

DARIUSZ ANDREJKO

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin

MAŁGORZATA GOŹDZIEWSKA  
JÓZEF GROCHOWICZ

Zakład Hotelarstwa i Gastronomii, Wyższa Szkoła Hotelarstwa, Gastronomii i Turystyki, Warszawa

# Badanie eksploatacyjne laboratoryjnej mieszarki łopatkowej

## Wprowadzenie

Proces mieszania materiałów ziarnistych dość powszechnie stosowany jest w przetwórstwie rolno-spożywczym. Jego celem jest wytwarzanie gotowych produktów, poddawanych następnie konfekcjonowaniu lub półproduktów wykorzystywanych w dalszej produkcji. Mieszanie materiałów ziarnistych prowadzi się w różnego typu urządzeniach mieszających [4].

Niezależnie w jakim urządzeniu odbywa się mieszanie, kluczowym zagadnieniem jest osiągnięcie wymaganego rozproszenia składników tworzących mieszaninę ziarnistą. Również istotny jest wydatek energii potrzebnej do doprowadzenia określonej objętości materiału ziarnistego do stanu wymieszania. Uwzględniając te wymogi należy tak dobrać czynniki konstrukcyjne i eksploatacyjne urządzenia mieszającego, aby otrzymać produkt o zadowalającej jakości, przy możliwie najniższych kosztach wytworzenia [1–3, 5].

## Cel i zakres pracy

Celem pracy było wyznaczenie wpływu prędkości obrotowej, liczby łopatek i czasu mieszania na jednorodność mieszaniny uzyskanej po procesie mieszania w laboratoryjnej mieszarce łopatkowej.

## Materiał i metodyka

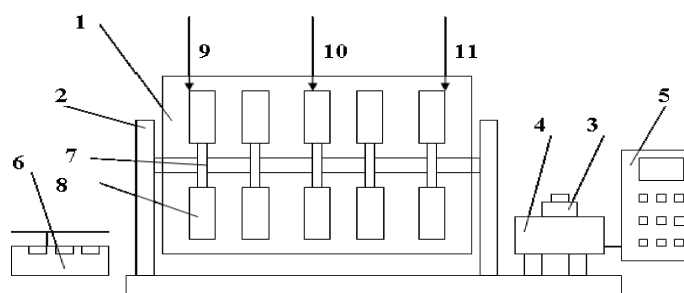
Materiałem przyjętym do badań była mieszanina (50% + 50%) ziarna pszenicy odmiany *Armet* (gęstość usypowa 737,6 kg · m<sup>-3</sup>, masa 1000 ziaren 35,27 g) i łubinu odmiany *Emir* (gęstość usypowa 761,6 kg · m<sup>-3</sup>, masa 1000 ziaren 135,06 g). Do badań wykorzystano 4 kg próbki mieszaniny o wilgotności 10%.

## Opis stanowiska

Mieszarka użyta do badań została zaprojektowana i wykonana w *Katedrze Inżynierii i Maszyn Spożywczych Uniwersytetu Przyrodniczego* w Lublinie. Jest to mieszarka jedno-wałowa o działaniu okresowym (Rys. 1). Na wale zamontowano, sześć pierścieni z wspawanymi nagwintowanymi prętami po trzy w jednym pierścieniu, które są umieszczone co 120°. Na każdym pierścieniu zamocowane są 3 łopatki. Na wale można zamocować maksymalnie 6 pierścieni.

## Przebieg badań

W celu określenia stopnia zmieszania w mieszarce ustalono trzy punkty pomiarowe (Rys. 1). Próbki pobierano w jednomi-



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego: 1 – koryto mieszarki, 2 – rama mieszarki, 3 – wyłącznik silnika, 4 – silnik, 5 – przetwornik częstotliwości, 6 – waga laboratoryjna, 7 – pierścień, 8 – łopatki, 9 – 1. punkt pomiarowy, 10 – 2. punkt pomiarowy, 11 – 3. punkt pomiarowy

nutowych odstępach czasowych. Pobrane próbki o objętości 100 cm<sup>3</sup> z głębokości 60 mm, były rozdzielane na dwie frakcje, tj. ziarna pszenicy i nasiona łubinu, a następnie ważone na wadze laboratoryjnej z dokładnością do 0,01 g, oraz próbki ponownie zwracano do mieszarki. Stopień wypełnienia mieszarki wynosił 80%.

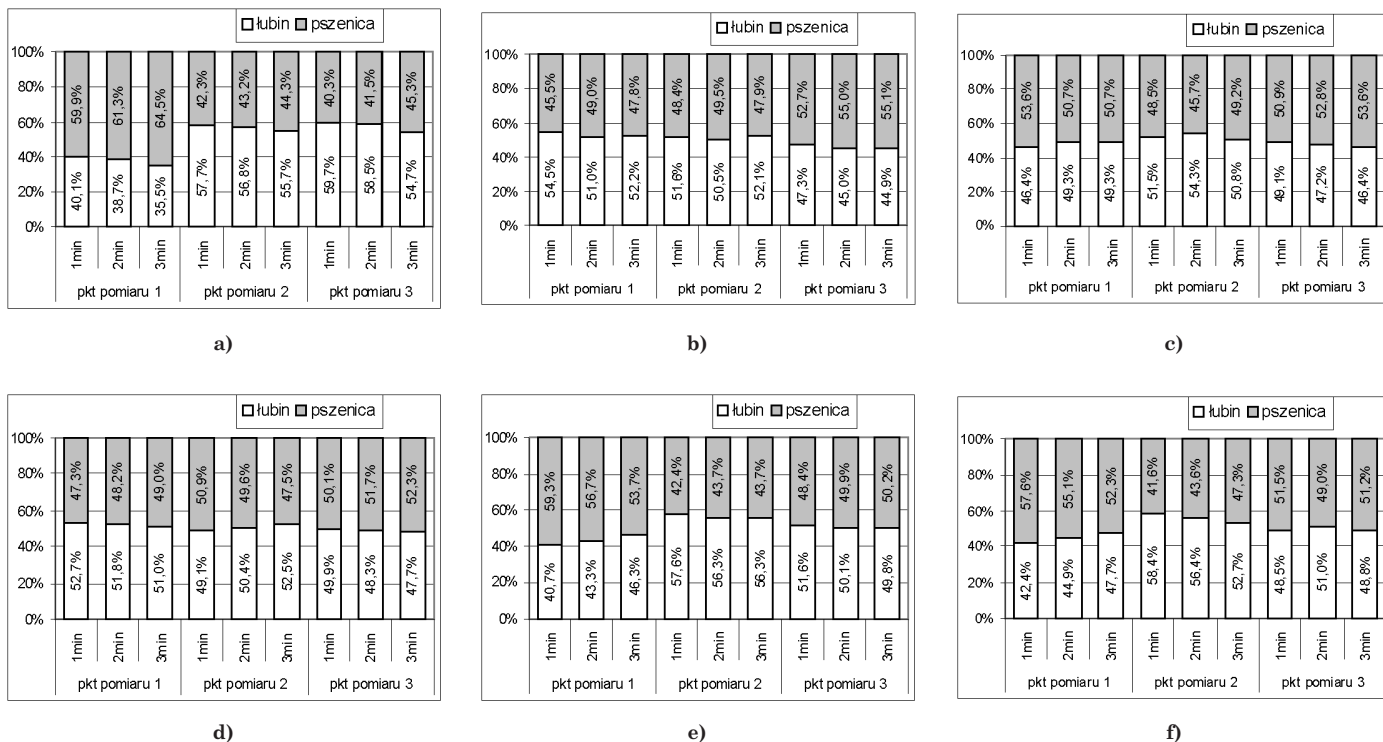
Proces mieszania był przeprowadzony najpierw przy użyciu 2, 3, 4, 5, 6 pierścieni z trzema łopatkami. Prędkość obrotowa łopatek była zmienna. Zakres regulacji prędkości wynosił: 20, 30, 40, 50, 60, 70 obr./min. Otrzymane wyniki zostały przeliczone na udziały procentowe poszczególnych składników mieszaniny a następnie przedstawione w postaci graficznej.

## Wyniki badań i ich analiza

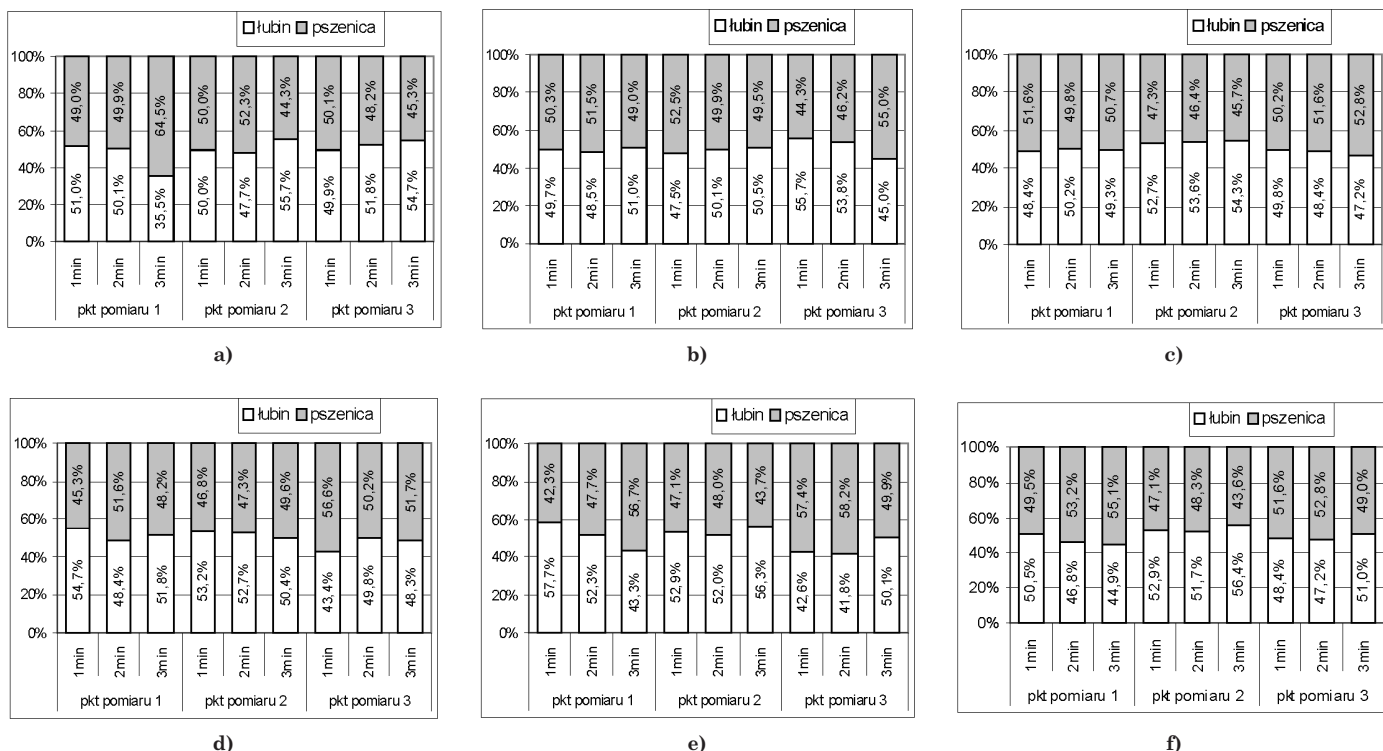
Po przeprowadzeniu badań nie stwierdzono wpływu prędkości mieszania na efekt procesu prowadzony przy użyciu 2, 3, 4 pierścieni z trzema łopatkami. Wyniki dla małych ilości pierścieni były zdecydowanie gorsze. Spowodowane to było niedostateczną liczbą elementów mieszających (łopatek) zastosowanych w procesie.

Na rys.2. przedstawiono wpływ prędkości obrotowej łopatek na efekt mieszania mieszaniny dwuskładnikowej. Element mieszający składał się z pięciu pierścieni zaopatrzonych w trzy łopatki, czas mieszania wynosił 1, 2 i 3 minuty.

Na podstawie zaprezentowanych wyników badań stwierdzono bardzo chaotyczny rozkład poszczególnych komponentów mieszaniny. Udziały procentowe badanej mieszaniny różniły się od udziałów kontrolnych (50% pszenicy + 50% łubinu). Najlepsze wyniki można zaobserwować dla prędkości 50



Rys. 2. Wpływ prędkości obrotowej łopatek na efekty procesu mieszania: element mieszający 5 pierścieni, a) 20, b) 30, c) 40, d) 50, e) 60, f) 70 [obr./min]



Rys. 3. Wpływ prędkości obrotowej łopatek na efekty procesu mieszania: element mieszający 6 pierścieni, a) 20, b) 30, c) 40, d) 50, e) 60, f) 70 [obr./min]

obr./min, gdzie udział procentowy mieszanki, jest bliski udziałom procentowym kontrolnych.

Na rys. 3 przedstawiono wpływ prędkości obrotowej łopatek na efekt mieszania mieszanki dwuskładnikowej. Element mieszający składał się z 6 pierścieni zaopatrzonych w trzy łopatki każdy, czas mieszania wyniósł 1, 2 i 3 minuty. Analizując dane liczbowe stwierdzono najlepsze efekty procesu mieszania. Zastosowanie 6 pierścieni mieszających wyeliminowało powstawanie tzw. martwych stref.

Analizując zaprezentowane wyniki należy stwierdzić, że najważniejszymi czynnikami, które wpływały na efekt mieszania była ilość pierścieni wraz z łopatkami oraz czas mie-

szania. Zastosowanie 6 pierścieni mieszających wyeliminowało powstawanie tzw. martwych stref.

szania. Czas mieszania w zakresie od 1 do 3 minut wpływał decydująco na jakość otrzymanej mieszaniny. Wydłużenie czasu do 3 minut spowodowało niemal w każdym przypadku wzrost jednorodności badanej mieszaniny.

Również ilość zastosowanych elementów mieszających powodowała poprawę jednorodności badanego materiału. Najlepsze efekty zaobserwowano stosując 5 i 6 pierścieni.

### Wnioski

Wyniki badań i ich analiza prowadzą do następujących wniosków:

1. zaprojektowane i wykonane mieszadło może być wykorzystane do mieszania sypkich komponentów roślinnych,
2. czas mieszania oraz liczba elementów mieszających wpływają na poprawę jednorodności otrzymanej mieszaniny. Najlepsze efekty mieszania uzyskane po 3-minutowym procesie z zastosowaniem 6 pierścieni (18 łopatek),

3. prędkość obrotowa łopatek mieszających w zakresie od 20–40 obr/min nie ma wpływu na jednorodność mieszaniny.

Znaczne rozbieżności między procentowym składem badanej mieszaniny, a układem kontrolnym sięgające nawet 20%, jak również stwierdzona przewaga ziaren pszenicy (materiał o mniejszych wymiarach) świadczą o zaistnieniu zjawiska segregacji składników mieszanin, co w dużym stopniu obniża jej jakość

### LITERATURA

1. *J. Grochowicz, K. Zawiślak, S. Walczyński, H. Podgórska*: Biuletyn Nauk Przemysłu Paszowego, nr 1/2, 51 (1998).
2. *A. Trybuski*: Przegląd Zbożowo Młynarski, nr 6, 35 (1997).
3. *S. Walczyński*: Pasze Przemysłowe, nr 11/12, 23 (1997).
4. *M. Węgrzyn*: Inżynieria Rolnicza, 11 (71), 497 (2005).
5. *D.L. Wicher, D.R. Pool*: Mixer performance. Petfood Industry, nr 4/5, 21 (1992).

JANUSZ BOSS  
PAWEŁ RATUSZNY

Katedra Inżynierii Procesowej, Uniwersytet Opolski, Opole

# Badanie procesu segregacji mieszanin materiałów ziarnistych podczas transportu pneumatycznego

## Wstęp

Proces mieszania jest stosowany w wielu gałęziach przemysłu. Znanych jest wiele metod mieszania oraz urządzeń do realizacji tego procesu [1]. Mieszaniny materiałów ziarnistych mogą stanowić gotowy produkt handlowy lub mogą być półproduktem wykorzystywanym w różnych technologiach. Zatem efekt mieszania materiałów ziarnistych decyduje o jakości i wartości handlowej produktów, a także ma istotne znaczenie tam, gdzie mieszanina jest półproduktem.

Gotową mieszaninę należy przetransportować do kolejnego etapu produkcji lub do odbiorcy. Można do tego celu zastosować różne urządzenia jak przenośniki taśmowe, kubełkowe, pneumatyczne i inne.

Przenośniki pneumatyczne mają wiele zalet, takich jak hermetyczność transportu, brak strat materiału i pylenia, możliwość łatwego doprowadzenia przewodów w dowolne miejsce [2]. Jednak część układów ziarnistych wykazuje silne skłonności do segregacji, stąd podczas transportu mieszaniny może nastąpić istotne pogorszenie jej jakości [3].

Zatem, z jednej strony musimy uzyskać mieszaninę o wysokiej jakości, z drugiej jednak należy zadbać o to, aby podczas transportu nie nastąpiło pogorszenie jej parametrów.

Ponieważ przenośniki pneumatyczne są bardzo chętnie stosowane w przemyśle rolno-spożywczym, postanowiono zbadać wpływ transportu na jakość mieszanin występujących w tej

gałęzi gospodarki. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań uzyskane podczas transportu pneumatycznego niejednorodnych, dwuskładnikowych układów materiałów ziarnistych, stosowanych w rolnictwie oraz przemyśle spożywczym.

## Cel i metodyka badań

Celem badań było wyznaczenie krzywych mieszania dla dwuskładnikowych, niejednorodnych układów ziarnistych, składających się z ziaren pszenicy, soi oraz gorczycy, transportowanych przenośnikiem pneumatycznym. W tablicy 1 przedstawiono właściwości badanych układów.

Do badań wykorzystano laboratoryjny przenośnik pneumatyczny tłoczący, o średnicy przewodu 32 mm, składający się z odcinków poziomych, pionowych oraz 4 łuków. Łączna długość rur przenośnika wynosiła 5,5 m. Powietrze dostarczane było z wentylatora o regulowanej wydajności. Prędkość powietrza mierzono anemometrem elektronicznym. Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys. 1.

Do urządzenia dozującego podawano mieszaninę o stopniu zmieszania  $M > 0,94$  (obliczonym ze wzoru (1)), czyli mieszaninę ocenianą jako bardzo dobrą. Udział ziaren traseira w mieszaninie wynosił we wszystkich pomiarach  $p = 0,1$ . W punkcie odbioru ustawiono kasetę, za pomocą której transportowany materiał był rozdzielony na 10 jednakowych pró-