

WPLYW STOPNIA ROZDROBNIENIA ZIARNA PSZENICY NA EFEKTYWNOŚĆ GRANULOWANIA MIESZANKI PEŁNODAWKOWEJ DLA BROJLERÓW. CZĘŚĆ 2.

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 typu LW 69, prototypowy kondycjoner łopatkowy oraz granulator firmy Amandus Kahl typ L-175. W drugiej części artykułu pominięto rozdział Wprowadzenie do podjętej tematyki badawczej oraz rozdział Materiał i metodyka w części stanowiącej opis przygotowania surowca do badań i opis stanowiska badawczego. W niniejszej części w szczególności wyznaczono właściwości fizyczne granulatu, charakteryzujące przebieg procesu oraz jakość gotowego produktu. Zaprezentowana w całości praca stanowi kontynuację wieloletnich badań prowadzonych w Katedrze Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego UP w Lublinie, dotyczących oddziaływania właściwości fizykochemicznych surowców biologicznych oraz parametrów techniczno-technologicznych na procesy granulowania (pelletowania) i zagęszczania.

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

Wykaz symboli i oznaczeń

C_r - zawartość cząstek rozkruszonych w granulacie, (%)
 d_{sr} - średni wymiar cząstek śruty pszennej, (mm)
 F_n - maksymalna siła niszcząca granulę, (N)
 G_g - gęstość granulatu w stanie zsypanym, ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
 H_p - twardość granulatu, ($\text{N}\cdot\text{cm}^{-1}$)
 l - długość granuli, (cm)
 m_g - masa wyprodukowanego granulatu, (kg)

m_o - masa granulatu po odsianiu cząstek rozkruszonych, (g)
 m_p - masa granulatu przed odsiewaniem cząstek rozkruszonych, (g)
 m_m - masa naczynia pomiarowego z badanym materiałem, (kg)
 m_n - masa naczynia pomiarowego, (kg)
 P_{D1} - wytrzymałość kinetyczna granulatu, (%)
 T_g - temperatura granulatu, ($^{\circ}\text{C}$)
 V_k - pojemność naczynia pomiarowego, (m^3)

Metodyka badań

W odniesieniu do granulatu wychodzącego z matrycy określono jego temperaturę oraz procentową zawartość cząstek rozkruszonych w produkcie. Znajomość wartości tych parametrów pozwala na ocenę prawidłowości przebiegu procesu produkcyjnego. Temperaturę granulatu mierzono za pomocą termometru laboratoryjnego z dokładnością do $0,5^{\circ}\text{C}$. Otrzymany produkt bezpośrednio po wyjściu z zespołu prasującego pobierano do naczynia z izolacją cieplną, w którym umieszczano termometr. Natomiast w przypadku badań zawartości cząstek rozkruszonych, z wysuszonego i ochłodzonego granulatu odważano 500 g próbkę, którą następnie przesiewano na sicie o wymiarze oczek mniejszym o 1 mm od średnicy otrzymywanych granul. Z kolei ważono odsiany granul na wadze typu WPE 300 z dokładnością do 10^{-1}g i wyznaczano procentowy udział cząstek rozkruszonych w otrzymanym granulacie według wzoru:

$$C_r = \frac{m_p - m_o}{m_p} \cdot 100 \text{ (}\%).$$

Wyznaczono cechy wytrzymałościowe otrzymanego granulatu istotne z punktu widzenia jego transportu oraz przechowywania w silosach. Badania wytrzymałości kinetycznej granulatu, po czasie 30 minut od jego wytworzenia, przeprowadzono według PNR64834/98 na testerze Pfost'a. Natomiast pomiary twardości granulatu przeprowadzono przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Zwick Z020/TN2S w zakresie obciążeń 0-500 N. Pojedyncze granule, po uprzednim

zmierzeniu długości z dokładnością do 10^{-1} mm , umieszczano poziomo na nieruchomym stoliku i zginiatano za pomocą poruszającej się ze stałą prędkością (10 mm/min) głowicy pomiarowej. Pomiar prowadzono do momentu osiągnięcia maksymalnej wartości siły, której przekroczenie niszczy granulę. Znajomość wartości siły niszczącej oraz długości granulatu pozwoliła na wyznaczenie jego twardości według wzoru:

$$H_p = \frac{F_n}{l} \text{ (}\text{N}\cdot\text{cm}^{-1}\text{)}.$$

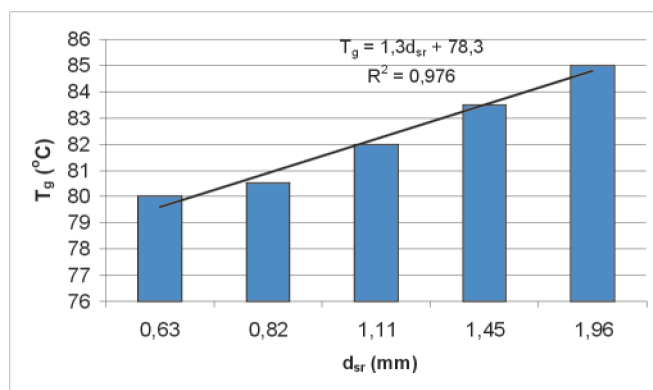
Określono również gęstość granulatu w stanie zsypanym zgodnie z PN-ISO 7971-2:1998. W tym celu dokonano pomiaru masy badanego materiału (na wadze typu WPE 2000 z dokładnością do $\pm 10^{-1}\text{g}$) zsypany swobodnie do cylindrycznego pojemnika o stałej objętości 1 dm^3 . Na podstawie tak przeprowadzonych pomiarów gęstość granulatu w stanie zsypanym obliczano z wzoru:

$$G_g = \frac{m_m - m_n}{V_K} \text{ (}\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}\text{)}.$$

Wyniki badań

Wyniki badań temperatury granulatu po wyjściu z matrycy, w zależności od średniego wymiaru cząstek śruty pszennej w mieszance, przedstawiono na rys. 1. Wielkość tego parametru pozwala pośrednio ocenić efektywność energetyczną procesu granulowania. Wartość jego przyrostu, w stosunku do

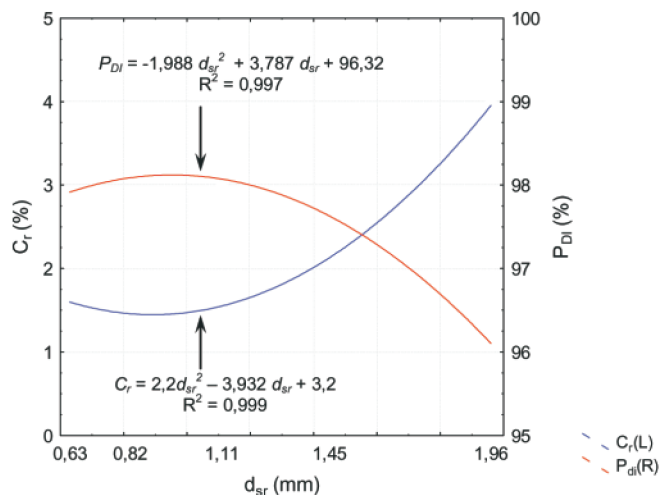
temperatury materiału wychodzącego z kondycjonera, informuje o sili tarcia występującego między materiałem a ściankami kanałów matrycy. Z danych literaturowych wynika, że w przypadku granulowania z wykorzystaniem kondycjonowania parowego, przyrost ten nie powinien być większy niż 6°C, a najlepiej jest gdy nie przekracza 3°C [4]. Wyższa wartość informuje o tym, że proces jest niewłaściwie prowadzony i zbyt duża ilość energii zużytej na prasowanie materiału transformowana jest bezużytecznie na ciepło powstające w wyniku tarcia. Przy czym zakres zmian temperatury otrzymywanego granulatu zależy zarówno od właściwości fizykochemicznych przerabianych materiałów [1, 2], jak też wartości stosowanych parametrów techniczno-technologicznego procesu [5]. W tym kontekście znaczącą rolę odgrywa właśnie stopień rozdrobnienia i nawilżenia surowca oraz grubość stosowanej matrycy. W niniejszych badaniach uzyskane wartości temperatury granulatu zawierają się w przedziale od 80 do 85°C. W przypadku stosowania w mieszance pszenicy o $d_{sr}=0,63$ mm i 0,82 mm przyrost temperatury w stosunku do temperatury materiału po kondycjonowaniu (800,5°C) jest praktycznie niezauważalny i mieści się w granicach błęd pomiarowego. Również w pozostałych przypadkach, wyznaczony przyrost temperatury mieści się w akceptowalnym przedziale.



Rys. 1. Zależność temperatury granulatu po wyjściu z matrycy (T_g) od średniego wymiaru cząstek śruty pszennej w mieszance (d_{sr})

Fig. 1. Dependence of pellet temperature after exit from die (T_g) on average size of grinding grain of wheat particles in diet (d_{sr})

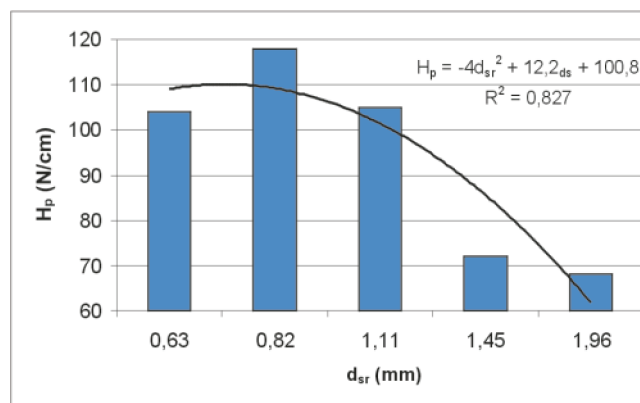
Średnie wyniki badań zawartości cząstek rozkruszonych w granulacie po wyjściu z matrycy oraz wytrzymałości kinetycznej granulatu przedstawiono na rys. 2. Otrzymane dane wskazują, że przedziale d_{sr} od 0,63 do 0,82 mm następuje zmniejszanie się udziału cząstek rozkruszonych w granulacie oraz zwiększanie jego wytrzymałości. Natomiast w przedziale d_{sr} od 0,82 do 1,96 sytuacja jest odwrotna i dochodzi do zwiększania wartości parametru C_r i zmniejszania wartości parametru P_{DI} . Uzyskane wartości udziału cząstek rozkruszonych w granulacie zawierają się w przedziale od 1,44 do 3,95%, a wytrzymałości kinetycznej od 96,09 do 98,09. Stwierdzono, że zarówno minimalna zawartość cząstek rozkruszonych w granulacie, jak też maksymalna wartość wytrzymałości kinetycznej granulatu, odnoszą się do mieszanki zawierającej śrutę pszenną o $d_{sr}=0,82$ mm. Należy jednak zaznaczyć, że wielkość parametru C_r w pozostałych przypadkach nie przekracza wartości 4%, co jest wartością zadawalającą i nie wpływa negatywnie na obniżenie wydajności procesu [3]. Również wytrzymałość kinetyczna granulatu w badanym przedziale zmienności d_{sr} pozostaje za każdym razem na wysokim poziomie, przekraczającym 96%.



Rys. 2. Zależność zawartości cząstek rozkruszonych w granulacie (C_r) i wytrzymałości kinetycznej granulatu (P_{DI}) od średniego wymiaru cząstek śruty pszennej w mieszance (d_{sr})

Fig. 2. Dependence of fines particles in pellet (C_r) and pellet durability index (P_{DI}) on the average size of grinding grain of wheat particles in diet (d_{sr})

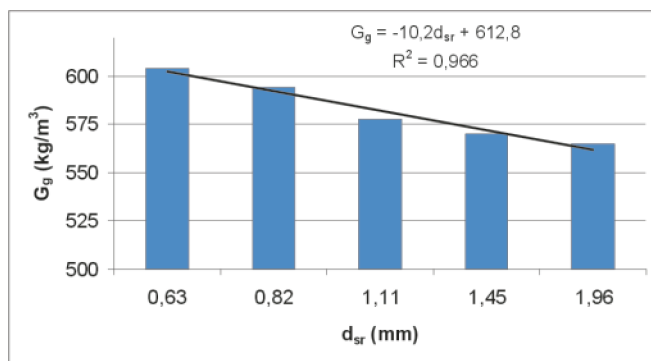
Zależność twardości granulatu od stopnia rozdrobnienia pszenicy zobrazowano na rys. 3. Uzyskane wartości parametru wahają się w zakresie od 68,2 do 118,1 N·cm⁻¹. Najwyższa wartość twardości odnosi się do $d_{sr}=0,82$ mm. Natomiast w przypadku $d_{sr}=0,63$ mm i $d_{sr}=1,11$ mm, otrzymane wielkości są porównywalne i przekraczają wartość 100 N·cm⁻¹. Dla pozostałych stopni rozdrobnienia wartość twardości znacznie spada i jest przeciętnie o -40% niższa od wartości odnotowanej dla $d_{sr}=0,82$ mm.



Rys. 3. Zależność twardości granulatu (H_p) od średniego wymiaru cząstek śruty pszennej w mieszance (d_{sr})

Fig. 3. Dependence of pellet hardness (H_p) on average size of grinding grain of wheat particles in diet (d_{sr})

Wyniki badań gęstości granulatu (rys. 4) wskazują, że zmiany wielkości parametru są odwrotnie proporcjonalne do zmian stopnia rozdrobnienia pszenicy zawartej w mieszance. Otrzymane wartości zawierają się w przedziale od 565,3 do 604,5 kg·m⁻³. Najwyższą gęstością charakteryzuje się granulak wytworzony z mieszanki zawierającej śrutę pszenną o największym stopniu rozdrobnienia. Czynnikiem decydującym o charakterze uzyskanych zmian gęstości jest przypuszczalnie wartość gęstości śruty w stanie zsypanym, która najwyższe wartości przyjmuje dla materiału o $d_{sr}=0,63$ mm i spada proporcjonalnie do zmniejszania stopnia rozdrobnienia pszenicy.



Rys. 4. Zależność gęstości granulatu (G_g) od średniego wymiaru cząstek śrutypszennej w mieszance (d_{sr})
 Fig. 4. Dependence of the pellet density (G_g) on average size of grinding grain of wheat particles in diet (d_{sr})

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można wypro-
 wadzić następujące wnioski:

1. W założonym przedziale zmienności stopnia rozdrobnienia pszenicy przyrost temperatury granulatu wychodzącego z matrycy - ponad wartość uzyskiwaną przez materiał wychodzący z kondycjonera (80°C) - nie przekracza 5°C. Tak więc w przypadku wszystkich badanych mieszanek można z powodzeniem stosować matrycę o parametrach użytych w niniejszych badaniach (stopień kompresji = 6).
2. W przyjętym zakresie badawczym, większościowy udział pszenicy w granulacie - niezależnie od stopnia jej rozdrobnienia - pozwala uzyskać produkt o wysokiej wytrzymałości kinetycznej ($P_{di} > 96\%$) oraz akceptowalnej zawar-

tości cząstek rozkruszonych w granulacie wychodzącym z matrycy (za każdym razem poniżej 4%).

3. Wykazano, że gęstość i twardość granulatu zmieniają się wraz ze zmianami stopnia rozdrobnienia pszenicy. Najniższą wartość twardości (68,2 N·cm⁻¹), jak też gęstości (565,3 kg·m⁻³), odnotowano dla surowca zawierającego śrutę pszeną o średnim wymiarze cząstek wynoszącym 1,96 mm. Średni spadek twardości (w zakresie d_{sr} od 0,82 do 1,96 mm) wynosi - 40%, a wartości gęstości (w zakresie d_{sr} od 0,63 do 1,96 mm) wynosi - 6,5%.
4. Najlepsze wyniki odnośnie efektywności procesu granulowania, zarówno ze względu na energochłonność, jak też jakość gotowego produktu, uzyskano dla mieszanki zawierającej śrutę pszeną o $d_{sr} = 0,82$ mm (śruta uzyskana w wyniku rozdrabniania pszenicy przy użyciu sit o średnicy otworów 4 mm).

Bibliografia

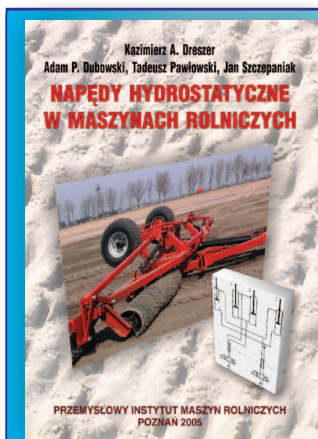
- [1] Abdollahia M.R., Ravindrana V., Svihus B.: Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science and Technology*, 2013, vol. 179, 1-23.
- [2] Briggs J.L., Maier D.E., Watkins B.A., Behnke K.C.: Effect of Ingredients and Processing Parameters on Pellet Quality. *Poultry Sci.*, 1999, 78, 1464-1471.
- [3] Kulig R.: Wpływ warunków kondycjonowania na straty wydajności w procesie granulowania materiałów roślinnych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2009, vol. 54 (2), 68-72.
- [4] MacMahon M.J., Payne J.D.: *The Pelleting Handbook*. Borregaard Lignotech, Sarpsborg Norway, 1991.
- [5] Thomas M., van Zuilichem D.J., van der Poel A.F.B.: Physical quality of pelleted animal feed. 2. Contribution of processes and its conditions. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 1997, vol. 64, 173-192.

INFLUENCE OF RATE OF WHEAT GRINDING ON EFFICIENCY OF THE PELLETING OF BROILER DIETS. PART 2.

Summary

The paper presents results of the study on the influence of average size of grinding grain of wheat particles on pelleting parameters of DKA-Grower diets. The experiment was performed on a test stand equipped with a LW 69 steam generator, a blade conditioner, a Kahl L-175 pellet mill. The chapter constituting an introduction to investigations and the chapter related to material and methodology as regards the description of preparation of material and the description of test stand were omitted. Physical properties of pellets, characterizing course of process as well as quality of finished product were evaluated. The presented work constitutes in whole the continuation of the long stand research in Department of Equipment Operation and Maintenance in the Food Industry, concerning the influence of physical and chemical properties of biological materials as well as technical and technological parameters on pelleting and compaction processes.

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



NAPĘDY HYDROSTATYCZNE W MASZYNACH ROLNICZYCH

ISBN 83-921598-2-9

Książka adresowana jest do studentów uczelni rolniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawiera wybrane zagadnienia z mechaniki płynów i właściwości cieczy roboczych, opis budowy oraz działania poszczególnych maszyn hydraulicznych. Ponadto przedstawia przykładowe urządzenia hydrauliczne w wybranych maszynach rolniczych, a także diagnostykę układów hydraulicznych.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych

60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31

tel. +48 61 87 12 200; fax + 48 61 879 32 62;

e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>