sustainable Agriculture AGROPHYSICS, Institute of Agrophysics PAS, Lublin, 1-158.
- Laskowski J., Skonecki S., 1999. Influence of moisture on the physical properties and parameters of the compression process of cereal grains. *Int. Agrophysics*, 13, 477-486.
- Laskowski J., Skonecki S., 2001. Badania procesów aglomerowania surowców paszowych-aspekt metodyczny. *Inżynieria Rolnicza*, 2 (22), 187-193.
- Laskowski J., Skonecki S., 2003. Wpływ wilgotności kukurydzy, owsa i pszenicy na parametry wytłaczania. *Acta Agrophysica*, 82, 107-117.
- Laskowski J., Skonecki S., Gowin J., 1995. Układ pomiarowy do maszyn wytrzymałościowych typu ZD z komputerową rejestracją i analizą parametrów procesów ściskania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 424, 279-284.
- Li Y., Wu D., Zhang J., Chang L., Wu D., Fang Z., Shi Y., 2000. Measurement and statistics of single pellet mechanical strength of differently shaped catalysts. *Powder Technology*, 113, 176-184.
- Skonecki S., Potręć M., 2008. Wpływ wilgotności łusek kolb kukurydzy na parametry zagęszczania. *Acta Agrophysica*, 11 (3), 725-732.
- Thomas M., van Kol E., Tamminga S., Verstegen M. W. A., van der Poel A. F. B., 1997. Effect of water, steam and shear conditioning on the protein quality of soy grits. *J. Sci. Agric.*, 74, 392-400.
- Wondra K. J., Hancock J. D., Behnke K. C., Hines R. H., Starr C. R., 1994. Effect of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 73, 757-763.

## INFLUENCE OF MOISTURE CONTENT OF CEREAL GRAINS ON EXTRUSION PROCESS

*Stanisław Skonecki, Janusz Laskowski*

Department of Food Industry Machinery Operation, University of Life Sciences in Lublin  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: stanislaw.skonecki@up.lublin.pl

**Abstract.** The paper presents the results of a study on the influence of moisture on energy requirements in the process of extrusion and on the index of material susceptibility to compaction and agglomerates quality, for grain of corn, oats and wheat. The results showed that energy requirements at the particular stages of extrusion depend both on moisture and on the species of cereal grains. It was found that with increase in moisture there is a decrease in the work of compression, work of extrusion and in the value of the index characterising the susceptibility of the material to compaction. Higher level of moisture has a positive effect on agglomeration ability and, contrary, negative one on the strength of agglomerates and their quality.

**Key words:** extrusion parameters, corn, oats, wheat, moisture