Prosimy cytować jako: Inż. Ap. Chem. 2009, 48, 1, 66-67

PAWEŁ SOBCZAK
KAZIMIERZ ZAWIŚLAK
MARIAN PANASIEWICZ

Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wpływ składu mieszanki suszu marchwiowego i mąki na właściwości fizyczne granulatu

Wprowadzenie

Proces granulacji bezciśnieniowej można określić jako proces sklejania pojedynczych cząsteczek proszku w aglomeraty o kontrolowanej wielkości, kształcie, gęstości czy też wytrzymałości. Mechanizm tworzenia i narastania granulek opisano w wielu pracach naukowych [1–3].

Wiele czynników ma wpływ na trwałość oraz wielkość uzyskiwanych granulatów. Są to m.in. właściwości fizyczne surowca, parametry konstrukcyjne granulatora oraz urządzeń towarzyszących. Wśród właściwości fizycznych najistotniejsza jest gęstość usypowa oraz stopień rozdrobnienia. Natomiast spośród rozwiązań konstrukcyjnych istotne jest miejsce dozowania surowca, średnica otworów dyszy rozprowadzającej ciecz wiążącą, średnica talerza oraz częstość jego obrotów [4, 5].

Otrzymany granulat poddaje się procesowi suszenia, co znacznie podwyższa jego wytrzymałość mechaniczną. Innym nowszym rozwiązaniem jest dodatek do granulowanego surowca substancji chemicznie wiążących zawartą w granulce wodę, co pozwala na uniknięcie energochłonnego procesu suszenia [3].

Szerokie zastosowanie granulacji bezciśnieniowej, m.in. w przemyśle spożywczym, paszowym, farmaceutycznym, chemicznym, nasiennictwie, ceramicznym wymaga kontynuacji prowadzenia badań w tym zakresie, co pozwoli na doskonalenie procesu i poprawę jakości gotowego produktu [4–8].

Celem podjętych badań było określenie wpływu składu mieszanki suszu marchwiowego oraz mąki z pszenicy durum na właściwości fizyczne i wytrzymałościowe uzyskanego produktu.

Tablica 1

Skład surowcowy granulowanych mieszanek

Oznaczenie	Susz marchwiowy	Mąka *durum*	Ciecz wiążąca
Mieszanka I	80%	20%	Woda
Mieszanka II	70%	30%	Woda
Mieszanka III	60%	40%	Woda

Materiał i metodyka badań

Badania przeprowadzono przy zastosowaniu granulatora talerzowego o następujących parametrach: średnica – 0,8 m, wysokość brzegu talerza – 0,2 m, powierzchnia stalowa emaliowana (0,1256 m^2), prędkość obrotowa talerza 33 obr·min^{-1}. Badaniom poddano sproszkowany susz marchwiowy z dodatkiem mąki z pszenicy odmiany *durum*. Całą mieszaninę poddano procesowi nawilżania do wilgotności 13%. Oznaczenia oraz skład mieszanki przeznaczonej do granulacji przedstawiono w tablicy 1. Pomiary podstawowych właściwości fizycznych (wilgotność, kąt usypu, kąt zsypu, gęstość usypowa i utrzęsiona, średni wymiar cząstek) przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi normami. Oznaczenie trwałości statycznej przeprowadzono za pomocą urządzenia *Instron 4302* z głowicą tensometryczną o sile nacisku 1 kN, prędkość przesuwu głowicy wynosiła 50 mm·min^{-1}. Granulki o średnicy 0,5–1 mm po przesianiu na odsiewaczu umieszczano w pojemniku o średnicy 50 mm i wysokości 50 mm. Następnie poddawano obciążeniu za pomocą tłoka o nacisku 1 kN przez okres 5 sekund. Po wykonaniu testu badany materiał ponownie przesiano na odsiewaczu. W ten sposób określono trwałość sta-

Tablica 2

Właściwości fizyczne mieszanek przed granulacją

Materiał	Wilgotność [%]	Kąt usypu [°]	Kąt zsypu [°]	Gęstość usypowa [kg·m^{-3}]	Gęstość utrzęsiona [kg·m^{-3}]	Średni wymiar cząsteczki *dg* [mm]
Mieszanka I	13±0,13	39±1	38±1	763,3±10,2	806±11,3	0,49±0,02
Mieszanka II	13±0,11	38±1	40±1	727,2±6,7	809±10,4	0,44±0,01
Mieszanka III	13±0,13	38±1	40±1	723±7,5	770±8,5	0,39±0,03

Tablica 3

Właściwości fizyczne uzyskanych granulatów

Granulat	Wilgotność [%]	Kąt usypu [°]	Kąt zsypu [°]	Gęstość usypowa [kg·m^{-3}]	Gęstość utrzęsiona [kg·m^{-3}]	Średni wymiar cząsteczki *dg* [mm]
I	10,1±0,14	31±1	33±1	720±11,3	754±10,2	0,85±0,03
II	10,2±0,11	33±1	36±1	705,2±6,9	729,3±9,9	0,72±0,01
III	12,3±0,16	33±1	36±1	698,2±9,5	718,5±7,7	0,7±0,02

Prosimy cytować jako: Inż. Ap. Chem. 2009, 48, 1, 66-67

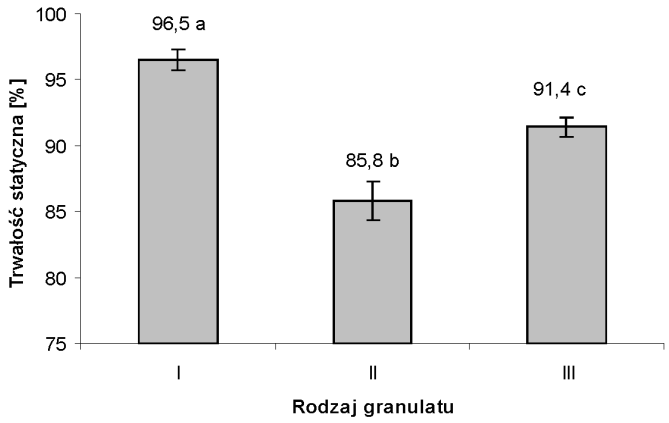
tyczną wyrażającą ilość niezniszczonych granulek w procentach. Pomiary powtarzano trzykrotnie. Uzyskane wyniki weryfikowano statystycznie wyznaczając podstawowe statystyki opisowe, tj. średnią, wariancję, odchylenie standardowe. Do wyznaczenia istotności różnic przeprowadzono analizę wariancji na poziomie istotności $\alpha = 0{,}05$ oraz zastosowano test *Tukey'a*.

Wyniki

W tablicy 2 przedstawiono podstawowe właściwości fizyczne aglomerowanych mieszanek. Stwierdzono, że średni wymiar cząsteczki zmieniał się w granicach od 0,49 mm dla mieszanki z 20% dodatkiem mąki do 0,39 mm z 40% dodatkiem mąki.

W tablicy 3 przedstawiono właściwości fizyczne granulatu. Średni wymiar otrzymanych granulatów wzrósł prawie 2-krotnie. Największe granulki uzyskano z mieszanki I – 0,85 mm. Wzrost dodatku mąki spowodował zmniejszenie wymiaru, zarówno mieszanek przed granulacją, jak i wytwarzanego granulatu.

Trwałość statyczna oraz istotność różnic pomiędzy średnimi została przedstawiona na rys. 1. Przeprowadzona analiza statystyczna na poziomie istotności $\alpha = 0{,}05$ pozwala stwierdzić, że istnieją istotne różnice pomiędzy trwałością statyczną w poszczególnych granulatach ($p < \alpha$).



Rys. 1. Trwałość statyczna granulek

Najwyższą trwałość statyczną uzyskał granulat z 20% dodatkiem mąki. Wysoka trwałość granulatu, znaczny wymiar cząsteczki i wysoka gęstość usypowa pozwala na stwierdzenie, że granulat I charakteryzuje się najlepszymi parametrami. Trwałość statyczna była dodatnio skorelowana z gęstością usypową i wymiarem cząstek, co potwierdzają również badania granulacji mleka w proszku (MPC). Uzyskany granulat posiadał stabilność mechaniczną w granicach 65%, przy gęstości usypowej 328 $kg \cdot m^{-3}$. Każdy rodzaj mieszaniny poddawanej procesowi granulacji wymaga więc dopracowania optymalnych parametrów pracy granulatora, a kolejnym ważnym czynnikiem jest dobór odpowiedniej cieczy wiążącej [7, 9].

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1) Zwiększenie procentowego dodatku mąki z pszenicy durum z 20 do 30 i 40% wpłynęło na zmniejszenie średniego wymiaru granulki z 0,85 mm do 0,72 mm i 0,7 mm (spadek o ok. 15%).
2) Największą trwałość statyczną posiadał granulat z 20% dodatkiem mąki z pszenicy durum. Wzrost dodatku mąki z pszenicy durum spowodował pogorszenie trwałości statycznej granulatu.
3) Przy założonych w badaniach parametrach pracy granulatora talerzowego najlepszy efekt uzyskano dla mieszanki I. Dla pozostałych mieszanek w celu podwyższenia ich jakości należałoby przeprowadzić badania przy zastosowaniu innych parametrów techniczno-technologicznych.

LITERATURA

1. *J.D. Litster:* Powder Technology **130**, (2003).
2. *W. Pietsch*: Agglomeration Processes. Phenomena, Technologies, Equipment. Wiley-VCH. Verlag Gmbh Weinheim Germany 2002.
3. *W. Weiner, W. Korpal*: Ekologia i Technika nr 2, (1998).
4. *T. Gluba:* Inż. i Ap. Chem., **42,** nr 3s, 43 (2003).
5. *W. Korpal*: Granulowanie materiałów rolno-spożywczych metodą bezciśnieniową. Rozprawa habilitacyjna. Lublin. Wydawnictwo AR 2005.
6. *Heim, R.* Kaźmierczak, M. Błaszczyk: Inż. Ap. Chem., **42,** nr 3s, 54 (2003).
7. *J. Warechowski, Z. Zander, L. Zander*: Przegląd Mleczarski nr 6, 179 (1999).
8. *J. Warechowski, Z. Zander, L. Zander*. Inżynieria Rolnicza nr 4(37), (2002).
9. *Z. Zander, L. Zander, J. Warechowski, A. Kubiak:* Materiały VII Konferencji Naukowo-Technicznej BEMS'96. Warszawa. (1996).