

*Leszek Romański, Roman Stopa, Arkadiusz Niemiec, Marian Wiercioch
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu*

ENERGOCHŁONNOŚĆ STATYCZNEGO ŚCINANIA ZIARNIAKÓW PSZENICY

Streszczenie

W pracy przedstawiono zależność pomiędzy energią ścinania a masą i szklistością ziarniaków oraz temperaturą rozdrabnianego ziarna. Stwierdzono, że im większa masa i szklistość ziarniaków tym wyższe zapotrzebowanie na energię zgniatania. Przy szczelinie roboczej 0,4 mm i temperaturze ziarna 280-290K zapotrzebowaniu energii ścinania jest najmniejsze.

Słowa kluczowe: ziarno zbóż, ścinanie, masa ziarna, szklistość, temperatura ziarna, pomiar energii

Wprowadzenie

Zapotrzebowanie energii w procesie rozdrabniania ziarna jest jednym z głównych wskaźników kształtujących rachunek ekonomiczny pracy wytwórni pasz. Najmniej energochłonnym procesem rozdrabniania ziarna zbóż na paszę jest proces przeprowadzany w rozdrabniaczach walcowych. Podczas rozdrabniania w śrutownikach walcowych ziarno jest zgniatane i rozrywane [Grochowicz 1996]. Ta druga czynność wynika ze stosowania różnej prędkości walców, które mają na swojej powierzchni nacięte rowki. W Europie przyjęto takie wykonanie rowków, aby tworzyły je dwie prostopadłe płaszczyzny, z których jedna jest ostrzem rowka a druga jego grzbietem. W produkcji śruty stosuje się głównie ustawienie ostrze na ostrze, gdyż wtedy ziarno jest dodatkowo przecinane. W rezultacie następuje intensywne rozdrabnianie ziarniaków i śruta taka, w stosunku do innych kombinacji ustawień ostrza i grzbietu charakteryzuje się dużym stopniem rozdrobnienia. W czasie tego typu rozdrabniania na ziarno działa, więc wypadkowe obciążenie, które jest sumą sił zgniatających, rozrywających i ścinających. Oddziaływaniem sił zgniatających na ziarno zajmował się Korpysz [1990] oraz Romański [2004]. Stan wiedzy na temat ścinania ziarna jest niewielki. Problemem tym interesował się Flizikowski [1990], który poddawał ziarniaki cięciu w rozdrabniaczu wielotarczowym. W prowadzonych badaniach autor testowane ziarno klasyfikował jedynie według gatunku nie wnikając w ich odmiany, jak też w inne uwarunkowania.

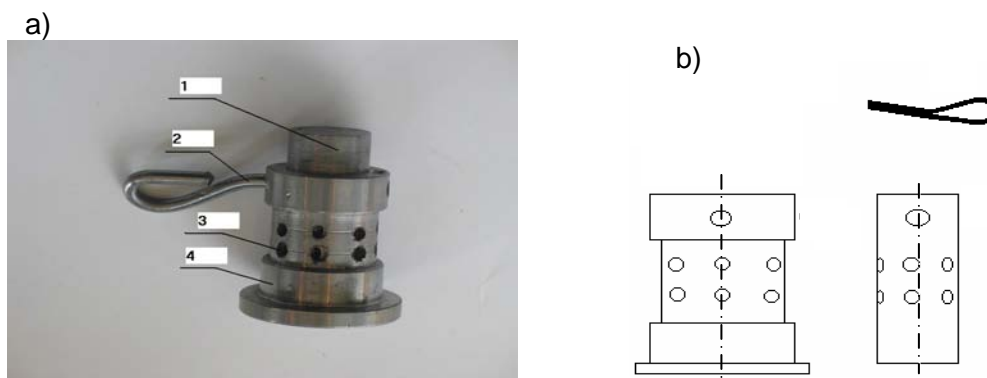
Wydaje się, więc, że planowane badania statycznego ścinania ziarna pozwolą na pełniejszą analizę procesu rozdrabniania w śrutownikach walcowych i rozdrabniaczach wielotarczowych. Mogą też być podstawą do prowadzenia prac teoretycznych, w których wykorzystując zasadę superpozycji, można będzie symulować proces rozdrabniania w omawianych urządzeniach.

Cel pracy

Celem pracy, było określenie zależności pomiędzy energochłonnością statycznego ścinania ziarna pszenicy a jego masą i szklistością oraz temperaturą.

Materiał i metodyka

Badania wytrzymałości ziarna pszenicy na ścinanie przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej *Instron 5566* wyposażonej w głowicę pomiarową o zakresie do 10 kN, współpracującej z przyrządem (rys. 1) zaprojektowanym i wykonanym w Instytucie Inżynierii Rolniczej AR Wrocław. Głównymi elementami tego przyrządu są cylinderek i włożony do niego tłoczek. Prostopadle do osi pionowej przyrządu nawiercono otwory o średnicy 4 mm, w które wkładano pojedyncze ziarniaki. Ustalenie położenia początkowego tłoczka względem cylinderka zapewnia sworzeń. Przy wykorzystaniu tego przyrządu można było jednocześnie poddać próbie quasi-statycznego ścinania 16 sztuk ziarna. W czasie testu ziarno układano tak, aby siła tnąca działała prostopadle do dłuższej osi w połowie długości ziarna.



Rys. 1. Przyrząd do jednoosiowego ścinania ziarna: a) widok ogólny, b) schemat detali. 1-tłoczek ścinający, 2- sworzeń, 3- otwór na ziarno, 4-cylinderek

Fig. 1. Apparatus to shearing of grain: a) general view, b) scheme of detail. 1- shearing piston, 2- pin, 3-hole for kernel, 4-cylinder

Ziarno do badań, którego charakterystykę przedstawiono w tabeli 1 było wstępnie selekcyjonowane na sitach Vogla i następnie ważone. Testom poddawane były ziarniaki o masie $50 \pm 2,5$ mg.

Tabela 1. Charakterystyka odmian użytych w badaniach
Table 1. Characteristics of the varieties used in the study

Odmiana	Uprawa tradycyjna 90 Ncs / ha						
	Masa usypowa	MTS [mg]	Szklistość [%]	Białko [%]	Włókno [%]	Popiół [%]	Tłuszcz [%]
Elena	761,32	49,42	29	12,07	2,76	1,97	1,93
Mikon	753,88	49,4	52	12,93	2,89	2,03	1,97
Zorza	761,6	47,13	41	11,97	2,74	2,01	1,87
Sakwa	748,16	50,28	65	13,3	2,86	1,97	1,8
Saraja	759,72	48,95	83	13,33	2,93	1,97	1,93

Wilgotność ziarna wynosiła 10, 15, 21%. Wilgotności wyższe niż 10% uzyskiwano poprzez jego nawilżanie. Ostateczną wilgotność określano metodą suszarkowo-wagową. Zmianę temperatury ziarna uzyskiwano poprzez umieszczanie go na 12 godzin w zamrażarce, lodówce lub suszarce. Precyzyjność ustawień realizowano poprzez sterowniki poziomu temperatury. W trakcie badań materiał przechowywano w termoizolacyjnej torbie. Każdy pomiar wykonywano w 25 powtórzeniach. Numery norm, według których badano podstawowe właściwości ziarna przedstawiono w pracy [Romański, Stopa 2003].

Wyniki badań i ich analiza

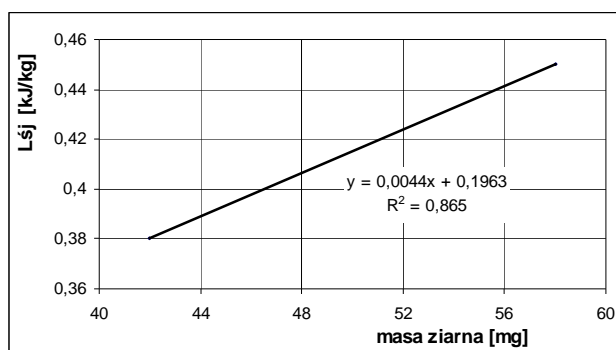
Dla określenia istotności wpływu masy i szklistości ziarna, oraz wilgotności i jego temperatury na wartość energii ścinania przeprowadzono analizę wariancji wieloczynnikowej z uwzględnieniem interakcji 2-stopnia. Z analizy wyników zamieszczonych w tabeli 2 wynika, że wysoce istotny wpływ na energię ścinania wywiera masa ziarna, jego szklistość i temperatura. Nie potwierdzono natomiast tego wpływu w przypadku zmiennej wilgotności surowca.

Po przeprowadzeniu obróbki statystycznej z uwzględnieniem istnienia interakcji pomiędzy poszczególnymi zmiennymi nie potwierdzono wpływu na wartość energii jednostkowej ścinania występujących interakcji międzyczynnikowych wiążących ze sobą takie zmienne jak szklistość z masą ziarna oraz temperatury z masą ziarna. Dla pozostałych powiązań istotność wykazano i potwierdzono.

Tabela 2. Wyniki analizy wariancji wieloczynnikowej
Table 2. Results of multifactor variance analysis

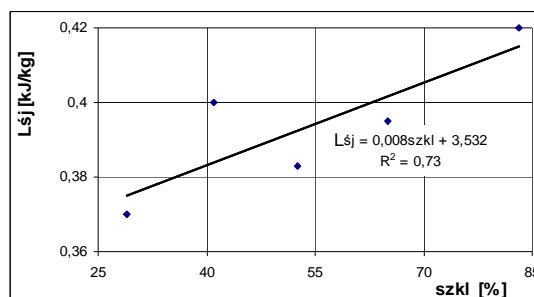
Źródło zmienności	Energia jednostkowa ścinania $L_{\dot{s}j}$	
	Stopnie swobody	Poziom istotności
A: szklistość	4	0,000
B: wilgotność	2	0,878
C: temperatura	5	0,005
D: masa ziarna	5	0,000
INTERAKCJE		
AB	8	0,049
AC	20	0,995
AD	20	0,019
BC	10	0,029
BD	10	0,000
CD	25	0,206

Na rysunku 2 przedstawiono zależność pomiędzy jednostkową energochłonnością ścinania ziarniaków pszenicy a ich masą. Zależność ma charakter liniowy i energia rośnie wprost proporcjonalnie do masy ziarniaków. Należy nadmienić, że podobny charakter zależności obserwuje się również przy zgniataniu ziarna [Romański 2001]. Wysoki współczynnik determinacji potwierdza wyniki analizy statystycznej.



Rys. 2. Zależność energii ścinania od masy ziarniaków

Fig. 2. Dependence of consumption energy of shearing on mass of kernels



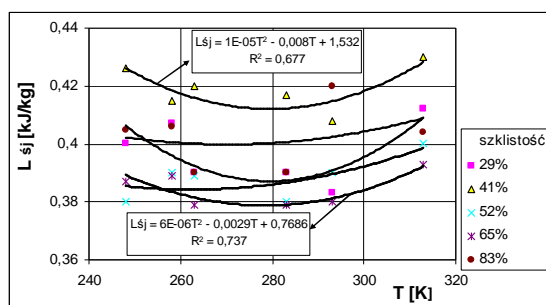
Rys. 3. Zależność energii jednostkowej ścinania od szklistości ziarna. Temperatura ziarna 293K, wilgotność 10%

Fig. 3. Relationship between consumption energy of shearing and grain vitreosity. Temperature of grain 293K, moisture content 10%

Wpływ szklistości ziarna na energochłonność ścinania ziarniaków pszenicy przedstawiono na rysunku 3. Zależność jest liniowa i energia rośnie wprost proporcjonalnie do szklistości. Charakterystycznym jest, że dwa pierwsze i ostatnie punkty pomiarowe (każdy to średnia z 25 pomiarów) reprezentują ziarno różniące się szklistością o około 20%, natomiast mają praktycznie taką samą ilość białka; odpowiednio 13,3% i 12%. Potwierdza się tym samym stwierdzenie, że zawartość białka w ziarnie nie wpływa na zapotrzebowanie energii w czasie procesu rozdrabniania, natomiast szklistość tak [Romański 2004]. Jednocześnie wiadomo, że pomiędzy szklistością a ilością białka w ziarnie istnieje ścisły związek. Można, więc domniemywać, że na właściwości wytrzymałościowe ziarna ma wpływ nie ilość, ale skład, właściwości i rozmieszczenie białka w strukturze ziarna. Szczególnie chodzi tu o białko przylegające, które dzięki dużemu udziałowi albumin i globulin przyczynia się prawdopodobnie do silnego powiązania ze sobą ziaren skrobi a tym samym zwiększenia wytrzymałości struktury ziarna. Jest prawdopodobnym, że znajomość rozkładu „wytrzymałościowo twórczych” frakcji białka wraz ze znajomością rozłożenia i wielkości ziaren skrobi, pozwoliłaby w prosty sposób prognozować właściwości wytrzymałościowe ziarna a tym samym i energochłonność jego rozdrabniania.

Zależność energii ścinania od temperatury ziarna przedstawiono na rysunku 4. Zakres temperatur był szeroki, bo wynosił 248-313K. Przebiegi zależności mają charakter krzywoliniowy i można je opisać równaniami kwadratowymi. Najmniejsze zapotrzebowanie energii potrzebnej do przecięcia ziarna rejestruje się w zakresie temperatur 280-290 K. Najmniej korzystne są niskie temperatury,

gdy ziarno jest zamrożone oraz nadmiernie zagrzane. W pierwszym przypadku naturalna wytrzymałość ziarna jest powiększona dzięki zamrożonej wodzie znajdującej się wewnątrz ziarna. W drugim natomiast wysoka temperatura powoduje prawdopodobnie uelastycznienie skrobi i białka, co też zwiększa jej wytrzymałość w próbie statycznego przecinania.



Rys. 4. Zależność energii jednostkowej ścinania ziarna pszenicy od jego temperatury

Fig. 4. Relationship between consumption energy of shearing and grain temperature

Wnioski

1. Energia quasi-statycznego ścinania ziarna jest wprost proporcjonalna do masy poszczególnych ziarniaków.
2. Przy zmianie szklistości ziarna w zakresie 29-85% jednostkowa energia ścinania rośnie o około 14%.
3. Najmniejsze zapotrzebowanie energii potrzebnej do przecięcia ziarna rejestruje się w zakresie temperatur 280-290K

Bibliografia

- Grochowicz J. 1996. Technologia produkcji mieszanek paszowych. PWRiL, Warszawa.
- Flizikowski J. 1990. Obciążenia rozdrabniające nasiona zbóż w warunkach quasi- ścinania. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 4: 5-8
- Korpysz K. 1990. Badania procesu rozdrabniania ziarna w gniotowniku walcowym. Praca doktorska. SGGW. Warszawa.

Romański L. 2001. Wpływ wielkości ziarniaków zbóż na wartość energii gniecenia. Inż. Rol. 12: 273-276.

Romański L., Stopa R. 2003. Energochłonność dynamicznego procesu ścinania ziarna pszenicy. Acta Scientiarum Polonorum Tech. Agr.2(1): 33-41.

ENERGY CONSUMPTION OF WHEAT GRAIN DURING STATIC SHEARING PROCESS

Summary

The paper presents the relation between energy consumption per units and mass of kernel, vitreosity and temperature of shearing grain. The result showed that the bigger was mass of kernel and vitreosity, the higher was energy requirement for shearing. Under working gap 0.4 mm and temperatures 280K and 290K energy consumption of shearing have been smallest.

Key words: grain of wheat, shearing, mass of kernel, vitreosity and temperature of grain, energy consumption per unit