

Kazimierz ZAWIŚLAK¹, Paweł SOBCZAK¹, Marian PANASIEWICZ¹, Jacek MAZUR¹,
Rafał NADULSKI¹, Agnieszka STAREK²

¹) Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

²) Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wpływ wielkości frakcji otrąb pszennych na jakość granulatu

Streszczenie

W prezentowanych badaniach przedstawiono charakterystykę otrąb pszennych, jako materiału służącego do wytwarzania tabletek lub granul. Otręby pszenne są naturalnym środkiem leczniczym, ponieważ absorbują z organizmu substancje szkodliwe i wspomagają ich wydalanie, zapobiegają chorobom nowotworowym jelita grubego, przeciwdziałają rakowi sutka itp. Regularne spożycie otrąb może zapobiegać otyłości, gdyż ich obecność w diecie zwiększa objętość pokarmu, nadaje uczucie sytości i reguluje pracę układu pokarmowego. Stąd diety bogate w otręby mogą być stosowane w kuracjach odchudzających. Otręby pszenne rozdzielono na trzy frakcje, a następnie przeprowadzono proces tabletkowania i wyłaczania w komorze otwartej. Uzyskane produkty w formie tabletek i granul poddano ocenie na odporność na ściskanie. Wyniki badań wykazały, że trwałość granul zależy od stopnia rozdrobnienia otrąb i rodzaju komory użytej do zagęszczania.

Słowa kluczowe otręby pszenne, tabletkowanie, granulowanie

Effect of fractions of wheat bran on the quality of the granules

Summary

The paper presents the characteristics of wheat bran as the raw material for the manufacture of tablets or granules. Wheat bran is a natural therapeutic agent because they absorb harmful substances from the body and support their excretion, prevent cancer of the colon, prevent breast cancer, etc. Regular consumption of bran may prevent obesity since their presence in the diet increases the volume of food, gives a feeling of satiety and regulate the activity of gastrointestinal tract. Thus, a diet rich in bran can be used in slimming treatments. Wheat bran was separated into three fractions, followed by the compression and extrusion in the open chamber. The resulting products in the form of tablets and granules were evaluated for resistance to compression. The results showed that the stability of the granules depends on the degree of fragmentation and cell type used for compaction.

Key words: wheat bran, tableting, pelleting

Wprowadzenie

Granulowanie jest formą procesu ciśnieniowej aglomeracji surowców roślinnych, w którym sypki materiał pod działaniem sił zewnętrznych i wewnętrznych ulega zagęszczeniu, a otrzymany produkt uzyskuje określoną, stałą formę. Podczas zagęszczania, w procesie wysokociśnieniowej aglomeracji, z rozdrobnionego sypkiego materiału roślinnego otrzymujemy trwały produkt w postaci granulatu lub brykietów (Grochowicz, 1996; Hejft, 2002; Kulig i Laskowski, 2006).

Granulowanie jako proces technologiczny jest bardzo skomplikowany, ponieważ składa się z szeregu jednostkowych operacji takich jak: kondycjonowanie, wyłaczanie, chłodzenie granulatu, kruszenie i sortowanie. Wszystkie powyższe etapy produkcji mają na celu osiągnięcie produktu o odpowiedniej twardości, odporności na kruszenie i rozbijanie (Grochowicz, 1996; Hejft, 2002; Skonecki, 2004).

Dobra jakość granulatu zależy od znacznej liczby czynników (Thomas, van der Poel, 1996), które dzielą się na czynniki związane z surowcami oraz urządzeniami stosowanymi w procesie wyłaczania. Właściwości fizyczne i chemiczne

surowców stanowią o jego podatności na granulowanie. Dobra podatność oznacza, że materiał zagęszcza się przy mniejszych nakładach energii, a uzyskany granul ma odpowiednią trwałość. Zdolność surowców do aglomerowania zależy również od wilgotności, temperatury, składu granulometrycznego, współczynnika tarcia wewnętrznego, sypkości itp. Ponadto skład chemiczny, a głównie zawartość białka, skrobi, włókna i tłuszczu istotnie wpływa na przebieg procesu i jakość granulatu, ponieważ substancje te w wyniku wysokiej temperatury, ciśnienia i wilgotności ulegają różnorodnym przemianom fizyko - chemicznym (Grochowicz, 1996; Kulig i Laskowski, 2006; Nielsen 1994).

W procesie produkcji zwierzęcej zastosowanie granulatu paszowego ma bardzo korzystne znaczenie w porównaniu do stosowania pasz sypkich. Zastosowanie pasz aglomerowanych zwiększa wydajność pracy przy obsłudze zwierząt nawet pięciokrotnie (Ekielski, 1987). Jak podaje Ekielski, dzięki eliminacji opakowań następuje szybki zwrot kosztów inwestycji poczynionych na maszyny do granulowania. Poza tym magazynowanie granulatu bez opakowania w przeciwieństwie do pasz sypkich nie grozi samozapłonem.

Kolejną zaletą granulowanych pasz jest możliwość wzbogacania ich w elementy odżywcze (antybiotyki i mikroelementy) przy jednoczesnym uzyskaniu równomiernego rozmieszczenia tych elementów w masie paszowej. Dodatkowo straty w zawartości witamin spowodowane magazynowaniem paszy są znacznie mniejsze w przypadku granulatu niż w paszach sypkich. Dzięki żywieniu zwierząt paszami aglomerowanymi następuje zwiększenie przyrostu ich masy średnio od 10% do 30% w porównaniu z żywieniem paszami sypkimi (Laskowski, 1989).

Hejft (2002) podkreśla, że rozpuszczone i rozluźnione związki ligninowe obecne we włóknie zwiększają oddziaływanie sił spójności podczas aglomeracji. Ligniny są bardziej podatne na oddziaływanie wysokich temperatur niż ma to miejsce w przypadku skrobi i białka. W konsekwencji granulę z dużym udziałem włókna charakteryzują się wysoką wytrzymałością kinetyczną (Kulig i Laskowski, 2006a).

Jednym z podstawowych wymagań stawianych surowcom w procesie granulowania jest ich właściwe rozdrobnienie. Szereg autorów wskazuje, że do granulowania najlepiej nadają się surowce o rozdrobnieniu drobnym i średnim, co odpowiada wielkości cząstek w zakresie od 0,4 do 2 mm (Angulo i in., 1996; Stevens, 1987). Wg danych literaturowych zbyt duża procentowa zawartość surowców w postaci pylistej w mieszance przeznaczonej do granulowania, będzie w zetknięciu z parą wodną tworzyć postać mazistą, co prowadzi do spadku wydajności procesu i słabszego wypełnianiu otworów w matrycy. Także granulowanie surowców o zbyt małym stopniu rozdrobnienia wpływa na wydajność, ponieważ surowiec będzie rozgniatany między matrycą a rolką zagęszczającą (Grochowicz, 1996; Hejft, 2002; Laskowski, 1989). Granulat z mieszanki o małym stopniu rozdrobnienia charakteryzuje się też kruchością (Grochowicz, 1996; Hejft, 2002; Laskowski, 1989).

Parametry ciśnieniowego aglomerowania biologicznych surowców paszowych i jakość aglomeratu zależą od czynników technicznych oraz od właściwości fizyko-chemicznych surowców. Badania w tym zakresie realizowane są przez wielu autorów przy stosowaniu różnych warunków zagęszczania. W opracowaniach (Laskowski i Skonecki, 2004; 2005) zaprezentowano badania wpływu masy materiału i średnicy komory na parametry zagęszczania surowców roślinnych.

Badania zagęszczania różnorodnych materiałów realizowane są przy stosowaniu różnych prędkości przemieszczenia tłoka (większość badań przeprowadzana jest przy prędkości od 5 do 100 mm·min⁻¹ (Aydin i in., 1997; Georget i in., 1994; O'Dogherty, 1989; Rouéche i in., 2006). Dlatego też, określenie wpływu prędkości przemieszczenia tłoka na parametry procesu jest ważnym zagadnieniem w aspekcie wyznaczenia ujednoczonych warunków badań zagęszczania.

Zwiększenie długości otworów w matrycy z 52,5 do 62,5 mm powoduje wzrost maksymalnych jednostkowych nacisków zagęszczających o ok. 9% (przy wszystkich prędkościach obrotowych matrycy). Jest to związane ze wzrostem oporów przetłaczania mieszanki paszowej przez dłuższe otwory w matrycy. Wzrost oporów przetłaczania spowodowany jest

zwiększeniem rzeczywistej powierzchni kontaktu między granulą a otworem matrycy (Obidziński i Hejft, 2007).

Zwiększenie prędkości obrotowej matrycy z 280 obr·min⁻¹ do 380 obr·min⁻¹ powoduje spadek maksymalnych jednostkowych nacisków zagęszczających o ok. 4% (przy wszystkich długościach otworów w matrycy). Spadek maksymalnych jednostkowych nacisków zagęszczających na skutek zwiększenia prędkości obrotowej matrycy związany jest ze zmniejszeniem się grubości warstwy materiału zagęszczanego w jednym cyklu zagęszczania (Obidziński i Hejft, 2007).

Ocenę jakości pasz granulowanych przeprowadza się głównie w oparciu o określenie wytrzymałości kinetycznej granulatu, która jest jedną z ważniejszych jego cech (Audet, 1995; Grochowicz, 1996; Walczyński i Zawiślak, 2000; Romaniuk i Rynkiewicz, 2003; Walczyński, 1997; 1997a; Marks i in., 2006; Rynkiewicz, 2007).

Otręby wykorzystywane są nie tylko w żywieniu zwierząt, ale i do produkcji zarówno pieczywa pełnoziarnistego, typu graham, oraz do wzbogacenia pieczywa jasnego. Stanowią także dodatek do pieczywa dietetycznego i cukierniczego, oraz w produkcji płatków zbożowych i musli (Georget i in., 1994).

Otręby pszenne posiadają właściwości lecznicze, ponieważ absorbują z organizmu substancje szkodliwe i wspomagają ich wydalanie, zapobiegają chorobom nowotworowym jelita grubego, przeciwdziałają rakowi sutka itp. Regularne spożycie otrąb może zapobiegać otyłości, gdyż ich obecność w diecie zwiększa objętość pokarmu, nadaje uczucie sytości i regulują pracę układu pokarmowego. Stąd diety bogate w otręby mogą być stosowane w kuracjach odchudzających. Z otrąb można również wytwarzać ekologiczne, biodegradowalne naczynia jednorazowego użytku (Georget i in., 1994).

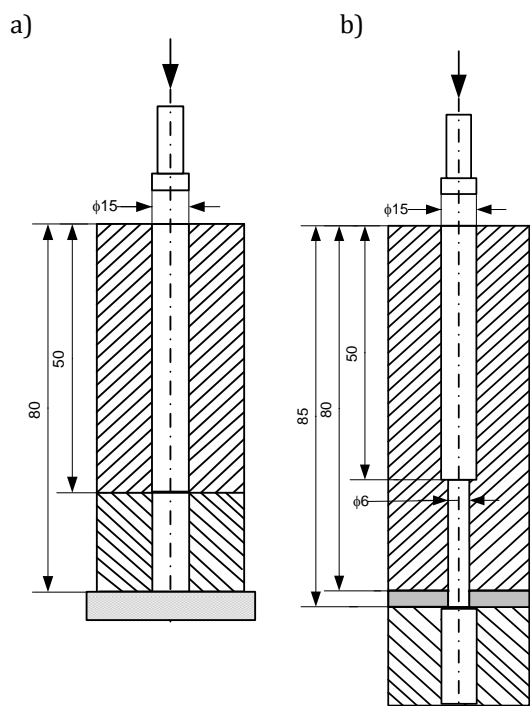
Cel badań

Celem przeprowadzonych badań była charakterystyka procesu zagęszczania otrąb pszennych o różnym stopniu rozdrobnienia.

Metodyka

Zakres badań obejmował przeprowadzenie procesu na trzech różnych frakcjach otrąb tj.: powyżej 2 mm; 0,5-2,0 mm; poniżej 0,5 mm, proces nawilżania i zagęszczania odbywał się w komorze otwartej i zamkniętej. Rozkład granulometryczny, a następnie podział na poszczególne frakcje wymiarowe przeprowadzono na przesiewaczu laboratoryjnym marki Retach przy amplitudzie drgań równej 2 i zestawie sit według normy PN-89/R-64798 Przed procesem aglomeracji otręby zostały dowilżone do wilgotności 30%, a po upływie 24 godzin prowadzono proces zagęszczania na stanowiskach przedstawionych na rysunku 1.

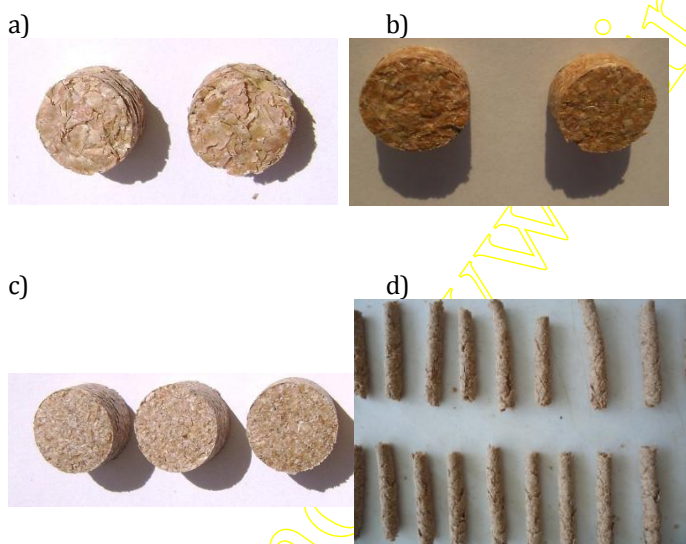
Jakość produktu oceniano przez wykonanie testów zgniatania i przecinania. Badania realizowano przy wykorzystaniu stanowisk pomiarowych Instron 4302 i teksturometru TAXT plus.



Rys. 1. Schemat stanowiska do zagęszczania: a) tabletkarka; b) wylączarka
Fig. 1. The scheme of compaction: a) tableting; b) extruder

Wyniki

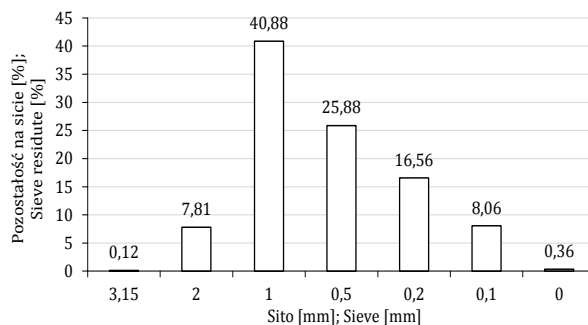
Przykłady uzyskanych tabletek i granulatów przedstawiono na rysunku 2. Widoczne są znaczne różnice w budowie aglomeratów w zależności od stopnia rozdrobnienia i urządzenia aglomerującego.



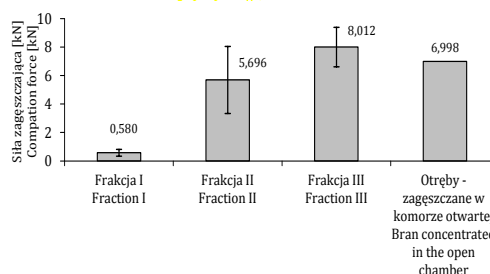
Rys. 2. Przykłady uzyskanych tabletek i granulatów: a) frakcja I (1-3,15 mm); b) frakcja II (0,5 - 1 mm); c) frakcja III (0-0,5 mm); d) granulat z komory otwartej
Fig. 2. Examples for tablets and granules: a) the fraction I (1-3,15 mm); b) fraction II (0.5 - 1 mm); c) the third fraction (0-0.5 mm); d) the granulate achieved from open chamber

Analizowane otręby posiadały zróżnicowany wymiar (rys. 3). Najwięcej, bo ponad 40% było otręb z przedziału od 1 do 2 mm. Następnie ponad 25% otręb z przedziału 0,5 - 1 mm. Frakcji pylistej poniżej 0,1 mm było zaledwie 0,36%. Dokonując podziału na poszczególne frakcje uży-

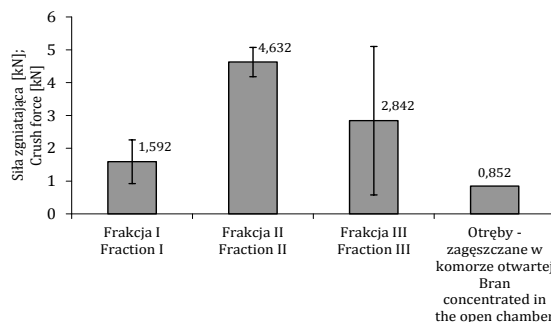
skano różne ich wielkości. Największą ilość stanowiły otręby z frakcji I, następnie z frakcji II i najmniej otręb otrzymywano z frakcji III.



Rys. 3. Rozkład granulometryczny badanych otręb przed podziałem na frakcje
Fig. 3. The size distribution of the respondents bran before the split into fractions



Rys. 4. Średnia wartość siły zagęszczającej otręby działającej na tłoki tabletkarki i wylączarki, których średnica wynosiła 15 mm
Fig. 4. The average value of the compacting force acting on the pistons bran tableting machine and extruder whose diameter was 15 mm



Rys. 5. Odporność na ściskanie uzyskanych tabletek i granulatów
Fig. 5. Resistance to compression for tablets and granules

Badania wykazały, że wartość siły zagęszczania w procesie zagęszczania zależy od stopnia rozdrobnienia otręb. Wzrost rozdrobnienia powoduje obniżenie sił oraz wpływa korzystnie na jakość gotowego produktu.

Przeprowadzone testy na odporność otrzymanego produktu na zgniatanie dowiodły, że najbardziej odporne były tabletki

uzyskane z frakcji II (powyżej 4,6kN). Stosunkowo niewielką odporność na zgniatanie posiadały granulaty uzyskane na stanowisku do wytłaczania (0,852kN). Duża rozbieżność w wynikach otrzymanych z materiału z frakcji III świadczy o dużym zróżnicowaniu w wielkości siły wiążącej poszczególnych cząsteczek ze sobą.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1) Wyniki badań wykazały, że trwałość granul zależy od stopnia rozdrobnienia i rodzaju komory użytej do zagęszczania. Wraz ze wzrostem stopnia rozdrobnienia odporność na ściskanie granul wzrasta. Najwyższą odporność na ściskanie uzyskano dla granul uzyskanych z frakcji II.

2) Wykazano, że w procesie aglomeracji w komorze zamkniętej wielkość siły zagęszczającej działającej na tłok o średnicy wynoszącej 15 mm jest zależna od stopnia rozdrobnienia otrąb. Wraz ze wzrostem stopnia rozdrobnienia wielkość tej siły rośnie.

Bibliografia

- Angulo E., Brufau J., Esteve-Garcia E. 1996. *Effect of sepiolite product on pellet durability in pig diets differing in particle size and in broiler starter and finisher diets*. Animal Feed Science and Technology, 63, 25-34.
- Audet L., 1995. *Emerging feed mill technology: keeping competitive*. Animal Feed Science and Technology, 53, 157-170.
- Aydin I., Briscoe B. J., Ozkan N. 1997. *Modelling of Powder Compaction: A Review*. MRS Bulletin, 22(12), 45-51.
- Georget D.M.R., Parker R., Smith A.C. 1994. *A study of the effects of water content on the compaction behaviour of breakfast cereal flakes*. Powder Technology, 81, 189-195.
- Grochowicz J. 1998. *Granulacja - budowa, modyfikacja, zastosowanie*. Pasze Przemysłowe, 2, 18-19.
- Hejft R. 2002. *Cisnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych*. Białystok, ISBN 83-7204-251-9.
- Kulig R., Laskowski J. 2006. *Wpływ wybranych właściwości surowców na cechy wytrzymałościowe granulatu*. Inżynieria Rolnicza, 13(88), 251-260.
- Kulig R., Laskowski J. 2006a. *Wpływ wybranych właściwości surowców na cechy wytrzymałościowe granulatu*. Inżynieria Rolnicza, 13(88), 251-260.
- Laskowski J. 1989. *Studia nad procesem granulowania mieszanek paszowych*. Rozprawa habilitacyjna. Akademia Rolnicza, Lublin.
- Laskowski J., Skonecki S. 2004. *Wpływ masy materiału i średnicy komory na parametry zagęszczania ziarna pszenicy*. Inżynieria Rolnicza, 5(60), 195-204.
- Laskowski J., Skonecki S. 2005. *Wpływ parametrów komory i masy materiału na zagęszczanie nasion łubinu*. Inżynieria Rolnicza, 7, 101-108.
- Marks N., Sobol Z., Baran D. 2006. *Ocena wytrzymałości granulatu paszowego*. Inżynieria Rolnicza, 3, 289-296.
- O'Dogherty M. J. 1989. *A review of the mechanical behaviour of straw when compressed to high densities*. Journal of Agricultural Engineering Research, 44, 241-265.
- Obidziński S., Hejft R. 2007. *Wpływ parametrów aparaturowo-procesowych na wartość nacisków zagęszczających w procesie granulowania pasz*. Inżynieria Rolnicza, 5(93), 313-319.
- Romaniuk W., Rynkiewicz M. 2003. *Badanie wytrzymałości kinetycznej pasz granulowanych*. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 7, 6-7.
- Rouéche E., Serris E., Thomas G., Périer-Camby L. 2006. *Influence of temperature on the compaction of an organic powder and the mechanical strength of tablets*. Powder Technology, 162, 138-144.
- Rynkiewicz M. 2007. *Ocena wpływu temperatury chłodzenia na wytrzymałość kinetyczną granulatu*. Inżynieria Rolnicza 6(94), 223-229.
- Skonecki S. 2004. *Modelowanie ciśnieniowego zagęszczania materiałów roślinnych*. Rozprawy Naukowe. Akademia Rolnicza w Lublinie, 279, 1-98.
- Sobczak P., Zawiślak K. 2007. *Czynniki wpływające na trwałość granulatu*. Pasze Przemysłowe, 5(6), 22-24.
- Thomas M., van Zuilichem D.J., van der Poel A.F.B. 1997. *Physical quality of pelleted animal feed. 2. Contribution of processes and its conditions*. Animal Feed Science Technology, 64, 173-192.
- Walczyński S. 1997. *Jakość granulatu i aparatura pomiarowa do jego oceny*. Pasze Przemysłowe, 2, 14-16.
- Walczyński S. 1997a. *Porównanie metod oznaczania wytrzymałości kinetycznej granulatu*. Pasze Przemysłowe 11(12), 17-19.
- Walczyński S., Zawiślak K. 2000. *Badania jakości granul uzyskiwanych w procesie aglomeracji bez dodatku pary wodnej*. Biuletyn Naukowy Przemysłu Paszowego, 1(4), 95-101.

Kazimierz Zawiślak

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin
e-mail: kazimierz.zawislak@up.lublin.pl