

WPLYW AGLOMERACJI W MECHANICZNIE GENEROWANYM ZŁOŻU  
FLUIDALNYM NA SKŁAD GRANULOMETRYCZNY WYBRANYCH  
PROSZKÓW SPOŻYWCZYCH\*

*Karolina Poszytek, Ewa Domian, Andrzej Lenart*

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Technologii Żywności, SGGW  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa  
e-mail: karola.posz@wp.pl, domian@alpha.sggw.waw.pl

**Streszczenie.** Celem pracy było zbadanie wpływu aglomeracji nawilżeniowej poprzez mieszanie w mechanicznie generowanym złożu fluidalnym na skład granulometryczny modelowej żywności w proszku. Aglomerowane mieszaniny tworzone były na bazie następujących surowców w proszku: serwatka, izolat białka sojowego, izolat białek serwatkowych, glukoza, proszek mleczny, guma arabska, guma ksantanowa, tłuszcz roślinny w proszku, maltodekstryna. Skład granulometryczny otrzymanych aglomeratów oznaczano za pomocą analizatora wielkości cząstek w powietrzu AWK – V97, Kamika. Wyznaczono charakterystyczne parametry zbioru cząstek na podstawie rozkładu udziałów objętościowych. Otrzymane aglomerowane mieszaniny charakteryzowały się wyraźnym powiększeniem rozmiarów cząstek, w tym średniej średnicy o około 8-11 razy.

**Słowa kluczowe:** aglomeracja, złożo fluidalne, skład granulometryczny, żywność w proszku

WYKAZ OZNACZEŃ

r – zastosowanie dyszy rozpryskującej ciecz nawilżającą (–),  
v – prędkość mieszadła impelerowego ( $\text{obr}\cdot\text{min}^{-1}$ ),  
t – czas granulacji (min),  
w – ilość cieczy nawilżającej – wody (g),  
n – rodzaj cieczy nawilżającej (wodny roztwór węglowodanu/stężenie masowe/ilość) (–),  
Bv – udział objętościowy (%),  
d – wymiar cząstek ( $\mu\text{m}$ ),  
 $d_{10}$  – średnica wyznaczająca 10% objętości zbioru cząstek ( $\mu\text{m}$ ),

---

\*Badania w ramach pracy naukowej finansowanej ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003-2005 (projekt badawczy nr 3 P06T 041 25).

$d_{50}$  – średnica wyznaczająca 50% objętości zbioru cząstek ( $\mu\text{m}$ ),

$d_{90}$  – średnica wyznaczająca 90% objętości zbioru cząstek ( $\mu\text{m}$ ).

## WSTĘP

Aglomeracja jest procesem łączenia drobnych cząstek w większe skupiska – aglomeraty, w których tworzące je cząstki są nadal rozpoznawalne. Celem aglomeracji materiałów sypkich jest nadanie określonych właściwości otrzymanym produktom. Dotyczą one głównie dobrej sypkości, łatwej rozpuszczalności w cieczach, ograniczenia zdolności do pylenia i zbrylania oraz w wypadku układów wieloskładnikowych nie występowania segregacji komponentów, co zapewnia jednorodność materiału [1,2,6,9].

Aglomeracja nawilżeniowa prowadzona w warunkach mieszania mechanicznego daje możliwość aglomeracji mieszanin różnorodnych składników, z których każdy może wykazywać się innymi właściwościami fizycznymi charakterystycznymi dla danego materiału [3]. Tworzenie aglomeratów poprzez mieszanie występuje tylko w określonych warunkach przy pewnej równowadze pomiędzy siłami wzrostu, a siłami rozpadu. Czas i intensywność działania tych sił ma decydujący wpływ na skład granulometryczny zaglomerowanych cząstek [4,5,7,8]. Dobór parametrów aglomeracji w mechanicznie generowanym złożu fluidalnym polega na ustaleniu takich parametrów jak szybkość i czas nawilżania, prędkość przepływu cieczy nawilżającej czy temperatura powietrza podczas nawilżania [3].

Celem pracy było zbadanie wpływu aglomeracji nawilżeniowej poprzez mieszanie w mechanicznie generowanym złożu fluidalnym na skład granulometryczny modelowej żywności w proszku.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły mieszaniny tworzone na bazie proszków spożywczych takich jak: glukoza (GL), maltodekstryna (MD), serwatka (S), izolat białek sojowych (BSJ), izolat białek serwatkowych (BSW), proszek mleczny (PM), guma ksantanowa (GK), guma arabska (GA), tłuszcz roślinny w proszku (TP), suszony rozpyłowo aromat cytrynowy na nośniku gumy arabskiej i maltodekstryny (AC). W wyniku mieszania surowców w postaci sypkiej otrzymano następujące mieszaniny o zróżnicowanym składzie surowcowym:

A (S 66%, BSJ 34%),

B (BSW 16,5%, BSJ 34%, GL 49,5%),

C (S 34%, BSJ 66%),

D (BSW 8,5%, BSJ 66%, GL 25,5%),

F (S 49%, BSJ 25%, TP 26%),

G (MD 94%, GK 6%),  
 H (MD 94%, GA 6%),  
 I (PM 100%),  
 J (AC 100%).

Aglomerację przeprowadzono w laboratoryjnym mieszalniku z mechanicznie wytwarzanym złożem fluidalnym przez specjalne lemiesze płużące z możliwością nawilżeniowej granulacji materiałów sypkich firmy Lödige typ L5 (Lödige Plughshare Mixer). Mieszaninę o masie 400 g przenoszono do zbiornika aglomeratora, mieszano przez 60 s i aglomerowano przy zadanych parametrach procesowych (tab. 1). Ciecz nawilżającą podawano pompą perystaltyczną z natężeniem przepływu  $25 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$  dwoma sposobami tzn. kropla po kropli bez zastosowania dyszy rozpryskowej (parametr r1) oraz w postaci drobnych kropelek z zastosowaniem pneumatycznej dyszy rozpryskowej o średnicy 0,8 mm (parametr r2). Wilgotny aglomerat suszono w suszarce owiewowej w temperaturze  $50^\circ\text{C}$  w czasie 30 minut. Następnie aglomerat przesiewano celem oddzielenia frakcji użytecznej (frakcji o najbardziej znaczącym udziale masowym): frakcji o rozmiarach cząstek 0,63-3,15 mm dla aglomeratów z parametrem r1 oraz frakcji 0,2 -2 mm dla aglomeratów z parametrem r2.

**Tabela 1.** Parametry procesowe aglomeracji  
**Table 1.** Process parameters of agglomeration

Zmienna procesowa Process variable	Kod poziomu zmiennej procesowej – Codification of process variable			
	1	2	3	4
$r$ (-)	nie – no	tak – yes		
$v$ ( $\text{obr} \cdot \text{min}^{-1}$ )	100	200	283	
$t$ (min)	1	2	3	6
$w$ (g)	30	50	70	90
$n$ (-)	M/30%/100g	M/50%/140g	MD/30%/100g	MD/50%/140g

M – maltoza / maltose, MD – maltodekstryna / maltodextrin

Rozkład wielkości cząstek mieszanin przed aglomeracją mierzono za pomocą Malvern Mastersizer. Skład granulometryczny otrzymanych aglomeratów oznaczano za pomocą analizatora wielkości cząstek ciał stałych w powietrzu AWK-V97 / Kamika Warszawa. Analizator wykorzystuje metodę pomiaru w świetle przechodzącym, polegającą na tym, że strumień promieniowania podczerwonego jest rozpraszany przez przelatujące cząstki w strefie pomiaru. Po wstępnych obliczeniach zbiór cząstek zostaje zapisany w 256 klasach wymiarowych. Skład granulometryczny przedstawiano w postaci skumulowanego rozkładu udziałów objętościowych, wyznaczano parametry charakterystyczne rozkładu, to jest średnicę  $d_{10}$ ,  $d_{50}$  i  $d_{90}$  odpowiadające 10%, 50% i 90% objętości zbioru cząstek. Wymiar  $d_{50}$  przyjmowano jako średnią średnicę (medianę) zbioru cząstek (tab. 2).

**Tabela 2.** Wymiar charakterystyczny  $d_{10}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{90}$  aglomeratów otrzymanych przy zadanych parametrach procesowych**Table 2.** Characteristic particle size  $d_{10}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{90}$  of agglomerates at assumed process parameters

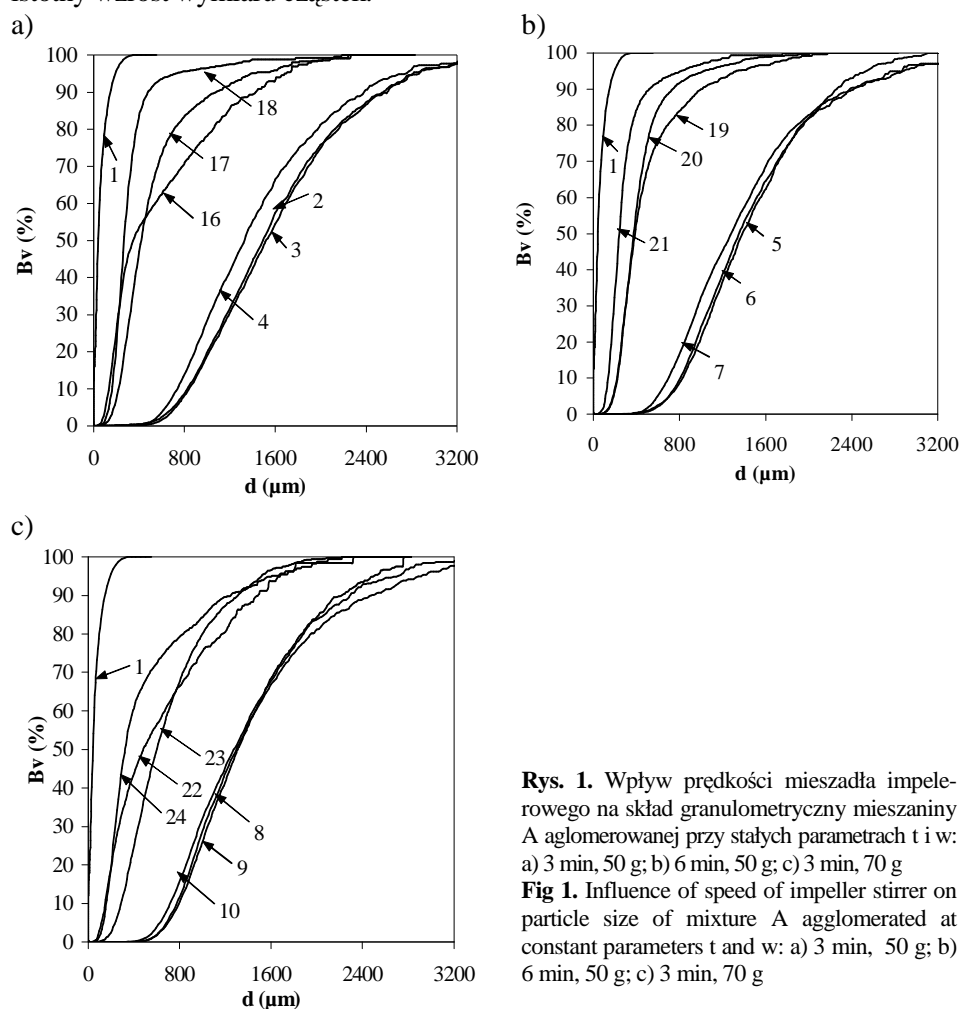
L.p. Item	Mieszana Mixture	Parametry aglomeracji Parameters of agglomeration					Wymiar charakterystyczny Characteristic particle size		
		r	v	t	w	n	$d_{10}$ ( $\mu\text{m}$ )	$d_{50}$ ( $\mu\text{m}$ )	$d_{90}$ ( $\mu\text{m}$ )
1	A	–	–	–	–	–	2 ± 0,1	53 ± 0,1	152 ± 0,1
2	A	1	1	3	2	–	827 ± 92	1490 ± 70	2587 ± 8
3	A	1	2	3	2	–	846 ± 20	1528 ± 54	2556 ± 20
4	A	1	3	3	2	–	716 ± 47	1320 ± 58	2386 ± 61
5	A	1	1	4	2	–	835 ± 10	1372 ± 53	2419 ± 132
6	A	1	2	4	2	–	813 ± 4	1358 ± 78	2384 ± 18
7	A	1	3	4	2	–	696 ± 12	1285 ± 8	2258 ± 23
8	A	1	1	3	3	–	787 ± 47	1296 ± 86	2486 ± 239
9	A	1	2	3	3	–	791 ± 62	1309 ± 73	2218 ± 133
10	A	1	3	3	3	–	726 ± 42	1274 ± 91	2287 ± 123
11	A	1	2	1	3	–	791 ± 132	1550 ± 188	2814 ± 216
12	A	1	2	2	3	–	881 ± 77	1558 ± 155	2431 ± 122
13	A	1	2	4	3	–	813 ± 86	1291 ± 76	2143 ± 41
14	A	1	2	3	1	–	760 ± 35	1321 ± 31	2136 ± 32
15	A	1	2	3	4	–	887 ± 62	1592 ± 155	2737 ± 158
16	A	2	1	3	2	–	135 ± 3	351 ± 9	1428 ± 6
17	A	2	2	3	2	–	222 ± 3	423 ± 2	1079 ± 1
18	A	2	3	3	2	–	161 ± 10	271 ± 10	483 ± 20
19	A	2	1	4	2	–	212 ± 8	388 ± 21	1001 ± 64
20	A	2	2	4	2	–	221 ± 1	378 ± 7	737 ± 70
21	A	2	3	4	2	–	136 ± 3	237 ± 5	518 ± 61
22	A	2	1	3	3	–	146 ± 10	486 ± 97	1487 ± 142
23	A	2	2	3	3	–	285 ± 3	604 ± 13	1309 ± 33
24	A	2	3	3	3	–	158 ± 1	320 ± 15	1247 ± 126
25	A	2	1	1	3	–	169 ± 9	473 ± 62	1177 ± 103
26	A	2	2	2	3	–	167 ± 6	390 ± 34	1155 ± 137
27	A	2	4	4	3	–	128 ± 8	296 ± 8	747 ± 81
28	A	2	3	3	1	–	158 ± 8	309 ± 12	836 ± 5
29	A	2	3	3	4	–	323 ± 10	672 ± 45	1634 ± 130
30	A	2	3	3	–	1	285 ± 9	481 ± 11	1023 ± 9
31	A	2	3	3	–	2	184 ± 1	358 ± 8	786 ± 49
32	A	2	3	3	–	3	245 ± 9	430 ± 13	995 ± 86
33	A	2	3	3	–	4	315 ± 4	606 ± 15	1084 ± 75
34	B	–	–	–	–	–	3 ± 0,1	66 ± 0,1	190 ± 0,1
35	B	2	2	3	3	–	210 ± 9	417 ± 16	950 ± 36
36	C	–	–	–	–	–	1 ± 0,1	41 ± 0,1	151 ± 0,1
37	C	2	2	3	3	–	200 ± 1	351 ± 12	714 ± 4
38	D	–	–	–	–	–	3 ± 0,1	49 ± 0,1	145 ± 0,1
39	D	2	2	3	3	–	205 ± 1	385 ± 6	1001 ± 8
40	F	–	–	–	–	–	6 ± 0,1	72 ± 0,1	199 ± 0,1
41	F	2	2	3	3	–	297 ± 12	604 ± 34	1452 ± 67
42	G	–	–	–	–	–	54 ± 0,1	240 ± 0,1	420 ± 0,5
43	G	2	2	3	1	–	238 ± 7	428 ± 5	729 ± 5
44	H	–	–	–	–	–	65 ± 0,1	273 ± 0,2	451 ± 0,5
45	H	2	2	3	1	–	187 ± 1	332 ± 1	571 ± 1
46	I	–	–	–	–	–	1 ± 0,1	55 ± 0,1	134 ± 0,2
47	I	2	2	3	3	–	394 ± 26	968 ± 39	1722 ± 36
48	J	–	–	–	–	–	1 ± 0,3	41 ± 0,1	149 ± 0,1
49	J	2	2	3	3	–	202 ± 4	472 ± 13	1365 ± 82

## WYNIKI I DYSKUSJA

## Wpływ prędkości mieszadła impelerowego

Wpływ prędkości mieszadła impelerowego w zakresie 100-283 obr·min<sup>-1</sup> na skład granulometryczny badano na przykładzie mieszaniny A aglomerowanej przy następujących parametrach procesowych (tab. 1 i tab. 2): r1t3w2, r1t4w2, r1t3w3, r2t3w2, r2t4w2, r2t4w2, r2t3w3.

Wpływ prędkości mieszadła przedstawiono na rysunkach: 1a, 1b, 1c. Niezależnie od zastosowanych prędkości mieszadła aglomeracja mechaniczna powodowała istotny wzrost wymiaru cząstek.



**Rys. 1.** Wpływ prędkości mieszadła impelerowego na skład granulometryczny mieszaniny A aglomerowanej przy stałych parametrach t i w: a) 3 min, 50 g; b) 6 min, 50 g; c) 3 min, 70 g

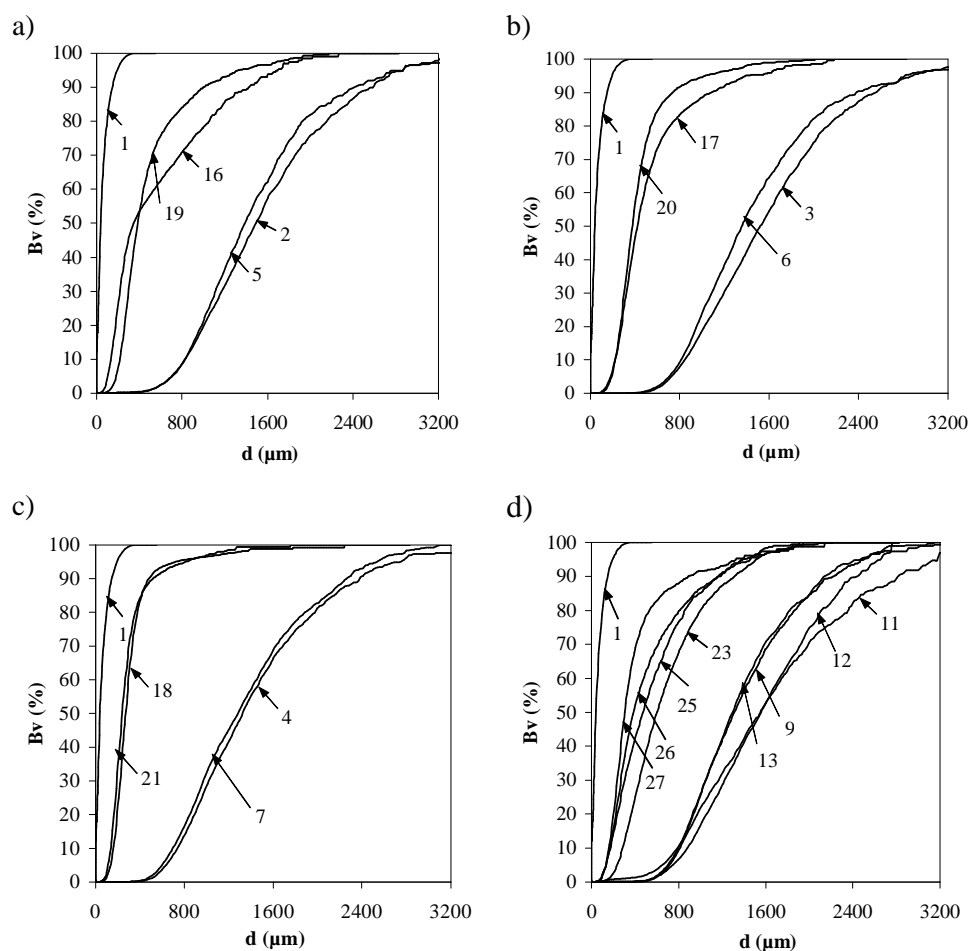
**Fig 1.** Influence of speed of impeller stirrer on particle size of mixture A agglomerated at constant parameters t and w: a) 3 min, 50 g; b) 6 min, 50 g; c) 3 min, 70 g

Aglomeraty utworzone bez zastosowania dyszy rozpryskującej (r1) charakteryzowały się większym wymiarem cząstek w porównaniu do aglomeratów z użyciem dyszy. Największą średnicą cząstek w frakcji 0,63-3,15 mm (r1) cechowały się aglomeraty utworzone przy dodaniu 50 ml wody w czasie 3 min przy 100 i 200 obr·min<sup>-1</sup>. Dalsze zwiększanie obrotów mieszadła do 283 obr·min<sup>-1</sup> powodowało zmniejszenie średniej średnicy cząstek. Aglomeraty utworzone przy parametrach r1t3w3 i r1t4w2 charakteryzowały się podobnym przebiegiem krzywych rozkładu. Zwiększenie prędkości mieszadła bez zastosowania dyszy rozpryskującej cieczy (r1) nie ma istotnego wpływu na wymiar tworzonych aglomeratów w przypadku zwiększonej ilości dodawanej wody (w3) czy wydłużonego czasu mieszania (t4). Aglomeraty utworzone przy parametrach procesowych r2t3w2, r2t3w3 i r2t4w2 i 100 obr·min<sup>-1</sup> (v1) charakteryzowały się największym wymiarem cząstek. Dalsze zwiększanie prędkości mieszadła od 200 do 283 obr·min<sup>-1</sup> (v2 i v3) powodowało zmniejszenie wymiaru utworzonych aglomeratów.

### **Wpływ czasu mieszania**

Przy parametrach procesowych r1v2w2 i r2v2w3 badano wpływ czasu mieszania w zakresie od 1 do 6 min na skład granulometryczny granulatów na przykładzie mieszaniny A (parametr t1, t2, t3, t4; tab. 1 i 2), natomiast przy parametrach r1v1w2, r1v2w2, r1v3w2, r2v2w2, r2v3w2 – w zakresie 3 i 6 min (parametr t3 i t4; tab. 1 i 2).

Na rysunkach: 2a, 2b, 2c, 2d przedstawiono wpływ czasu mieszania na wielkość otrzymanych aglomeratów. Aglomeracja bez zastosowania dyszy (r1) powoduje utworzenie aglomeratów charakteryzujących się podobnym przebiegiem krzywych rozkładu niezależnie od czasu mieszania. Wydłużenie czasu mieszania (granulacji) niezależnie od pozostałych parametrów procesowych powoduje nieznaczne zmniejszanie rozmiaru cząstek aglomeratów utworzonych bez dyszy rozpylającej (r1). Największą średnicą  $d_{50}$  charakteryzowały się aglomeraty o parametrach r1t1, r1t2 utworzone odpowiednio po 1 i 2 min, i prędkości mieszadła impelerowego 200 obr·min<sup>-1</sup>. W przypadku aglomeracji zastosowaniem dyszy rozpylającej wodę wydłużenie czasu granulacji do 6 minut powoduje, że utworzone aglomeraty charakteryzują się mniejszym rozmiarem cząstek w stosunku do aglomeratów, w których czas mieszania nie przekraczał 3 minut, niezależnie od ilości dodanej cieczy (wody) i prędkości mieszadła.

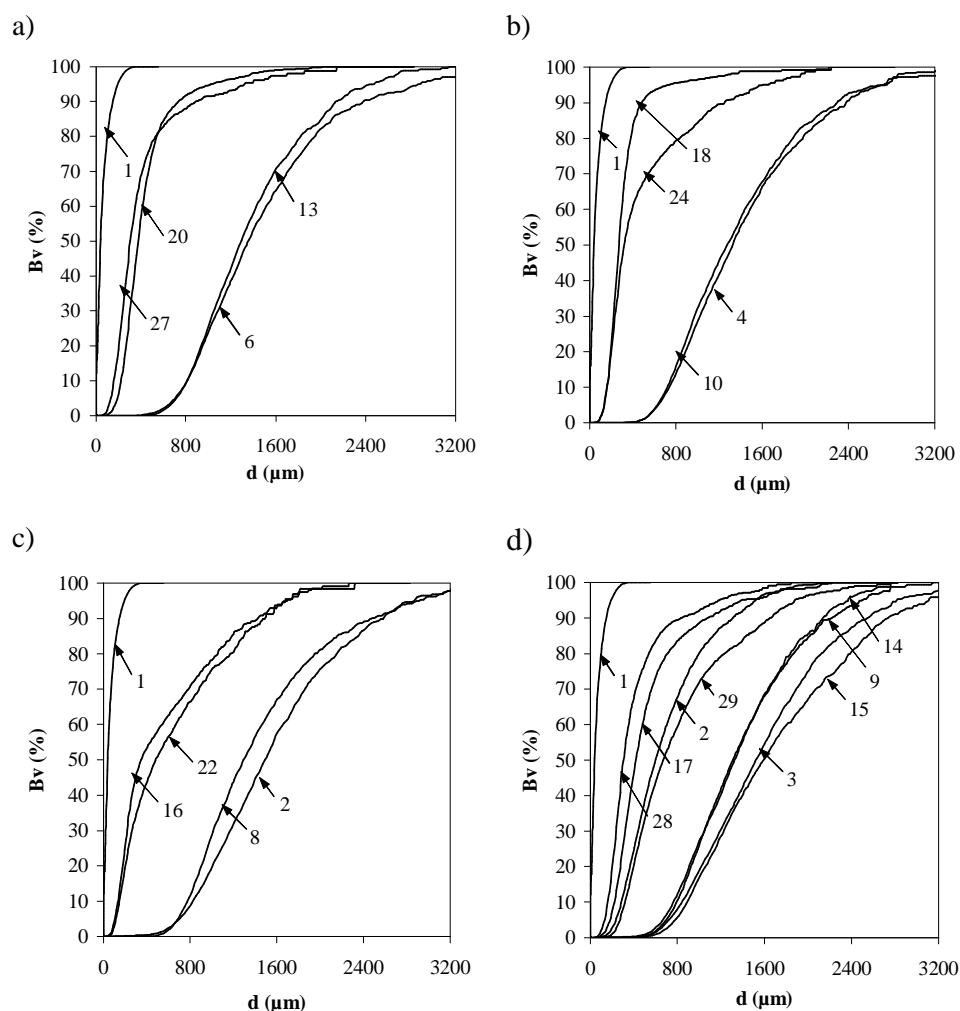


**Rys. 2.** Wpływ czasu granulacji na skład granulometryczny mieszaniny A aglomerowanej przy stałych parametrach  $v$  i  $w$ : a)  $100 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $50 \text{ g}$ ; b)  $200 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $50 \text{ g}$ ; c)  $283 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $50 \text{ g}$ ; d)  $283 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $70 \text{ g}$

**Fig. 2.** Influence of time of granulation on particle size of mixture A agglomerated at constant parameters  $v$  and  $w$ : a)  $100 \text{ rpm min}^{-1}$ ,  $50 \text{ g}$ ; b)  $200 \text{ rpm min}^{-1}$ ,  $50 \text{ g}$ ; c)  $283 \text{ rpm min}^{-1}$ ,  $50 \text{ g}$ ; d)  $283 \text{ rpm min}^{-1}$ ,  $70 \text{ g}$

### Wpływ ilości cieczy (wody)

Wpływ ilości cieczy granulującej (wody) w zakresie od  $30$  do  $90 \text{ g}$  na skład granulometryczny mieszaniny A analizowano dla aglomeratów  $r1v2t3$  i  $r2v2t3$  oraz w zakresie  $50$  i  $70 \text{ g}$  dla aglomeratów  $r1v1t3$ ,  $r1v3t3$ ,  $r1v2t4$ ,  $r2v1t3$ ,  $r2v3t3$ ,  $r2v2t4$  (tab. 1 i 2).



**Rys. 3.** Wpływ ilości cieczy (wody) nawilżającej na skład granulometryczny mieszanki A aglomerowanej przy stałych parametrach  $v$  i  $t$ : a) 200 obr·min<sup>-1</sup>, 6 min; b) 283 obr·min<sup>-1</sup>, 3 min; c) 100 obr·min<sup>-1</sup>, 3 min; d) 200 obr·min<sup>-1</sup>, 3 min

**Fig. 3.** Influence of the quantity of wetting liquid (water) on particle size of mixture A agglomerated at constant parameters  $v$  and  $t$ : a) 200 rpm min<sup>-1</sup>, 6 min; b) 283 rpm min<sup>-1</sup>, 3 min; c) 100 rpm min<sup>-1</sup>, 3 min; d) 200 rpm min<sup>-1</sup>, 3 min

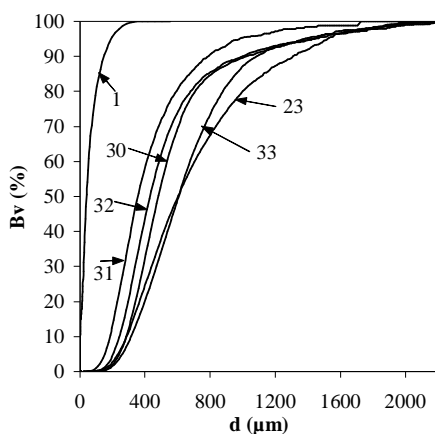
Ilość użytej wody w procesie aglomeracji w mechanicznie generowanym złożu fluidalnym bez zastosowania dyszy rozpylającej  $r1$  nie ma znacznego wpływu na rozmiar otrzymanych aglomeratów (rys. 3a-3d). Badanie granulaty charakteryzują się podobnym składem granulometrycznym. Największe cząstki otrzymano podczas



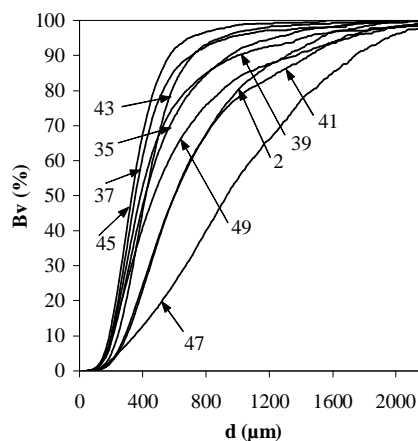
aglomeracji bez zastosowania dyszy rozpylającej wodę (r1) przy poziomie dodatku wody 50 i 90 ml (w2 i w4) w czasie 3 min (t3) przy 200 obr·min<sup>-1</sup> (v2). Zwiększenie ilości wody użytej w procesie aglomeracji z dyszą powoduje wzrost wielkości cząstek powstałych aglomeratów jest to szczególnie zauważalne przy średnicy  $d_{50}$  i  $d_{90}$ . Największe granulatory powstawały przy zastosowaniu wody w ilości 70 i 90 ml (w3 i w4) w czasie 3 min (t3) przy 200 obr·min<sup>-1</sup> (v2).

### Wpływ rodzaju cieczy nawilżającej

Wpływ rodzaju cieczy nawilżającej (woda, 30 i 50% roztwór maltozy, 30 i 50% roztwór maltodekstryny) na skład granulometryczny wybranych proszków spożywczych analizowano na podstawie aglomeratów mieszaniny A otrzymanych przy parametrach r2v2t3 (tab. 1 i 2).



**Rys. 4.** Wpływ rodzaju cieczy nawilżającej na skład granulometryczny granulatów mieszaniny A  
**Fig. 4.** Influence of the kind of wetting liquid on particle size of mixture A agglomerates



**Rys. 5.** Wpływ rodzaju badanego materiału na skład granulometryczny wybranych proszków spożywczych  
**Fig. 5.** Influence of the kind of material on particle size of received agglomerates

Zastosowanie zamiast wody jako cieczy nawilżającej wodnych roztworów węglowodanów, tj. maltozy lub maltodekstryny (przy tych samych parametrach procesowych) powoduje, że powstałe aglomeraty charakteryzują się mniejszymi rozmiarami cząstek w stosunku do aglomeratów powstałych przy zastosowaniu wody (rys. 4). Na wielkość granulatów ma również wpływ stężenia roztworu – cieczy nawilżającej. W przypadku roztworu maltodekstryny zwiększenie stężenia z 30 do 50 % powoduje wzrost średniej średnicy cząstek  $d_{50}$  z 430 do 606  $\mu\text{m}$ .

Odwrotna zależność występuje w przypadku zastosowania jako cieczy nawilżającej roztworu maltozy, zwiększenie stężenia powoduje zmniejszenie średniego wymiaru  $d_{50}$  z 481 do 358  $\mu\text{m}$ , a tym samym przesunięcie składu granulometrycznego w stronę mniejszych cząstek.

### **Wpływ rodzaju mieszaniny proszków spożywczych**

Wpływ rodzaju badanego materiału na skład granulometryczny analizowano na podstawie aglomeratów mieszanin wybranych proszków spożywczych A, B, C, D, F, G, H, I, J utworzonych przy następujących parametrach r2v2w3.

Na skład granulometryczny oprócz zastosowanych parametrów procesowych ma również wpływ rodzaj badanego materiału o określonych właściwościach fizykochemicznych (rys. 5). Analizując wyniki składu granulometrycznego mieszanin przed aglomeracją i otrzymywanych z nich aglomeratów stwierdzono, że proces aglomeracji zmienia skład granulometryczny w stronę większych cząstek. Aglomeracja nawilżeniowa poprzez mieszanie w mechanicznie generowanym złożu fluidalnym badanych mieszanin proszków spożywczych spowodowała średnio około 8-krotne powiększenie średniej średnicy cząstek  $d_{50}$  (tab. 2). Największymi wymiarami cząstek charakteryzują się aglomeraty proszku mlecznego oraz aglomeraty mieszaniny białkowo-węglowodanowej A (będącej odpowiednikiem proszku mlecznego pod względem ogólnej zawartości białka i węglowodanów). Zwiększenie ilości białka w aglomerowanej mieszaninie wiąże się ze zmniejszeniem wymiarów otrzymywanych aglomeratów.

### **WNIOSKI**

1. Aglomeracja nawilżeniowa w mechanicznie generowanym złożu fluidalnym niezależnie od zastosowanych parametrów procesowych powoduje istotną zmianę składu granulometrycznego badanej modelowej żywności w proszku powodując zwiększenie wymiarów cząstek w tym średniej średnicy o około 8 razy dla aglomeratów utworzonych przy zastosowaniu dyszy rozpylającej ciecz nawilżającą i 11 razy dla aglomeratów utworzonych bez zastosowania dyszy.

2. Wśród badanych zmiennych procesowych aglomeracji, najbardziej znaczący wpływ na skład granulometryczny badanych mieszanin ma ilość i rodzaj cieczy nawilżającej oraz rodzaj materiału zastosowanego do aglomeracji. Optymalnymi parametrami dla uzyskania największych wymiarów cząstek badanych mieszanin proszków spożywczych było użycie jako cieczy nawilżającej wody w ilości 70 g na 400 g mieszaniny, przy prędkości mieszadła 200 obr  $\text{obr}\cdot\text{min}^{-1}$  w czasie 3 minut.

3. Zastosowanie w procesie aglomeracji dyszy rozpylającej powoduje, że otrzymane aglomeraty mają mniejszy wymiar cząstek w stosunku do aglomeratów otrzymanych bez zastosowania dyszy rozpylającej i łatwiej ulegają zmiennym parametrom procesowym.

4. Prędkość mieszadła impelerowego ma istotny wpływ na wielkość otrzymanych granulek. Zwiększanie prędkości mieszadła z 100 do 200 obr·min<sup>-1</sup> powodowało wzrost rozmiarów cząstek, dalsze zwiększanie prędkości do 283 obr·min<sup>-1</sup> powodowało spadek wielkości granulek.

5. Wydłużenie czasu mieszania (granulacji) niezależnie od pozostałych parametrów procesowych powoduje nieznaczne zmniejszenie rozmiaru cząstek otrzymanych aglomeratów.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Domian E.:** Aglomeracja w przemyśle spożywczym. *Przemysł Spożywczy*, 8, 80-88, 2002.
2. **Fitzpatrick J., Ahrené L.:** Food powder handling and processing: Industry problems, knowledge barriers and research opportunities. *Chemical Engineering and Processing*, 44, 209-214, 2005.
3. **Gao J.Z.H., Jain A., Motheram R., Gray D.B., Hussain M.A.:** Fluid bed granulation of a poorly water soluble, low density, micro drug: comparison with high shear granulation. *International Journal of Pharmaceutics*, 237, 1-14, 2002.
4. **Głuba T.:** Ocena jakości produktu mokrej granulacji bębnowej, *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 42(34), 43-44, 2003.
5. **Heim A.:** Operacje mechaniczne inżynierii procesowej *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* 42(34), 5-6, 2003.
6. **Horabik J., Molenda M.:** Makro- i mikroskopowe modele materiałów sypkich, *Acta Agrophysica*, 93, 17-31, 2003.
7. **Knight P.:** Challenges in granulation technology. *Powder Technology*, 140, 156-162, 2004.
8. **Schaefer T.:** Growth mechanisms in melt granulation in high shear mixers. *Powder Technology*, 117, 68-82, 2001.
9. **Schubert H.:** Instantization of powdered foods. *International Chemical Engineering*, 33, 28-45, 1993.

## EFFECT OF AGGLOMERATION IN MECHANICALLY FLUIDIZED BED ON PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF SELECTED FOOD POWDERS

*Karolina Poszytek, Ewa Domian, Andrzej Lenart*

Department of Food Engineering and Process Management, Warsaw Agricultural University  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa  
e-mail: domian@alpha.sggw.waw.pl

**Abstract.** The aim of this work was to determine the effect of wet agglomeration in fluidized bed of model food powders on particle size of received agglomerates. Mixtures were created on base of following food powders: whey, soy protein isolate, whey protein isolate, glucose, maltodextrine, milk powder, arabic gum, xanthan gum, vegetable oil in powder. Particle size of received agglomerates was measured by particle size analyzer in air AWK – V97, Kamika. The characteristic parameters of particles set were determined on the basis of volumetric distribution. Agglomerated mixtures were characterized by significant increasing of particles sizes, among them – average diameter 8-11 times.

**Key words:** agglomeration, fluid bed, particle size distribution, food powder