

JÓZEF GROCHOWICZ

Wyższa Szkoła Hotelarstwa Gastronomii i Turystyki, Warszawa

KAZIMIERZ ZAWIŚLAK**PAWEŁ SOBCZAK**

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych UP, Lublin

Ocena skuteczności mieszania materiałów ziarnistych z zastosowaniem jako wskaźnika grochu

Wstęp

Wśród wielu operacji mechanicznych w przetwórstwie żywności mieszanie ma miejsce szczególne i dotyczy materiałów o różnych właściwościach fizycznych. Znaczna część tych operacji dotyczy materiałów sypkich lub ziarnistych i w tym obszarze mieści się prezentowana praca. [2, 5, 6].

Nie zawsze można uzyskać mieszaninę o wysokim stopniu zmieszania w wyniku mieszania różnych układów ziarnistych. Podczas mieszania niejednorodnych materiałów występuje segregacja, wywołana różnicami we właściwościach materiałów. Przede wszystkim wtedy, gdy te różnice dotyczą wymiarów ziaren, gęstości jak również kształtu, sprężystości i wilgotności układu. Istota jej powstawania polega na tym, iż po osiągnięciu maksymalnego stanu zmieszania cząstki o podobnych własnościach wykazują tendencję do zajmowania określonych miejsc w złożu. W rezultacie prowadzi to do częściowego – mniejszego lub większego – rozdzielenia się składników, wprowadzając mieszany układ w stan dynamicznie stabilny, równowagowy.

Z dotychczasowych badań wynika, że na segregację duży wpływ mają jedynie dwa czynniki: gęstość oraz różnice wymiarów ziaren [1, 3].

Cel, zakres i metodyka badań

Celem badań było opracowanie prostej w wykonaniu i taniej metody badania homogeniczności mieszanki w warunkach produkcyjnych.

Proces mieszania prowadzony był w miazarce poziomej dwuwstępowej typu MPC-S50 o pojemności 50 dm³. Miazarka wyposażona była w silnik o mocy 2,2 kW, obroty miazadła wynosiły 30 min⁻¹. Wymiary miazarki: długość – 70 cm, szerokość – 30 cm, głębokość – 36 cm. Do badań przyjęto mieszaninę dwuskładnikową: kaszkę kukurydzianą z grochem w proporcjach 20:1. Założono trzy czasy mieszania, odpowiednio: 3; 5 oraz 7 min. Po każdym cyklu miazarka była ponownie napełniana. Stopień wypełnienia miazarki wynosił 100%. Po każdym czasie mieszania, z wysypu miazarki pobierano 10 prób (o masie 900 g każda). Następnie próbkę przesiewano ręcznie za pomocą sita o kwadratowych oczkach 4 mm. Pozostały na sicie groch ważono, co stanowiło podstawę do dalszych obliczeń CV – współczynnika zmienności. Wszystkie badania dotyczące procesu mieszania wykonano w trzech powtórzeniach.

Wyniki

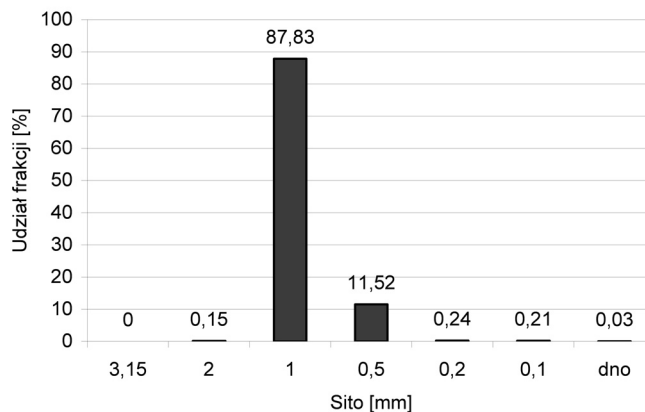
W tabelcy 1 przedstawiono wyniki charakterystycznych wielkości fizycznych kaszki kukurydzianej, która była użyta do badań procesu mieszania oraz wskaźnika, którym był groch.

Tabela 1

Właściwości fizyczne kaszki kukurydzianej i grochu

Surowiec	Wilgotność [%]	Gęstość usypowa [kg·m ⁻³]	Gęstość utrzęsiona [kg·m ⁻³]	Masa 1000 szt. [g]	Kąt usypania [°]	Średni geometryczny wymiar cząstki [mm]
Kaszka kukurydziana	12,1	692,1	714,8	–	37	1,41
Groch	12	754,7	825,1	361,8	16	4,5

Na rys. 1 przedstawiono rozkład granulometryczny kaszki kukurydzianej. Rozdrobnienie surowca było bardzo wyrównane, 99,5% zawierało się w przedziale klasowym >2 i <0,5 mm.



Rys. 1. Rozkład granulometryczny kaszki kukurydzianej

W tabelcy 2 przedstawiono masę grochu w poszczególnych próbkach po czasie mieszania wynoszącym 3 min. Jak wynika z tabelcy 2 w dwóch powtórzeniach otrzymano dobry stopień zmieszania, jednak istnieje bardzo duży rozrzut wyników pomiędzy poszczególnymi powtórzeniami, co może być spowodowane krótkim czasem mieszania.

W tabelcy 3 przedstawiono wyniki skuteczności mieszania po czasie 5 min. Wynik obliczeń przedstawiają niewielki wpływ przedłużenia czasu mieszania na jego skuteczność. Ponownie dwie wartości mieszczą się w zakresie CV < 10. Jednak wartości poszczególnych powtórzeń są bardzo zbliżone do siebie.

Tabela 4 przedstawia masy grochu wydzielonego z próbek pobranych po 7 minutach mieszania.

Tablica 2
Masa grochu w poszczególnych próbach po 3 minutach mieszania

Próba	Czas mieszania 3 min			
	Powtórzenie 1	Powtórzenie 2	Powtórzenie 3	Średnia
1	51,43	45,51	47,27	48,07
2	40,71	41,03	44,86	42,2
3	50,58	48,65	44	47,74
4	47,02	46,05	46,94	46,67
5	42,87	41,67	40,83	41,79
6	37,77	48,77	45,23	43,92
7	34,15	39,92	41,04	38,37
8	41,5	47,35	40,5	43,12
9	49,52	44,17	44,71	46,13
10	44,12	43,6	45,26	44,33
Średnia	43,97	44,67	44,06	44,23
Odchylenie standardowe	5,70	3,14	2,47	3,03
CV	12,96	7,03	5,60	6,84

Tablica 4
Masa grochu w poszczególnych próbach po 7 minutach mieszania

Próba	Czas mieszania 7 min			
	Powtórzenie 1	Powtórzenie 2	Powtórzenie 3	Średnia
1	52,18	53,36	46,69	50,74
2	50,2	45,55	46,37	47,37
3	39,55	40,59	38,56	39,57
4	42,6	43,09	42,18	42,62
5	43,74	40,23	41,75	41,91
6	45,4	44,14	50,48	46,67
7	41,74	43,36	42,46	42,52
8	47,93	41,32	52,65	47,30
9	40,33	44	45,45	43,26
10	38,61	43,82	44,12	42,18
Średnia	44,23	43,95	45,07	44,42
Odchylenie standardowe	4,62	3,72	4,23	3,42
CV	10,44	8,46	9,37	7,70

Tablica 3
Masa grochu w poszczególnych próbach po 5 minutach mieszania

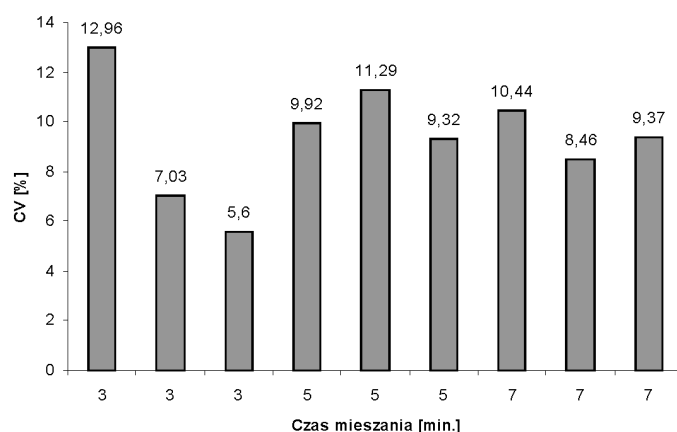
Próba	Czas mieszania 5 min			
	Powtórzenie 1	Powtórzenie 2	Powtórzenie 3	Średnia
1	45,28	57,46	54,26	52,33
2	50,8	45,42	48,25	48,16
3	51,33	40,71	43,52	45,19
4	41,62	43,36	46,18	43,72
5	44,93	45,38	47,54	45,95
6	39,38	39,04	46	41,47
7	44,22	44,04	40,1	42,77
8	42,87	41,92	45,28	43,36
9	50,3	43,25	48,85	47,47
10	39,56	42,92	39,68	40,72
Średnia	45,03	44,35	45,97	45,12
Odchylenie standardowe	4,47	5,01	4,29	3,51
CV	9,92	11,29	9,32	7,77

Podsumowanie

Otrzymane wartości współczynnika CV po 7 minutach mieszania są bardzo zbliżone do wyników jakie uzyskano przy czasie mieszania wynoszącym 5 min.

Na rys. 2 przedstawiono wyniki obliczeń współczynnika zmienności ze wszystkich pobranych prób objętościowych przy użyciu grochu jako traseru.

Warto zwrócić uwagę na wyniki obliczeń współczynnika zmienności z wartości średnich po trzech powtórzeniach każdej próby, który przy 3 min. mieszania osiągnął wartość najniższą. Jednak rozrzut z każdego powtórzenia jest dość duży i nie pozwala jednoznacznie określić homogeniczności mie-



Rys. 2. Współczynniki zmienności dla poszczególnych czasów mieszania

szanki. W przypadku pomiarów wykonanych dla czasów 5 i 7 min. rozbieżności te są nieduże.

Przeprowadzone w skali laboratoryjnej badania nad określeniem stopnia wymieszania mieszanek sypkich za pomocą naturalnego wskaźnika, jakim są nasiona grochu pozwalają na opracowanie bardzo przydatnej, prostej i szybkiej metody pomiaru homogeniczności mieszanek sypkich w warunkach produkcyjnych. Badania te wymagają jedynie potwierdzenia słuszności założeń w skali produkcyjnej.

LITERATURA

1. J. Boss, A. Kolasa: Zesz. Nauk. Politech. Opolskiej. 60, 17 (2000).
2. J. Grochowicz: Zaawansowane techniki wytwarzania przemysłowych mieszanek paszowych, Lublin, 1998.
3. H. Mann: Amino News, 5, January, 19-26 (2004).
4. D.K. Rollins, D.L. Faust, D. Jabas: Powder Technology. 84, 277 (1995).
5. S. Walczyński: Biul. Inf. Przem. Pasz. nr 7/8, 13 (2003).
6. K. Zawislak: Biul. Inf. Pasz. Przem. nr 2, 5 (1997).