

WPŁYW STOPNIA ROZDROBNIENIA ZIARNA PSZENICY NA EFEKTYWNOŚĆ GRANULOWANIA MIESZANKI PEŁNODAWKOWEJ DLA BROJLERÓW. CZĘŚĆ 1.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań oddziaływania średniego wymiaru cząstek śruty pszennej na parametry charakteryzujące proces granulowania mieszanki DKA-Grower. Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym wyposażonym w wytwornicę pary typ LW 69, prototypowy kondycjoner łopatkowy oraz granulator firmy Amandus Kahl typ L-175. W pierwszej części pracy wyznaczono nakłady energii cieplnej i elektrycznej ponoszone w procesie granulowania.

Słowa kluczowe: granulowanie, energochłonność, rozdrobnienie pszenicy, mieszanka DKA-G

Wykaz symboli i oznaczeń

d_{sr} - średni wymiar cząstek śruty pszennej, mm
E - ilość energii cieplnej zużytej podczas kondycjonowania, kJ
 E_c - jednostkowe nakłady energii cieplnej, kJkg^{-1}
 E_p - jednostkowe nakłady energii prasowania, kJkg^{-1}
 E_g - jednostkowe całkowite nakłady energii granulowania, kJkg^{-1}
 m_g - masa wyprodukowanego granulatu, kg
 m_s - masa śruty wychodzącej z kondycjonera, kg
P - pobór mocy, kW
 W_s - wilgotność materiału po kondycjonowaniu parowym, %
Z - ilość pary zużytej podczas kondycjonowania, kg
 Z_p - jednostkowe zapotrzebowanie na parę podczas kondycjonowania, kgMg^{-1}
t - czas pomiaru, s.

Wprowadzenie

Rozdrabnianie surowców paszowych wymagane jest zarówno ze względu na wzrost współczynnika strawności pasz, jak też właściwy przebieg procesów ich „uszlachetniania”. Kontrola składu granulometrycznego surowców poddawanych granulowaniu może przyczynić się do wyeliminowania wielu problemów natury technologicznej. Ogólnie przyjmuje się, że wymiar cząstek mieszanki powinien mieścić się poniżej połowy średnicy otworów matrycy. Według innych wymagań, powinien być spełniony warunek przesiewu 100% materiału przez sito ustalone dla danej mieszanki [1]. Następstwem niewłaściwego rozdrobnienia jest zarówno wzrost energochłonności procesu, jak też znaczne pogorszenie jakości gotowego produktu [2]. Według Reimer'a [3], wkład rozdrobnienia w jakość granulatu wynosi 20%. Pozostałe czynniki to: skład surowcowy mieszanki - 40%, kondycjonowanie - 20%, parametry matrycy - 15% oraz chłodzenie granulatu - 5%.

Z jednej strony, duże rozdrobnienie wiąże się z ponoszeniem zwiększonych nakładów energetycznych podczas samego procesu rozdrabniania. Z drugiej zaś, nadmierna obecność cząstek o dużych rozmiarach prowadzi do otrzymywania granulatu o niskiej jakości. Duże cząstki, lub też całe ziarna, ze względu na swój rozmiar nie ulegają obróbce hydrotermicznej w takim stopniu jak mączka. W konsekwencji podczas chłodzenia i suszenia występuje nierównomierny skurcz, co

najczęściej prowadzi do powstawania pęknięć. Obecność dużych cząstek przyczynia się również do tworzenia naturalnego punktu przełomu. Następstwem tego jest zwiększona ilość przesiewów kierowanych ponownie do granulatora, co skutkuje obniżeniem wydajności całej linii granulowania.

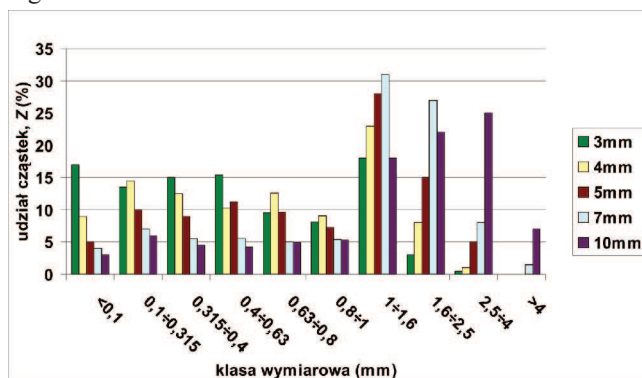
Pszenica stanowi cenny składnik pasz stosowanych w żywieniu wszystkich gatunków zwierząt, a zwłaszcza drobiu. W szczególności w mieszankach dla brojlerów, jej zawartość w niektórych przypadkach może wynosić ponad 70% wagowych [4]. W związku z tym, większościowy udział pszenicy decyduje w dużej mierze o właściwościach fizycznych zarówno materiału sypkiego, jak też zaglomerowanego. Przykładowo, w badaniach Stevens'a [5] redukcja średniego wymiaru cząstek śruty kukurydzianej z 1,02 do 0,55 mm, jak też śruty pszennej z 0,80 do 0,36 mm nie spowodowała istotnej zmiany jakości granulatu otrzymanego z mieszanek, w których surowce te stanowiły 72,4% udziału. Niemniej jednak w obydwu przypadkach nastąpiło zmniejszenie wydajności procesu średnio o 12%.

Z przeglądu literatury przedmiotu wynika, iż w przypadku żywienia określonych grup wiekowych brojlerów, stopień rozdrobnienia pszenicy może być ograniczony do minimum zapewniającego właściwą efektywność procesu granulowania [6]. Jednocześnie nie wpływa to negatywnie na efekty żywieniowe. Podjęto również próby częściowego zastąpienia w granulacie śruty pszenicy całym ziarnem [7]. Stąd też - mając na uwadze wysoką energochłonność rozdrabniania zbóż - należy poszukiwać minimalnego rozdrobnienia, zapewniającego jak najwyższą jakość granulatu, przy akceptowalnym poziomie energochłonności procesu granulowania, co stanowi cel niniejszej pracy.

Materiał i metodyka

Do badań wykorzystano zbilansowaną mieszankę dla brojlerów typu DKA-Grower, sporządzoną ze śruty pszennej (73% udziału) i koncentratu białkowego (27% udziału). Pszenicę (*Satyra*) wchodzącą w skład mieszanki, śrutowano w rozdrabniaczu bijakowym typu H-950 wyposażonym w sita o średnicy otworów 3, 4, 5, 7 i 10 mm. Średni wymiar cząstek pszenicy po rozdrobnieniu (moduł rozdrobnienia) wyznaczono na podstawie znajomości składu granulometrycznego śruty

(rys. 1), określonego zgodnie z PN-89/R-64798. Wartość modułu rozdrobnienia w odniesieniu do wyżej wymienionych sit wynosiła odpowiednio: 0,63; 0,82; 1,11; 1,45 i 1,96 mm. Po rozdrobnieniu materiał badawczy doprowadzono do stałej wilgotności 12%.



Rys. 1. Skład granulometryczny rozdrobnionej pszenicy (Z) dla różnych wielkości otworów sit rozdrabniacza

Fig. 1. Particle size distribution of ground wheat (Z) at various hammer mill screen sizes

Całość badań przeprowadzono na stanowisku pomiarowym wyposażonym w wytwornicę pary typ LW 69, kondycjoner łopatkowy, granulator firmy Amandus Kahl typ L-175 (matryca o średnicy otworów 5 mm i grubości 30 mm) oraz komputerowe układy pomiaru zużycia pary, ciepła i energii elektrycznej. Szczegółowy opis wyposażenia stanowiska wraz z metodyką określania zużycia pary, ciepła i nakładów energii elektrycznej przedstawiono w pracy [8].

Proces granulowania prowadzono z zastosowaniem kondycjonowania parowego. Badane surowce przed prasowaniem doprowadzono do temperatury 80°C z dokładnością do 0,5°C. Wymaganą temperaturę materiału, na wyjściu z kondycjonera, uzyskiwano poprzez obróbkę parą wodną o ciśnieniu 400 kPa. Założony poziom temperatury w zależności od rodzaju materiału badawczego, ustalano poprzez regulację natężenia dopływu pary do kondycjonera. Badania wilgotności materiału po kondycjonowaniu parowym przeprowadzono metodą suszarkową zgodnie z PN-93/A-74012.

Jednostkowe zapotrzebowanie na parę w procesie kondycjonowania określono obliczając iloraz ilości zużytej pary oraz masy śruty wychodzącej z kondycjonera, otrzymanych w jednakowym przedziale czasu według wzoru:

$$Z_p = \frac{Z}{m_s} \cdot 100 \text{ (kg} \cdot \text{Mg}^{-1}\text{)}.$$

Jednostkowe nakłady energii cieplnej w procesie kondycjonowania obliczono z ilorazu ilości zużytego ciepła oraz masy śruty wychodzącej z kondycjonera, otrzymanych w jednakowym przedziale czasu według wzoru:

$$E_c = \frac{E}{m_s} \text{ (kJ} \cdot \text{kg}^{-1}\text{)}.$$

W celu określenia energochłonności jednostkowej prasowania (energia elektryczna) wyznaczano wartość pracy wykonanej przez granulator w tym samym przedziale czasowym, w którym badano jego wydajność. Energochłonność obliczono według wzoru:

$$E_p = \frac{\int_{t_1}^{t_2} P(t) dt}{m_g} \text{ (kJ} \cdot \text{kg}^{-1}\text{)}.$$

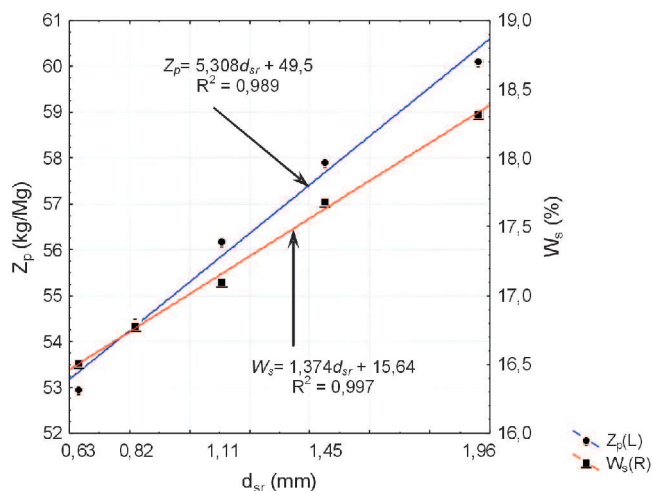
Energochłonność całkowitą granulowania wyznaczono jako sumę jednostkowych nakładów energii cieplnej i energii prasowania (elektrycznej) według wzoru:

$$E_g = E_c + E_p \text{ (kJ} \cdot \text{kg}^{-1}\text{)}.$$

Wyniki badań

Wyniki badań składu granulometrycznego śruty pszenicy, uzyskanej w wyniku stosowania różnych średnic otworów sit rozdrabniacza, przedstawiono na rys. 1. Uzyskane dane wskazują, że zastosowanie założonych średnic otworów sit pozwoliło na uzyskanie śrut o bardzo zróżnicowanym składzie granulometrycznym.

Średnie wyniki badań zużycia pary oraz wilgotności materiału po kondycjonowaniu, w zależności od stopnia rozdrobnienia pszenicy, przedstawiono na rys. 2. Otrzymane dane wskazują, że wzrost wymiaru cząstek śruty pszennej powoduje konieczność zwiększania ilości pary doprowadzanej do kondycjonera. Osiągnięcie zakładanej wartości temperatury materiału po wyjściu z urządzenia (80°C), wiąże się ze zużyciem pary zawartym w przedziale od 52,97 do 60,13 kg/Mg. Najniższą wartość jednostkowego zużycia pary odnotowano dla śruty o najmniejszym średnim wymiarze cząstek (0,63 mm). Podobny charakter zmian otrzymano również dla wilgotności materiału po kondycjonowaniu. W tym przypadku średnie wartości wahają się w przedziale od 16,51 do 18,32%. Z praktycznego punktu widzenia - osiągnięty zakres wilgotności materiału po kondycjonowaniu - umożliwił prawidłowe przeprowadzenie procesu granulowania w całym badanym przedziale rozdrobnienia pszenicy.

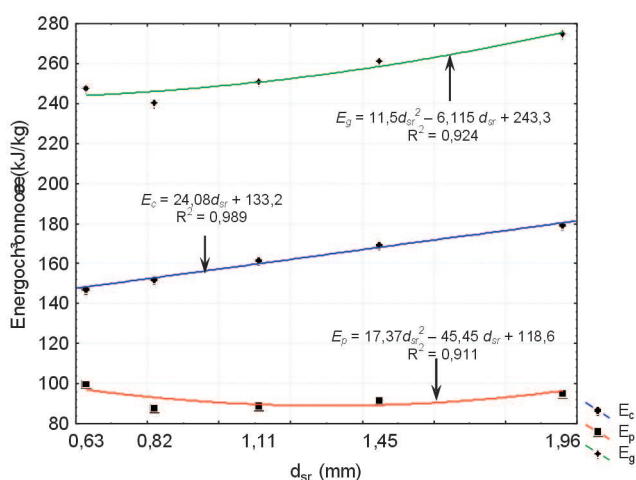


Rys. 2. Zależność zużycia pary (Z_p) i wilgotności materiału po kondycjonowaniu (W_s) od średniego wymiaru cząstek śruty pszennej w mieszance (d_{sr})

Fig. 2. Dependence of steam consumption (Z_p) and moisture of raw material after conditioning on average particle size of grinding wheat in diet (d_{sr})

Wyniki badań nakładów różnych rodzajów energii, ponoszonych w procesie granulowania badanej mieszanki DKA-Grower, zobrazowano na rys. 3. Jak wynika z otrzymanych danych, wraz ze wzrostem średniego wymiaru cząstek śruty pszennej, zwiększa się zużycie energii cieplnej na jednostkę produktu, przy czym zależność ta przyjmuje charakter liniowy. Uzyskane wartości zawierają się w przedziale od 147,6 do 179,2 kJ/kg. Najniższą energochłonnością (analogicznie do zużycia pary) charakteryzuje się mieszanka zawierająca w swoim składzie śrutę pszeną o największym rozdrobnieniu. Z kolei jednostkowe nakłady energii

prasowania mieszczą się w przedziale od 88,25 do 100,14 kJ/kg. W tym przypadku największa wartość parametru odnosi się do śruty o najmniejszym średnim wymiarze cząstek (0,63 mm). Taki stan rzeczy wynika zapewne ze znacznej zawartości frakcji pylistej w tym materiale (rys. 1), która w zetknięciu z parą tworzy maź wywołującą poślizg rolek wytłaczających. Nie bez znaczenia jest również w tym przypadku uzyskiwanie przez materiał poddawany prasowaniu najniższej wilgotności po kondycjonowaniu (rys. 1). Natomiast minimalną wartość energochłonności prasowania uzyskano dla śruty o $d_{sr} = 0,82$ mm, otrzymanej w wyniku rozdrabniania pszenicy z wykorzystaniem sita o średnicy otworów 4 mm. Warto również odnotować, iż w przypadku skrajnych wartości rozdrobnień (tj. $d_{sr} = 0,63$ i $d_{sr} = 1,96$ mm) wartość energochłonności prasowania pozostaje na porównywalnym poziomie. W przypadku małego stopnia rozdrobnienia ($d_{sr} = 1,96$ mm), wynika to zapewne z wyższej wilgotności materiału po kondycjonowaniu, co pozwala uzyskać energochłonność prasowania porównywalną z tą odniesioną do $d_{sr} = 0,63$.



Rys. 3. Zależność jednostkowych nakładów energii cieplnej (E_g), prasowania (E_p) i całkowitej granulowania (E_g) od średniego wymiaru cząstek śruty pszennej w mieszance (d_{sr})

Fig. 3. Dependence of individual thermal energy expenditures, pressing energy expenditures (E_p) and pelleting energy expenditures on average particle size of grinding wheat in diet (d_{sr})

Na rys. 3 przedstawiono również wyniki badań całkowitego zapotrzebowania na energię granulowania (suma energii elektrycznej prasowania i energii cieplnej zapotrzebowanej pod postacią pary). Wartości analizowanego parametru wahają się w przedziale od 240,4 do 274,6 kJ/kg. Stwierdzono, iż minimalna całkowita energochłonność granulowania - tak jak w przypadku energii prasowania - występuje podczas przerobu mieszanki zawierającej śrutę pszenicy o $d_{sr} = 0,82$ mm, przy czym w odniesieniu do rozdrobnień z zakresu (d_{sr} od 0,63 do 0,82 mm), wraz ze

zmniejszaniem się stopnia rozdrobnienia pszenicy, zmniejsza się również wartość całkowitych jednostkowych nakładów energii granulowania. Natomiast w zakresie d_{sr} od 0,82 do 1,96 mm następuje wzrost energochłonności całkowitej granulowania.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można przedstawić następujące wnioski:

1. Zużycie pary i ciepła zwiększa się wprost proporcjonalnie do wzrostu średniego wymiaru cząstek śruty pszennej zawartej w mieszankach poddawanych obróbce hydrotermicznej. Średnia wartość wzrostu zapotrzebowania na energię cieplną pod postacią pary wynosi 21% (dla d_{sr} w zakresie od 0,63 do 1,96 mm).
2. Średni przyrost wilgotności mieszanki podczas kondycjonowania, przypadający na jednostkę stopnia rozdrobnienia pszenicy, wynosi 1,37 punktu procentowego.
3. Jednostkowe nakłady energii prasowania przyjmują najniższe wartości dla mieszank utworzonych na bazie pszenicy o $d_{sr} = 0,82$ mm i $d_{sr} = 0,11$ mm (brak statystycznie istotnych różnic między wartościami E_p).
4. Energochłonność całkowita granulowania zmniejsza się w przedziale d_{sr} od 0,63 do 0,82 mm, przyjmując dla wartości 0,82 mm minimalny poziom wartości (śruta otrzymana w wyniku stosowania sit o średnicy otworów 4 mm). Natomiast dalsze zwiększanie średniego wymiaru cząstek śruty pszennej prowadzi do wzrostu wartości analizowanego parametru (przeciętnie o 15% dla d_{sr} w zakresie od 0,82 do 1,96 mm).

Bibliografia

- [1] Laskowski J.: Studia nad procesem granulowania mieszank paszowych. Praca habilitacyjna. Wydawnictwo AR Lublin, 1989.
- [2] Kulig R.: Wpływ stopnia rozdrobnienia wybranych surowców roślinnych na właściwości fizyczne materiału przetworzonego w procesie granulowania. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2010, Vol. 55(1), 59-62.
- [3] Reimer, L.: Conditioning. Proc. Northern Crops Institute Feed Mill Management and Feed Manufacturing Technol. Short Course, p. 7. California Pellet Mill Co. Crawfordville, IN, 1992.
- [4] Jamroz D., Podkówa W., Chachułowa J.: Żywność zwierząt i paszoznawstwo. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001.
- [5] Stevens C.A.: Starch gelatinization and the influence of particle size, steam pressure and die speed on the pelleting process. PhD thesis, Kansas State Univ., USA, 1987.
- [6] Abdollahia M.R., Ravindrana V., Svihus B.: Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. Animal Feed Science and Technology, 2013, Volume 179, 1-23.
- [7] Svihus B.: Norwegian poultry industry converts to whole grain pellets. World Poultry Elsevier, 2001, Volume 17, No 12, 20-21.
- [8] Kulig R., Laskowski J.: Pomiary zużycia pary wodnej w procesie kondycjonowania surowców i mieszank paszowych. Inżynieria Rolnicza, 2002, 4 (24), 134-141.

INFLUENCE OF RATE OF WHEAT GRINDING ON EFFICIENCY OF THE PELLETING OF BROILER DIETS. PART 1.

Summary

The paper presents results of the study on the influence of average of particle size of wheat on pelleting parameters of DKA-Grower diets. The experiment was performed on a test stand equipped with an LW 69 steam generator, a blade conditioner, a Kahl L-175 pellet mill. Heat and electrical energy consumption were evaluated.

Key words: pelleting, energy consumption, grinding of wheat, DKA-Grower diets