

Paweł Chyt, Andrzej Karbowy  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

## METODA OCENY MIESZARKI PASZ SYPKICH

### Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na mieszarce z pionowym elementem roboczym, w której wytwarzano pasze pełnoporcjowe dla trzody chlewnej. Do określenia stopnia zmieszania zastosowano metodę z wykorzystaniem wyróżnika. Na podstawie badań określono całkowity czas prowadzenia procesu mieszania.

**Słowa kluczowe:** komponenty, mieszarka pionowa z elementem ślimakowym, mieszanka

### Wprowadzenie

W Polsce istnieją przedsiębiorstwa rolnicze oraz indywidualni producenci produkujący zboża i mieszanki paszowe dla własnych stad drobiu, trzody czy bydła. W tych zakładach produkcyjnych powinny być przestrzegane przepisy dotyczące wytwarzania pasz, gdyż ich produkty docelowe, takie jak: jaja, żywiec drobiowy, żywiec wieprzowy czy mleko, wprowadzane są do obrotu i spożywane są przez konsumentów. Przy ocenie jakości mieszanek bardzo ważnym kryterium jest odpowiednia ilość składników, wynikająca z receptury oraz stopień ich zmieszania ze sobą. Żądany efekt zmieszania można uzyskać jedynie używając do produkcji pasz odpowiednio przystosowanych i sprawdzonych urządzeń. W zależności od technologii wytwarzania mieszanek oraz wielkości produkcji stosuje się mieszalniki różnego typu różniące się konstrukcją, wydajnością lub stopniem zautomatyzowania procesu mieszania, jednak każda z nich, bez względu na wielkość produkcji, powinna spełniać wymagania dotyczące wymieszania składników paszy [Romaniuk, Karbowy i in. 2000]. Dlatego podczas projektowania mieszarek należy tak dobrać ich parametry, aby efekty pracy urządzeń były zadowalające dla ich użytkowników oraz spełniały wymagania odpowiednich przepisów.

Mieszarki wymagają również kontrolowania ich pracy podczas normalnego użytkowania, dlatego powinno prowadzić się kontrolę z zastosowaniem sprawdzonych i dostępnych do tego celu metod badawczych. Wynikiem procesu mieszania jest odpowiedniej jakości produkt - mieszanka paszowa, której jednorodność stanowi zarazem kryterium oceny pracy mieszarki. Przeprowadzenie jakichkolwiek badań wymaga zawsze postępowania zgod-

nego z ustaloną metodyką. Najpierw należy pobrać próby z wymieszanej paszy i poddać je odpowiednim analizom [Stręk 1971].

Rodzaj analizy zależy od przyjętej wcześniej zasady testowania. Spośród tych analiz można wymienić: badanie składu granulometrycznego i porównywanie kolejnych prób, analiza sedymentacyjna (próbkę o masie 30 g wprowadza się do cieczy gęstości poniżej  $1,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , np. czterochloroetylen i wykonuje analizę porównawczą osadów po upływie 5 min.), oznaczanie zawartości popiołu w kolejnych próbach - zbyt mało dokładna metoda, ponieważ nie dostarcza informacji o różnicach w zawartości składników występujących w skali mikro, oznaczanie zawartości chlorków (po dodaniu soli lub mieszanek, które ją zawierają) metodą potencjometryczną lub przy użyciu specjalnego aparatu pomiarowego (do automatycznego oznaczania stężenia jonów chlorkowych), oznaczanie zawartości węglanu wapnia (przy użyciu aparatu Scheiblera), oznaczanie zawartości w paszy niektórych środków farmakologicznych, analiza obecności w próbach mikrowskaźników dodanych do mieszarki przed rozpoczęciem mieszania [Grochowicz 1998].

Celem pracy była analiza metod oceny mieszarek oraz opracowanie własnej metody oceny mieszarki z pionowym elementem roboczym na podstawie badań stopnia zmieszania mieszanek paszowych uzyskanych w procesie mieszania metodą mikrowskaźników.

Zakres badań obejmował: określenie cech fizycznych komponentów użytych do wytwarzania mieszanek paszowych dla trzody chlewnej, tj. stopnia rozdrobnienia, gęstości usypnej i gęstości w stanie utrzęsonym, określenie jakości wytworzonej mieszanki paszowej na podstawie stopnia zmieszania, określenie parametrów kinematyczno-konstrukcyjnych badanej mieszarki, tj. wymiarów geometrycznych i prędkości kątowej ślimaka mieszającego.

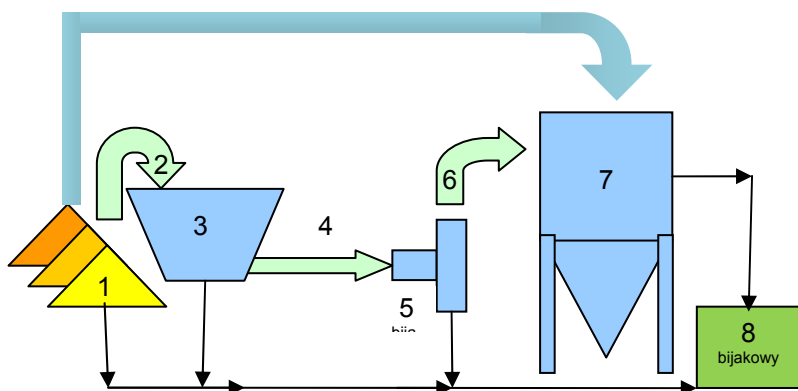
### **Metodyka badań**

Badania przeprowadzono na mieszarce porcjowej z pionowym elementem roboczym. Pojemność całkowita zbiornika mieszarki wynosiła  $1,4 \text{ m}^3$ , średnica zewnętrzna ślimaka mieszającego 225 mm, a skok ślimaka 185 mm. Prędkość obrotowa ślimaka mieszającego wynosiła  $275 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ . Schemat stanowiska badawczego przedstawia rysunek 1.

Do badań użyto pełnoporcjowej mieszanki, stosowanej w chowie trzody chlewnej. Wybrana pełnoporcjowa mieszanka zawierała wszystkie składniki witaminowe i mineralne, niezbędne dla prawidłowego wzrostu i rozwoju organizmu. W tabeli 1 przedstawiono skład badanej mieszanki oraz procentowy udział poszczególnych komponentów w ogólnej jej masie.

Po całym procesie technologicznym wytwarzania każdej porcji mieszanki oceniano stopień zmieszania komponentów za pomocą metody mikro-

skaźników. Cząstki Micro Tracers, Inc. są cząstkami jednakowego rozmiaru, pokrytymi homologowanymi barwnikami spożywczymi, zawierającymi zdefiniowaną liczbę cząstek na jednostkę wagi. W przemyśle żywniowym, głównie używane są cząstki żelaza. W zależności od produktu jeden gram mikrowskaźników zawiera od 25000 do 1000000 cząstek. Dostępny jest szeroki zakres indywidualnie dobranych kolorów.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego [koncepcja własna]: 1- magazyn komponentów, 2- przenośnik ślimakowy, 3- zbiornik wagowy, 4- przewód ssący, 5- rozdrabniacz bijakowy, 6- przewód tłoczący, 7- mieszarka, 8- stanowisko pomiarowe

Fig. 1. Scheme of the testing stand (based on own conception): 1- store of components, 2- screw conveyor, 3- balance container, 4- suction duct, 5- hammer mill, 6- pressing duct, 7- mixer, 8- measuring panel

Tabela 1. Procentowy udział komponentów w badanej mieszance

Table 1. Percentage share of the components in tested feed mixture

Skład	%
komponent 1	40
komponent 2	30
komponent 3	20
komponent 4	10
suma	100

Dodając zdefiniowaną ilość mikrowskaźników przed procesem mieszania można szybko i niskim kosztem zweryfikować homogenizację mieszanki paszowej. Używając procesu detekcji rotacyjnej można zanalizować w krótkim czasie obecność cząsteczek mikrowskaźników w produkcie końcowym.

Cząstki są separowane przez użycie obracającego się i wibrującego magnesu. Następnie są umieszczane na papierowym filtrze pokrytym substancją wywołującą. Ślady otrzymane w ten sposób mogą być policzone wizualnie lub przez przyrządy skanujące [Micro Tracers, Inc. 2008].

W przeprowadzanych badaniach użyte zostały mikrowskaźniki, których zawartość w gramie wynosiła 25000 sztuk. Ustalono, że ilość mikrowskaźników w próbce laboratoryjnej (100 g), odpowiadająca idealnemu zmieszaniu (100%) wynosić będzie 100 szt., co obliczono na podstawie zależności:

$$N = \frac{m \cdot n}{M} \quad (1)$$

gdzie:

$N$  - liczba mikrowskaźników (sztuk) określająca stopień zmieszania, 100%,

$m$  - masa mikrowskaźników dodanych do porcji mieszanej paszy, g,

$n$  - liczba mikrowskaźników (sztuk) w 1 g,

$M$  - masa porcji mieszanej paszy, kg.

### **Wyniki badań**

Analiza uwzględniała uzyskane rezultaty ze względu na wartość współczynnika napełnienia mieszarki. Badaną mieszarkę analizowano przy trzech stopniach napełnienia 0,6, 0,7 oraz 0,8.

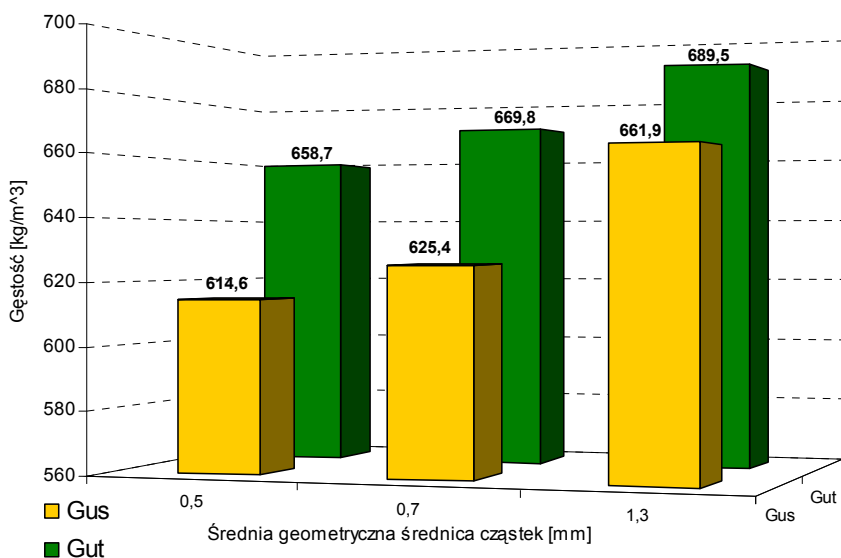
Mieszanki podzielone zostały ze względu na stopień rozdrobnienia, a następnie zbadana została ich gęstość usypna oraz w stanie utręszonym. W procesie produkcji pasz w gospodarstwie zmianę stopnia rozdrobnienia można było uzyskać jedynie w komponentach 1 i 2. Komponenty 3 i 4 otrzymywane były już w określonym stopniu rozdrobnienia i w cyklu produkcyjnym nie poddawano ich zmianom.

Wartości gęstości usypnej oraz w stanie utręszonym przedstawiono na rysunku 2.

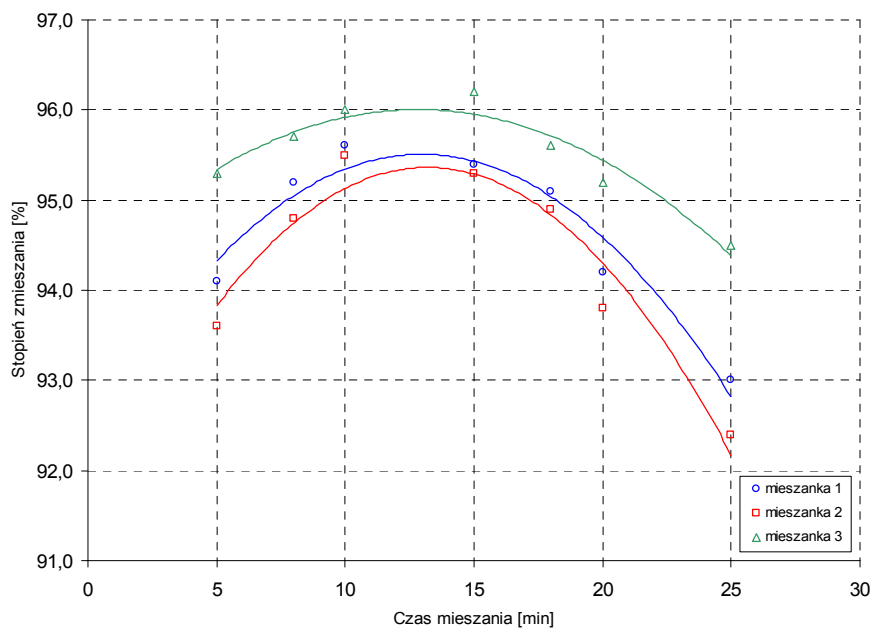
Rysunek 3 przedstawia zależność pomiędzy czasem mieszania, a stopniem zmieszania dla mieszanek 1, 2 i 3 przy współczynniku napełnienia mieszarki równym 0,6.

Rysunek 4 przedstawia zależność pomiędzy czasem mieszania a stopniem zmieszania dla mieszanek 1, 2 i 3 przy współczynniku napełnienia mieszarki równym 0,7.

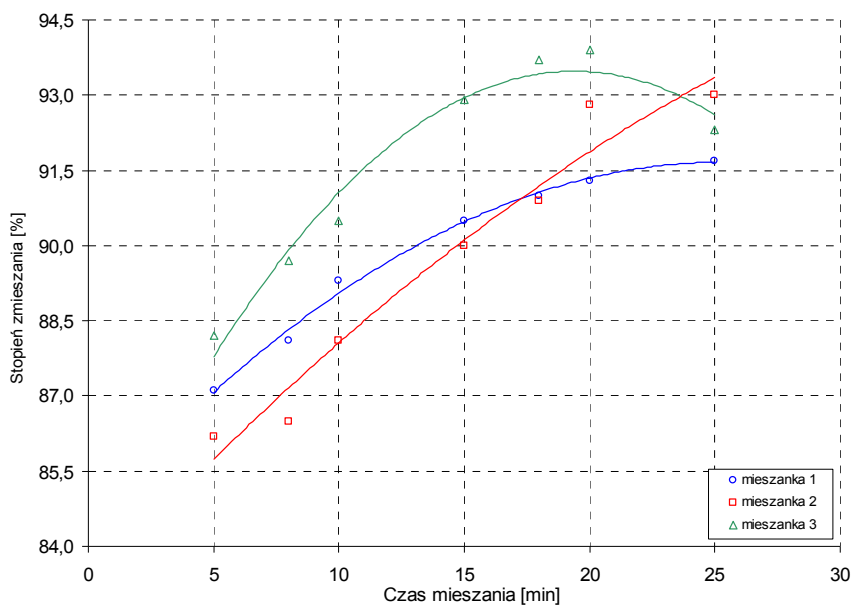
Rysunek 5 przedstawia zależność pomiędzy czasem mieszania a stopniem zmieszania dla mieszanek 1, 2 i 3 przy współczynniku napełnienia mieszarki równym 0,8.



Rys. 2. Wartości gęstości usypnej ( $G_{us}$ ) i w stanie utrząsionym ( $G_{ut}$ ) badanych mieszanek  
 Fig. 2. The values of bulk density ( $G_{us}$ ) and shaken density ( $G_{ut}$ ) of investigated feed mixture

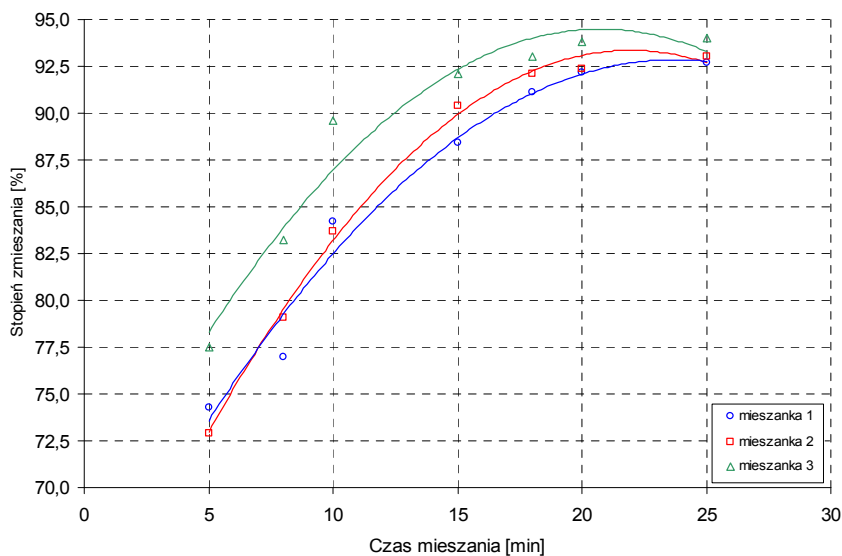


Rys. 3. Zależność pomiędzy czasem mieszania a stopniem zmieszania dla mieszanek 1, 2 i 3 przy współczynniku napelnienia mieszarki równym 0,6  
 Fig. 3. Relationship between mixing duration and mixing degree for the mixtures 1, 2 and 3 at mixer filling coefficient 0.6



Rys. 4. Zależność pomiędzy czasem mieszania a stopniem zmieszania dla mieszanek 1, 2 i 3 przy współczynniku napełnienia mieszarki równym 0,7

Fig. 4. Relationship between mixing duration and mixing degree for the mixtures 1, 2 and 3 at mixer filling coefficient 0.7



Rys. 5. Zależność pomiędzy czasem mieszania a stopniem zmieszania dla mieszanek 1, 2 i 3 przy współczynniku napełnienia mieszarki równym 0,8

Fig. 5. Relationship between mixing duration and mixing degree for the mixtures 1, 2 and 3 at mixer filling coefficient 0.8

## **Podsumowanie**

Do opracowania metody oceny mieszarki posłużono się stanowiskiem badawczym składającym się z mieszarki porcjowej z pionowym elementem roboczym. Do oceny stopnia zmieszania pasz użyto metody z zastosowaniem wyróżnika w postaci barwionych opiłków metalu o zdefiniowanej ilości. Opracowana metoda może być zastosowana również do oceny mieszarek o różnych konstrukcjach oraz pojemnościach.

## **Wnioski**

1. Największą wartość średnią stopnia zmieszania (96,2%) uzyskano przy procesie mieszania mieszarki 3, dla współczynnika napełnienia mieszarki równego 0,6. Wartość tą uzyskano po czasie mieszania 15 min.
2. Dla współczynnika napełnienia mieszarki 0,6 można zauważyć spadek wartości stopnia zmieszania po przekroczeniu granicznego czasu mieszania. Tendencję tę wykazywały wszystkie badane mieszarki. Dla mieszarek 1 i 2 graniczny czas mieszania wynosił 10 min, natomiast dla mieszarki 3 spadek wartości stopnia zmieszania następował po czasie mieszania 15 min.
3. Badania wykazały, że największy wzrost wartości stopnia zmieszania w zależności od czasu mieszania osiągnięto przy współczynniku napełnienia mieszarki równym 0,8. Taką tendencję wykazywały wszystkie badane mieszarki, lecz najlepszy wynik osiągnięto przy mieszance 2 i wyniósł on 20,1%.
4. Na podstawie przeprowadzonych badań można zauważyć, że najmniejszą różnicę w wartościach stopnia zmieszania osiągały badane mieszarki przy współczynniku napełnienia mieszarki równym 0,6.

## **Bibliografia**

Micro Tracers, Inc. 2008. [www.microtracers.com](http://www.microtracers.com)

Romaniuk W., Karbowy A., Nagorski I., Seleznev A., Grishkov A. 2000. Budowa i analiza modeli mieszarek do pasz pełnoporcjowych. Inżynieria Rolnicza, Nr 6 (17), s. 233-239

Grochowicz J. i in. 1999. Premiksy i mieszanki skoncentrowane. Składniki, technika produkcji i zastosowanie. Praca zbiorowa, AR Lublin

Grochowicz J. 1998. Zaawansowane techniki wytwarzania przemysłowych mieszanek paszowych. PAGROS s.c., Lublin

Koch R., Noworyta A. 1998. Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej. WNT, Warszawa

Stręć F. 1971. Mieszanie i Mieszalniki. WNT, Warszawa