

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

WPLYW WILGOTNOŚCI I TEMPERATURY ZIARNIAKÓW PSZENICY NA ENERGOCHŁONNOŚĆ ZGNIATANIA

Streszczenie

W pracy przedstawiono zależność pomiędzy energią zgniatania a wilgotnością i temperaturą rozdrabnianego ziarna. Wilgotność ziarna wynosiła 10,15 i 21%, natomiast temperatura zawarta była w przedziale 248- 313K. Największą energochłonność procesu zarejestrowano przy gnieceniu ziarna o wilgotności 15-16%. Stwierdzono, że im niższa temperatura ziarna tym wyższe zapotrzebowanie na energię zgniatania. Przy szczelinie roboczej 0,4 mm i temperaturach 248 °K i 313 °K różnice w zapotrzebowaniu energii wynosiły 39-80%.

Słowa kluczowe: ziarno zbóż, wilgotność i temperatura ziarna, zgniatanie, pomiar energii

Wprowadzenie

Operacja rozdrabniania ziarna, głównego pod względem ilościowym komponentu pasz przemysłowych, pochłania aż do 70% energii przeznaczonej na wyprodukowanie mieszanki paszowej [Grochowicz 1996]. W dobie rosnących kosztów energii, nieodzownym jest, więc nie tylko ciągłe udoskonalanie konstrukcji rozdrabniaczy i optymalizowanie ich parametrów roboczych ale także uwzględnianie przy planowaniu rozdrabniania niektórych czynników charakteryzujących ziarno (szkliwość, wilgotność) i warunki zgniatania (temperatura ziarna), tak aby to zapotrzebowanie na energię było jak najmniejsze [Romański 2004].

Czynnikiem, który w bardzo istotny sposób wpływa na energochłonność zgniatania jest wilgotność ziarna. Przeprowadzane dla szerokiej granicy wilgotności (10-22%) badania ze stopniowaniem, co 1% pozwoliły na znalezienie zależności, która może być opisana równaniem kwadratowym. W przypadku ziarna pszenicy największą energochłonność procesu zgniatania rejestruje się w zakresie wilgotności 15-16%. [Romański i in. 2000; Niemiec i in. 2001]. Jak wynika z danych

literaturowych wszystkie testy wykonywano do tej pory przy stałej temperaturze ziarna. Nasuwa się, więc pytanie, jak będzie zmieniać się ta zależność przy zmianie temperatury ziarna i to w przypadku różnych jego odmian. Należy się również liczyć z prawdopodobieństwem wystąpienia interakcji tych zmiennych czynników. Przy zgniataniu ziarna o temperaturze 255 K i 315 K (wilgotność 12%) różnice w zapotrzebowaniu energii mogą dochodzić do 15%. [Obuchowski 1985]. Generalnie można stwierdzić, że ze wzrostem temperatury energochłonność procesu rozdrabniania maleje. Z tego względu, że wielu wytwórcach pasz w coraz większym zakresie rozdrabnia się ziarno poprzez zgniatanie nieodzownym jest poznanie zależności pomiędzy tymi wielkościami. Dzięki temu można będzie między innymi bardziej racjonalnie planować terminy przemiałów ziarna i uzyskać znaczne oszczędności energii.

Cel pracy

Celem pracy, było określenie zależności pomiędzy energochłonnością zgniatania ziarna zbóż a jego wilgotnością i temperaturą, oraz określenia wzajemnych interakcji pomiędzy poszczególnymi zmiennymi.

Materiał i metodyka

Procesowi zgniatania poddane były pszenice ozime: *Elena*, *Mikon*, *Zorza*, *Sakwa* i *Saraja*. Ich szklistość wynosiła odpowiednio: 29,52,41,65,83%. Pomiary energochłonności przeprowadzono przy zmiennym poziomie wilgotności, który wynosił: 10, 12, 15, 17, 21%. Zgniatanie ziarna przeprowadzono pomiędzy równoległymi płytami na maszynie wytrzymałościowej *Instron 5566* do momentu uzyskania płatków o grubości 0,4 mm. Głowica napędzająca płytę górną przemieszczała się z prędkością 2 mm/min. Wyniki pomiarów rejestrowano przy zastosowaniu programu *Merlin*. Ziarno na płycie leżało zawsze w pozycji na brzuszku.

Zależność energii zgniatania od temperatury ziarna przeprowadzono dla temperatur: 248, 258, 263, 283, 293, 313 K. Założone wartości temperatur ziarna uzyskiwano przechowując ziarno w plastikowych pojemnikach przez 24 h w komorze chłodniczej lub suszarce. Schłodzone lub podgrzane ziarna przenoszono do badań po 5 szt. w pojemnikach izolowanych styropianem. Każdy pomiar wykonywano w 25 powtórzeniach.

Pierwsze próby zgniatania przeprowadzono pomiędzy płytami, które były schłodzone do podobnej temperatury, jaką miało ziarno. Z tego względu, że nie stwierdzono istotnej różnicy przy stosowaniu płyt schłodzonych i tych o temperaturze pokojowej, badania zasadnicze przeprowadzono pomiędzy płytami nieschładzanymi.

Wyniki badań i ich analiza

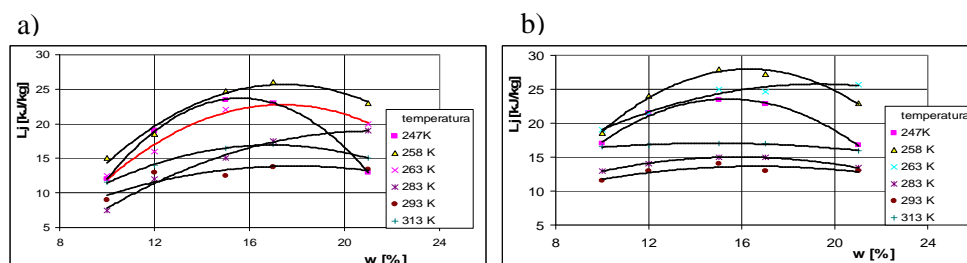
Dla określenia istotności wpływu wilgotności i temperatury badanego ziarna pszenicy ozimej, charakteryzującej się różną szklistością na wartość energii jednostkowej przeprowadzono analizę wariancji wieloczynnikowej z uwzględnieniem interakcji 2-stopnia. Wyniki analizy zamieszczone w tabeli 1 wskazują na wysoce istotny wpływ na energochłonność zgniatania ziarna tak wilgotności jak i temperatury ziarna oraz istotny na poziomie $\alpha=0,05$ wpływ szklistości. Po obróbce statystycznej z uwzględnieniem istnienia interakcji pomiędzy poszczególnymi zmiennymi potwierdzono wysoce istotny wpływ powiązań wilgotności i temperatury na wartość energii jednostkowej zgniatania oraz istotny wpływ powiązania wilgotności ze szklistością ziarna. Wykluczono natomiast wpływ interakcji pomiędzy temperaturą a szklistością.

Tabela 1. Wyniki analizy wariancji wieloczynnikowej

Table 1. Results of multifactor variance analysis

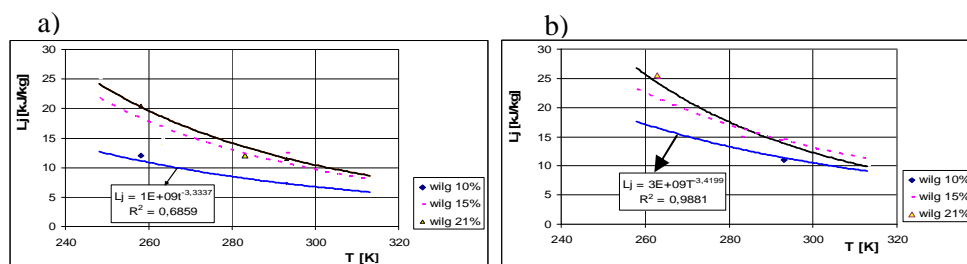
Źródło zmienności	Energia jednostkowa zgniatania Lj	
	Stopnie swobody	Poziom istotności
A: szklistość	4	0,051
B: wilgotność	2	0,000
C: temperatura	5	0,000
INTERAKCJE		
AB	8	0,011
AC	20	0,380
BC	10	0,000

Na rysunku 1 przedstawiono zależność pomiędzy energochłonnością zgniatania pojedynczych ziarniaków pszenicy a ich temperaturą. Zależności zgodnie z oczekiwaniem ma charakter krzywoliniowy i może być opisana równaniem kwadratowym. Największe zapotrzebowanie energii potrzebnej do zgniecenia ziarna do założonej grubości płatką rejestruje się w zakresie 15-17% a więc już po przekroczeniu zakresu wilgotności przechowalniczych. Charakterystycznym jest, że wraz ze wzrostem temperatury ziarna charakter przebiegów się niewiele zmienia. Zmienia się natomiast tempo przyrostu lub spadku energii przy wzroście wilgotności ziarna i jest ono największe przy temperaturach najniższych ziarna. Dynamika tych przyrostów i spadków energochłonność procesu zgniatania jest szczególnie widoczna na wykresach umieszczonych na rysunku 2. Przedstawiono na nich zależność pomiędzy energią zgniatania ziarniaków pszenicy a ich temperaturą.



Rys. 1. Zależność energii jednostkowej zgniatanego ziarna pszenicy od jego wilgotności: a) pszenica Elena - szklistość 29%, b) Saraja - 83%

Fig. 1. Specific energy consumption at crushing of wheat grain depending on the grain moisture content: a) wheat Elena-vitreosity 29%, b) Saraja - 83%

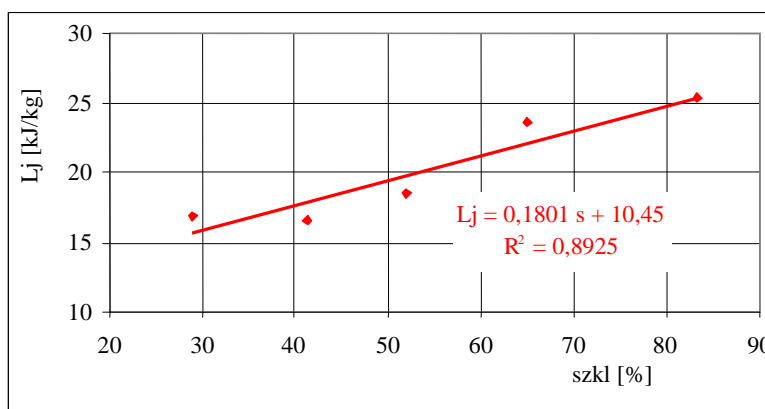


Rys. 2. Zależność energii jednostkowej zgniatanego ziarna pszenicy od jego temperatury: a) pszenica Elena - szklistość 29%, b) Saraja - 83%

Fig. 2. Specific energy consumption at crushing of wheat grain depending on the grain temperature: a) wheat Elena-vitreosity 29%, b) Saraja 83%

Z analizy zależności wynika, że energochłonność zgniatania ziarna przy jego niskich temperaturach jest największa i maleje wraz ze wzrostem temperatury i to niezależnie od wilgotności ziarna. Dla praktyki, wynika z tego oczywisty wniosek, że rozdrabnianie mocno przechłodzonego ziarna (poniżej 273 K) nie jest uzasadnione ekonomicznie. Zgniatanie powinno się przeprowadzać na ziarnie suchym i w okresie letnim. Odwrotna sytuacja jest natomiast wtedy, gdy planuje się wszelkiego rodzaju prace związane z materiałem siewnym. W niskich temperaturach do zgniecenia ziarna potrzebna jest większa energia. Można więc przypuszczać, że okresie zimowym jest ono także bardziej odporne na uszkodzenia powstające pod wpływem działających obciążeń.

Na rysunku 3 przedstawiono zależność energii zgniatania od szklistości ziarna. Zgodnie z przewidywaniem wraz ze wzrostem szklistości rośnie także energochłonność procesu zgniatania. Zależność można opisać równaniem liniowym. Zwiększenie szklistości ziarna z 29% do 83% powoduje przyrost energochłonności o około 59%.



Rys. 3. Zależność energii zgniatania od szklistości ziarna. $T=292\text{ K}$, $w=12\%$
 Fig. 3. Specific energy consumption at crushing of wheat grain depending on the vitreosity. $T=292\text{ K}$, $w=12\%$

Wnioski

1. Największą energochłonność procesu zgniatania ziarna pszenicy rejestruje się przy wilgotności 15-16%.
2. Przy zgniataniu ziarna o temperaturze $260\pm 3\text{ °K}$ i $293\pm 10\text{ °K}$ i wilgotności 10-21 % różnice w zapotrzebowaniu energii wynoszą 62-84%. Wartości wyższe występują przy temperaturach niskich.
3. W zależności od temperatury ziarniaków energochłonność zgniatania pszenicy o szklistości 83% w stosunku do pszenicy o szklistości 29% jest wyższa o 10-35%.
4. W przypadku ziarna siewnego wszelkie prace, przy których może następować jego uszkodzenie, zaleca się przeprowadzać przy niskich temperaturach

Bibliografia

Grochowicz J. 1996. Technologia produkcji mieszanek paszowych. PWRiL, Warszawa.

Niemiec A., Romański L. 2001. Energochłonność gniecenia wybranych odmian pszenicy przy różnym poziomie wilgotności ziarna. Inż. Rol. 12: 223-228.

Niemiec A., Romański L., Stopa R. 2001. Energochłonność dynamicznego gniecenia ziarna w modelu gniotownika. Inż. Rol. 8: 323-330.

Obuchowski W. 1985. Twardość ziarna pszenicy: znaczenie technologiczne i czynniki wpływające na te właściwości. Roczniki AR Poznań. Rozprawy z. 152.

Romański L. 2004. Analiza i modelowanie procesu zgniatania pszenicy. Zesz. Nauk. AR Wrocław. Rozprawy nr 494.

EFFECT OF GRAIN MOISTURE CONTENT AND TEMPERATURE ON ENERGY CONSUMPTION AT CRUSHING

Summary

The paper presents the relation between energy consumption per units and moisture content and temperature of crushing grain. Grains of the wheat were ground at their moisture contents 10,15 and 21%, temperature of kernel varying the range of 248-313K. The highest energy consumption was observed at grinding grain of 15-16% moisture content. It shows, that lower grain temperature causes bigger requirement of energy consumption. Under working gap 0,4 mm and temperatures 248°K and 313°K differences of energy consumption have achieved 39-80%.

Key words: cereal, moisture content and temperature of grain, crushing, energy measuring