

Izabela PIASECKA, Paulina ROPÍŃSKA, Andrzej TOMPOROWSKI, Monika GIEREMEK

e-mail: piasecka-izabela@wp.pl

Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Ocena możliwości wykorzystania rozdrobnionych ziaren wybranych zbóż rzekomych na cele energetyczne

Wstęp

Polska, podobnie jak pozostałe kraje członkowskie Unii Europejskiej musi ograniczyć emisję gazów cieplarnianych GHG (*GreenHouse Gas*). Za jeden ze sposobów realizacji tego zadania można uznać zastępowanie jak największej części tradycyjnych paliw transportowych biopaliwami, natomiast węgla – biomasą [Tytko, 2010]. Spowoduje to bezpośrednio zmniejszenie emisji szeregu gazów cieplarnianych do atmosfery, a zwłaszcza ditlenku węgla. GHG powodują systematyczne ocieplanie się klimatu, co w konsekwencji jest przyczyną coraz bardziej nasilających się szkód gospodarczych. Biomasa może być wykorzystywana nie tylko do produkcji ciepła, ale i energii elektrycznej [Gęsiński, 2012].

Od kilku lat w kraju obserwuje się wzrost zainteresowania uprawami energetycznymi, a produkcja biomasy w tym celu stała się odrębnym kierunkiem produkcji rolniczej, jednak rozwój tej działalności rolniczej w dużym stopniu jest warunkowany względami ekonomicznymi. W celach energetycznych uprawiane są nie tylko rośliny znane człowiekowi już od dawna. Przeznaczenie ziarna do celów opałowych jest w wielu przypadkach łatwiejsze do wdrożenia niż przekonanie rolników do uprawy wieloletnich roślin energetycznych [Burczyk, 2011]. Właściciele gospodarstw rolnych posiadają wszystkie maszyny niezbędne do uprawy zbóż, w tym zbóż rzekomych, wykorzystywanych zazwyczaj jako pasza dla zwierząt lub pożywienie dla człowieka [Dresler i Niedziółka, 2002]. Wprowadzenie tego źródła na szerszą skalę jest więc stosunkowo proste do wdrożenia.

Jako zasadniczy cel pracy przyjęto zatem analizę możliwości przeznaczenia rozdrobnionych ziaren wybranych zbóż rzekomych na cele energetyczne.

Badania doświadczalne

Materiały. W pracy zbadano 3 wybrane zboża rzekome: grykę, amarantus i komosę ryżową.

Aparatura i metodyka. Badania zostały przeprowadzone w *Laboratorium Badań Rozdrabniania Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego* w Bydgoszczy. Analiza możliwości przeznaczenia wybranych zbóż rzekomych na cele energetyczne składała się z trzech części.

Pierwszy etap obejmował rozdrobnienie ziaren w młynie laboratoryjnym 6-walcowym. Ziarno zostało rozdrobnione w czterech konfiguracjach układu walców: rozdrobnienie ziaren przez komplet walców nr 1 (154 rowki na walcach), rozdrobnienie ziaren przez komplet walców nr 2 (310 rowków na walcach), rozdrobnienie ziaren przez komplet walców nr 3 (440 rowków na walcach), rozdrobnienie ziaren przez wszystkie komplety walców (1÷3).

Drugi etap stanowił pomiar wielkości oraz kształtu rozdrobnionych ziaren za pomocą urządzenia CAMSIZER zgodnie z normą [ISO 13322-2:2006] [Strzelczyk i Wawszczak, 2008; Tomporowski i in., 2013]. Rozdrobniony materiał o masie 20 g został umieszczony na podajniku, następnie wprowadzony w drgania i swobodnie opadał na pole pomiarowe, gdzie znajdowały się kamery [Bochat i in., 1998; Flizikowski i in., 2016].

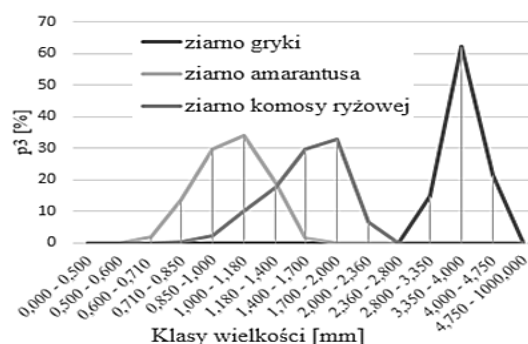
Ostatni, trzeci etap polegał na spalaniu próbek ziaren zbóż rzekomych w kalorymetrze *KL-12Mn*. Pomiar polegał na całkowitym spalaniu próbki w atmosferze tlenu pod ciśnieniem w bombie kalorymetrycznej zanurzonej w wodzie i na rejestrowaniu przyrostu temperatury tej wody. Ciepło spalania wyliczane było w sposób automatyczny. Dokładność pomiaru przyrostu temperatury jest rzędu 0,001°. Spaleniom poddawane było nierozdrobnione ziarno oraz ziarno rozdrobnione przez wszystkie komplety walców [Al-Zubiedy, 2006].

Analizę przeprowadzono w bombie kalorymetrycznej zanurzonej w wodzie, w której dokonano pomiaru przyrostu temperatury wody, po całkowitym spalaniu próbki (w atmosferze tlenu pod ciśnieniem).

Wyniki i ich analiza

Analiza przeprowadzonych procesów rozdrabniania wykazała, że najwyższym poziomem energochłonności cechowało się rozdrabnianie ziaren zbóż przez wszystkie trzy komplety walców, z kolei najmniejsze wartości poboru mocy odnotowano podczas rozdrabniania przez komplet walców nr 3 (najniższa otrzymana wartość to 0,38 kW). Najwyższą jednostkową wartość poboru mocy uzyskano dla ziarna amarantusa – 0,82 kW (wszystkie komplety walców).

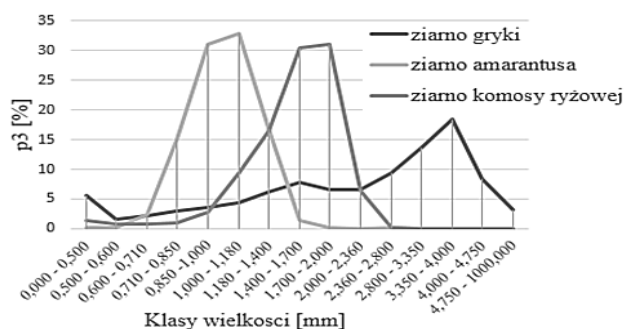
Zestawiając wyniki badań analizy granulometrycznej nierozdrobnionych ziaren zbóż rzekomych można zauważyć, że największą wielkością charakteryzowały się ziarna gryki (powyżej 2 mm), najmniejsze wymiary miały natomiast ziarna amarantusa (poniżej 1,7 mm) (Rys. 1).



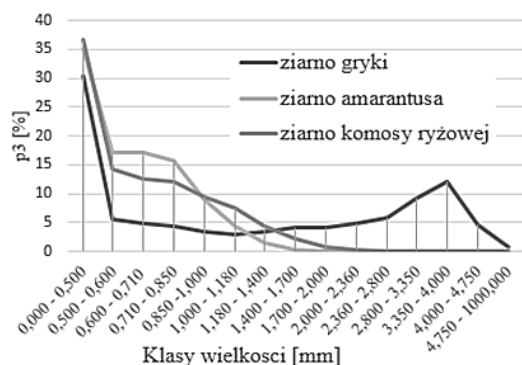
Rys. 1. Zależność klasy wielkości od względnej częstotliwości badanych nierozdrobnionych ziaren zbóż rzekomych

Najlepsze rezultaty otrzymano w wyniku rozdrabniania ziarna gryki (istotny wzrost udziału cząstek w zakresie 0,5÷2,36 mm), przez komplet walców nr 1. Ziarno komosy ryżowej i amarantusa posiadało zbyt małe wymiary w stosunku do wielkości szczeliny pomiędzy walcami młyna i nie uległo w istotnym stopniu rozdrobnieniu (rys. 2).

Komplet walców nr 2 pozwolił na dużo lepsze rozdrobnienie ziarna amarantusa i gryki w porównaniu do kompletu nr 1. W obu przypadkach odnotowano zwiększenie udziału cząstek o wielkości od 0,5 do 1 mm. W odniesieniu do wszystkich rodzajów zbóż, w dużym stopniu zwiększyła się jednak frakcja cząstek pylistych (Rys. 3).

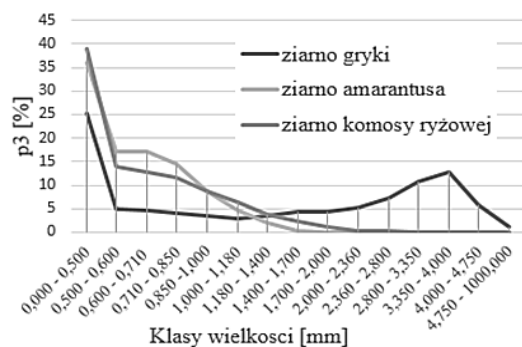


Rys. 2. Zależność klasy wielkości od względnej częstotliwości badanych rozdrobnionych ziaren zbóż rzekomych przez komplet walców nr 1



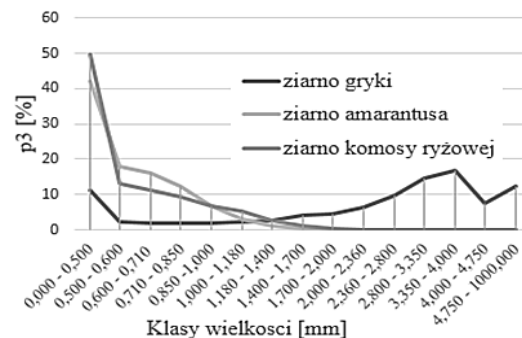
Rys. 3. Zależność klasy wielkości od względnej częstotliwości badanych rozdrobnionych ziaren zbóż rzekomych przez komplet walców nr 2

Komplet nr 3 (w porównaniu do kompletu walców nr 2) pozwolił na porównywalne rozdrobnienie ziarna amarantusa i komosy ryżowej oraz istotnie gorsze rozdrobnienie ziarna gryki (wyraźny spadek udziału cząstek w zakresie 0,5÷2,36 mm). W przypadku komosy ryżowej oraz gryki zwiększył się także udział cząstek pylistych (w porównaniu do kompletu nr 2) (Rys. 4).



Rys. 4. Zależność klasy wielkości od względnej częstotliwości badanych rozdrobnionych ziaren zbóż rzekomych przez komplet walców nr 3

Zastosowanie wszystkich trzech kompletów walców pozwoliło na nieco lepsze rozdrobnienie ziarna amarantusa i komosy ryżowej w porównaniu do rozdrabniania na pojedynczych parach walców (komplet 1, 2 i 3). Ziarno gryki rozdrobniło się w najmniejszym stopniu w porównaniu do wcześniej rozpatrywanych konfiguracji walców. Jego najlepszy stopień rozdrobnienia otrzymano podczas zastosowania kompletu walców nr 2 (Rys. 5).



Rys. 5. Zależność klasy wielkości od względnej częstotliwości badanych rozdrobnionych ziaren zbóż rzekomych przez wszystkie komplety walców

Dla wszystkich zbóż, najwyższą wartość ciepła spalania otrzymano dla ziarna rozdrobnionego przez wszystkie komplety walców. Wśród nich najlepsze rezultaty uzyskano w przypadku amarantusa: 17167 J/g. Najniższą wartość, czyli 16200 J/g otrzymano podczas spalania próbki nierozdrobnionych ziaren komosy ryżowej (Tab. 1). Na podstawie zestawionych wyników wartości ciepła spalania można stwierdzić, że rozdrobnienie ziarna zbóż rzekomych wpływa na zwiększenie ich wartości opałowej.

Tab. 1. Zestawienie wartości ciepła spalania badanych ziaren zbóż rzekomych

Zboże rzekome	Rodzaj ziarna	Ciepło spalania [J/g]	Rodzaj ziarna	Ciepło spalania [J/g]
Gryka	nierozdrobnione	15649	rozdrobione przez wszystkie komplety walców (1÷3)	16310
Amarantus		16853		17167
Komosa ryżowa		16200		16290

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzono analizę możliwości wykorzystania rozdrobnionych ziaren wybranych zbóż rzekomych (gryki, amarantusa i komosy ryżowej) na cele energetyczne. Badania potwierdziły że ziarna ocenianych zbóż posiadają korzystne wartości opałowe, a rozdrabnianie ziarniaków wpływa na ich wartość energetyczną.

Najwyższy poziom poboru mocy podczas procesu rozdrabniania uzyskano w trakcie podziału ziaren zbóż przez wszystkie komplety walców. Najwyższą wartość jednostkową uzyskano dla ziarna amarantusa (0,82 kW). Natomiast najmniejszym poziomem energochłonności charakteryzowało się rozdrabnianie ziarna przez komplet walców nr 3 (najniższa otrzymana wartość wyniosła 0,38 kW).

Wyniki analizy granulometrycznej pokazały, iż najlepsze rozdrobnienie uzyskuje się w przypadku ziaren gryki przy wykorzystaniu kompletu walców nr 2. Zastosowanie wszystkich trzech kompletów walców pozwoliło na nieco lepsze rozdrobnienie ziarna amarantusa i komosy ryżowej w porównaniu do rozdrabniania na pojedynczych parach walców.

Biorąc pod uwagę wartości ciepła spalania wybranych nierozdrobnionych ziaren zbóż rzekomych najwyższą wartość uzyskano dla amarantusa – 16853 J/g, a najniższą dla gryki – 15649 J/g.

W przypadku rozdrobnionych ziaren najwyższą wartość ciepła spalania otrzymano również dla amarantusa (17167 J/g), a najniższą – dla ziaren komosy ryżowej (16290 J/g). Rozdrabnianie ziaren zbóż rzekomych podwyższyło ich wartość opałową.

Najwyższa wartość opałowa otrzymana podczas badań spalania ziaren zbóż rzekomych (17167 J/g) wahała się w granicach 59÷91% wartości energetycznej węgla kamiennego (18800÷29300 J/g [Popczyk, 2011]), powszechnie stosowanego źródła konwencjonalnego.

LITERATURA

Inż.-Zubiedy A., (2006). *Rozdrabniacze wielotarcowe: badania i stabilizacja produktu*. Wyd. Pol. Częstochowskiej, Częstochowa

Bochat A., Bogusz M., Kalwaj J., (1998). *Kierunki rozwoju rozdrabniaczy bijakowych ziarna zbóż*. Konf. Naukowo-Techniczna MUPS, Politechnika Białostocka, Białystok

Burczyk H., (2011). Przydatność zbóż na potrzeby produkcji energii odnawialnej w świetle wyników doświadczeń. *Probl. Inż. Roln.*, 19(2), 43-51

Dreszer K.A., Niedziółka I.J., (2002). *Energetyka rolnictwa – wybrane zagadnienia*. Wyd. Akad. Rolniczej, Lublin

Flizikowski J., Tomporowski A., Macko M., Mroziński A. (red.), (2016). *Inżynieria rozdrabniania biomasy*. Wyd. UTP, Bydgoszcz

Gęsiński K., (2012). *Biologiczne i agrotechniczno-użytkowe uwarunkowania uprawy komosy ryżowej*. Wyd. UTP, Bydgoszcz

ISO 13322-2:2006 (2006). *Particle size analysis – Image analysis methods – Part 2: Dynamic image analysis methods*

Popczyk J., (2011). *Energetyka alternatywna*. Wyd. Dolnośląskiej Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Techniki, Polkowice

Strzelczyk F., Wawszczak A., (2008). Efektywność biomasy, jako paliwa energetycznego. *Rynek Energii*, (5), 51-57

Tomporowski A., Opielak M., Piasecka I., Jankowski M., (2013). Analiza nierównomierności rozdrabniania biomasy : Część II. Badania maszynowe. *Inż. Ap. Chem.*, 52(2), 44-46

Tytko R., (2010). *Odnawialne źródła energii: wybrane zagadnienia*. OWG, Warszawa