

## ANALIZA PROCESU MIESZANIA PASZY DLA DROBIU W PRZEMYSŁOWEJ WYTWÓRNI PASZ

*Dominika Matuszek*

*Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej, Politechnika Opolska*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki analizy homogeniczności paszy produkowanej w przemysłowej wytwórni pasz. Badania przeprowadzono dla procesu mieszania w określonych jednostkach czasu, trzech różnych mieszanek paszowych dla drobiu. Informacje do oceny homogeniczności uzyskiwano na podstawie zawartości mikrowskaźnika w pobranych próbach. Wykorzystując test zgodności chi-kwadrat określano jakość paszy uzyskiwanej po zadanym czasie mieszania. Parametr jakości paszy stanowił poziom prawdopodobieństwa. Wartość tego wskaźnika mieści się w przedziale od 0 do 1, gdzie wartość 1 oznacza najlepszą jakość paszy. Interpretacja graficzna wyników pozwala na określenie wpływu czasu mieszania na homogeniczność paszy. Najlepsze rezultaty uzyskano dla mieszania paszy o najmniej zróżnicowanym składzie granulometrycznym – Brojler Starter.

**Słowa kluczowe:** mieszanka paszowa, mieszalnik pasz, Microtracer<sup>®</sup>, homogeniczność paszy, test chi-kwadrat

### Wstęp

Proces mieszania pasz – obok dozowania – decyduje o wartości mieszanki jako paszy. Proces mieszania materiałów ziarnistych i sypkich jest skomplikowany i trudny do teoretycznego ujęcia, gdyż na operację tę ma wpływ wiele zmiennych czynników. Pomimo znaczenia tego procesu jego zrozumienie i opisanie jest nadal niepełne [Grochowicz 1996]. Poszczególne właściwości jak: gęstość, stopień rozdrobnienia, naturalny kąt usypu, wilgotność itd. mieszanych komponentów wpływają na jakość uzyskiwanych produktów. Kontrola jakości w wytwórni powinna zawierać oprócz właściwości odżywczych produktu finalnego dodatkowe informacje dotyczące charakterystyki surowców paszowych, z czego analiza składu granulometrycznego jest oceniana jako najważniejszy parametr [Djuragic i in. 2009; Karbowy, Rynkiewicz 2006]. Jednorodność składu mieszanki w całej jej objętości ma kluczowe znaczenie w odpowiednim żywieniu zwierząt. Jednym z podstawowych problemów związanych z produkcją pasz o odpowiedniej homogeniczności jest ustalenie potrzebnego czasu mieszania. Pomimo posiadania podstawowych informacji o długości

procesu mieszania, specyfika mieszanek paszowych wymaga przeprowadzenia szeregu badań w ściśle określonych i indywidualnych warunkach [Amornthewaphat i in. 1998].

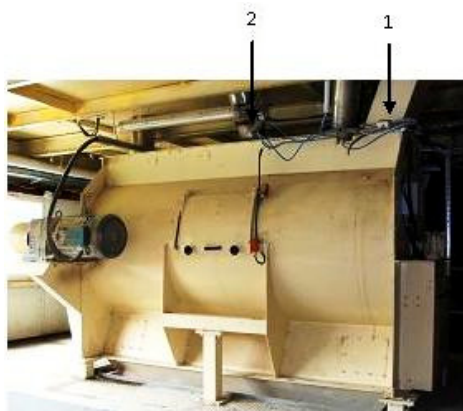
Jakość mieszanek paszowych może być oceniana w oparciu o różne metodyki. Niektóre z najnowszych rozwiązań jak np. zastosowanie komputerowej analizy obrazu są wykorzystywane jako precyzyjne narzędzia badawcze zwłaszcza w warunkach laboratoryjnych [Matuszek, Tukiendorf 2007]. Analiza jakości paszy w warunkach przemysłowych stwarza wiele trudności. W warunkach przemysłowych mamy do czynienia z paszami, które charakteryzują się często znacznym zróżnicowaniem pod względem składu, rozdrobnienia itp. Szeroka oferta produkowanych pasz zmusza do stosowania szybkich a zarazem uniwersalnych metod analitycznych. Interesującym rozwiązaniem jest metodyka oparta na analizie zawartości Microtracera w próbkach paszy [Eisenberg 1998; Djuragic i in. 2009].

## Cel badań

Celem badań była ocena metody z wykorzystaniem mikrowskaźnika (Microtracer<sup>®</sup>) do szybkiej analizy stopnia wymieszania wybranych mieszanek paszowych.

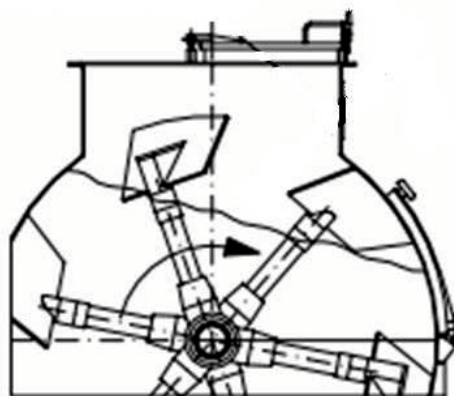
## Metodyka badań

Badania prowadzono w przemysłowej wytwórni pasz. Mieszanie prowadzono w poziomym mieszalniku łopatkowym o pojemności 4000 kg i mocy silnika 28 kW (rys. 1). Centralny wał mieszarki wyposażony jest w sześć ramion zakończonych łopatkami (rys. 2).



Źródło: Blattin Polska, opracowanie własne

Rys. 1. Mieszalnik poziomy łopatkowy  
Fig. 1. Horizontal paddle mixer



Źródło: Blattin Polska

Rys. 2. Przekrój mieszalnika łopatkowego  
Fig. 2. Part section of paddle mixer

Mieszalnik pracuje każdorazowo przy napełnieniu w 50% – mieszana porcja paszy wynosi 2000 kg. Składniki naważane na wadze małej – 1000 kg i dużej – 2000 kg (surowce poddawane w kolejnym etapie procesowi mielenia) trafiają do mieszarki wlotem (1) znajdującym się w górnym prawym końcu. Składniki z małej wagi trafiają do mieszarki z 10 sekundowym opóźnieniem w stosunku do surowców mielonych. Dozowanie mikronawazek odbywa się wlotem (2) znajdującym się w centralnej górnej części mieszarki. Po napełnieniu mieszarki rozpoczyna się proces mieszania. Dodatki płynne zadawane są do paszy po wyjściu z mieszalnika. W eksperymencie proces mieszania prowadzono dla trzech różnych czasów: 180 s, 210 s oraz 240 s. Ogólny rekomendowany przez producenta mieszarki zainstalowanej w wytwórni pasz czas mieszania wynosi 210 s. W oparciu o tą wytyczną dokonano analizy dla czasu mieszania krótszego i dłuższego od rekomendowanego. Możliwość sterowania procesem dozowania oraz mieszania pozwoliła na bieżące rejestrowanie ilości surowców wprowadzanych do mieszarki oraz zadawanie określonych czasów mieszania, co stanowi ważny element prowadzonych w warunkach przemysłowych badań. Rzeczywista masa mieszanego materiału decydowała o masie wprowadzanego do mieszarki Microtracera.

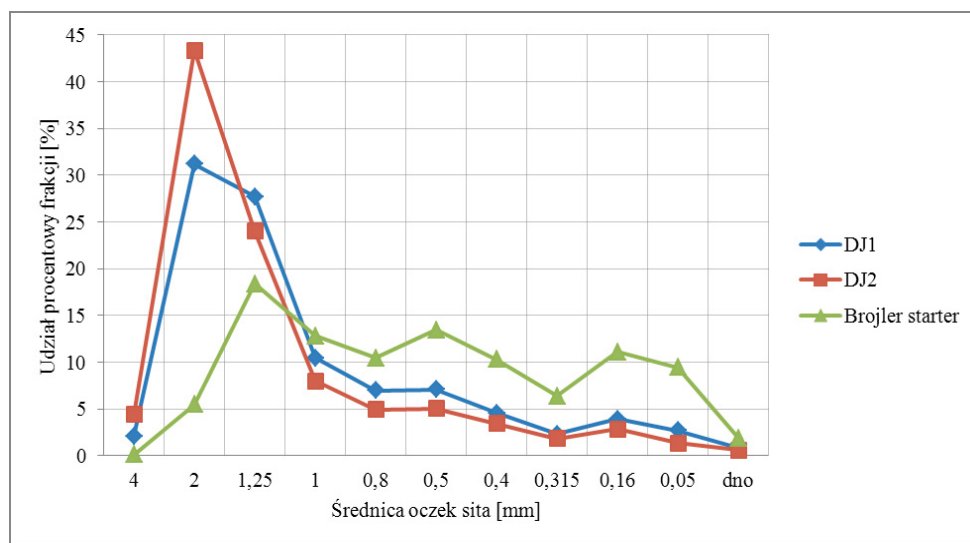
Badania przeprowadzono dla trzech różnych mieszanek paszowych dla drobiu: DJ1 (pasza pełnoporcjowa dla kur niosek), DJ2 (pasza pełnoporcjowa dla kur niosek w drugim okresie nośności) oraz Brojler Starter (pasza dla brojlerów kurczęta). Skład poszczególnych pasz przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Udział procentowy surowców sypkich w mieszance paszowej  
Table 1 Share of loose raw materials in a feed mixture

Rodzaj surowca	Udział procentowy surowców sypkich		
	DJ1	DJ2	Brojler starter
Kukurydza	20,00	22,00	15,00
Pszenica	22,00	23,18	46,69
Pszenżyto	23,18	19,00	5,00
Śruta sojowa	14,00	12,00	28,00
Śruta słonecznikowa	8,00	9,00	-
Kreda pastewna	9,60	12,00	1,80
Mikronawazki			
NaCl	0,30	0,35	0,30
Fosforan 1-Ca	0,60	0,50	1,00
DL-Metionina	0,19	0,16	0,17
L-Lizyna	0,12	0,10	0,10
Fitaza	0,01	0,01	0,01
NEU-SOL	0,20	-	0,20
0,5% Premiks	0,50	0,50	0,50
Kwaśny węglan sodu	-	-	0,06
Grindazym	-	-	0,01
Aromabiotic	-	-	0,16

Źródło: Blattin Polska

Cześć surowców (np. pszenica, kukurydza, pszenżyto) dostarczano do mieszarki w postaci zmielonej w zależności od wymagań żywieniowych danej grupy. Pobieranie próbek paszy odbywało się z wnętrza mieszarki z pięciu różnych miejsc zgodnie z Polską Normą PN-90/R-64769 oraz wytycznymi Głównego Lekarza Weterynarii. Masa próbki pierwotnej wynosiła 200-250 g. Dla każdego analizowanego przypadku dokonywano trzech powtórzeń. W oparciu o Polską Normę PN-89/R-64798 oznaczano skład granulometryczny każdej z badanych pasz (rys. 3).



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Skład granulometryczny analizowanych mieszanek paszowych  
Fig. 3. Size distribution of the analysed feed

Do oceny homogeniczności paszy wykorzystano metodologię zaproponowaną i opatentowaną przez Micro Tracers, Inc. [Eisenberg 1992, Micro Tracers, Inc, San Francisco]. Metoda polega na wprowadzeniu do mieszarki mikrowskaźnika – opiłków żelaza pokrytych barwnikiem spożywczym. Wskaźnik posiada ściśle określoną ilość cząsteczek w jednostce masy. Do badań wykorzystano Microtracer F Blue, (25 000 opiłków w 1 g), który zadawano do mieszarki w ilości ok. 80 g. Dokładna masa wprowadzanego wskaźnika uzależniona była od rzeczywistej masy mieszanych składników paszowych. Pozwoliło to obserwację określonej ilości opiłków w próbce paszy (100 opiłków w 100 g paszy – co stanowi wymieszanie doskonałe). Teoretyczne założenia modyfikowane były w zależności od rzeczywistych warunków pracy mieszarki. Określona masa mikrowskaźnika wprowadzana była do mieszarki wraz z mikronawązkami. Masa próbki pierwotnej wynosiła 200-250 g i pobierana była z pięciu miejsc z wnętrza mieszarki.

Pobrane próbki poddawano analizie mającej na celu przeliczenie opiłków żelaza. Metodyka polegała na wychwyceniu opiłków żelaza na powierzchni magnezu w detektorze rotacyjnym z analizowanej próby paszy (rys. 4). Masa próbki do analizy zawartości wskaźnika wynosiła 100 g.



*Źródło: opracowanie własne*

Rys. 4. Detektor rotacyjny  
Fig. 4. A rotary detector

Opiłki żelaza demagnetyzowano a następnie rozsypywano na powierzchni bibuły filtracyjnej. Kolejnym etapem było wywołanie barwnika niebieskiego, którym pokryte są opiłki Mikrotracera F poprzez spryskanie powierzchni alkoholem. W wyniku tej metodyki uzyskiwano niebieskie punkty odpowiadające poszczególnym opiłkom, które następnie ręcznie zliczano. Zastosowanie Mikrotracera F Blue pozwala na wyeliminowanie błędu wynikającego z obecności w paszy opiłków żelaza innego pochodzenia (transport, zbiór). Liczba barwnych punktów reprezentuje koncentrację wskaźnika w analizowanych próbach. Czas wykonania pojedynczej analizy jest bardzo krótki (5-10 min.).

Uzyskane wyniki posłużyły do obliczenia podstawowych parametrów statystycznych (średnia, odchylenie standardowe). Dodatkowo dokonano obliczeń statystyki  $\chi^2$  chi-kwadrat w programie Statistica 9. Zastosowany test zgodności pozwala na określenie wielkości różnicy liczebności obserwowanych od oczekiwanych. Uzyskany współczynnik prawdopodobieństwa  $p$  jest parametrem służącym do oceny homogeniczności [Eisenberg 1992]. Wartość  $p$  mieści się w przedziale od 0 do 1, dla  $p=0$  jakość paszy jest najgorsza, wzrost wartości powoduje poprawę jakości paszy do uzyskania wartości 1, gdzie liczebności obserwowane odpowiadają oczekiwany w 100%.

## Wyniki

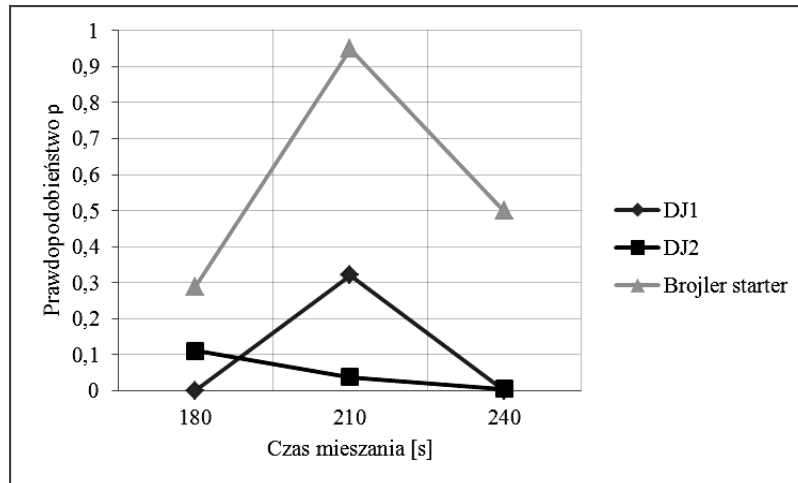
Uzyskane wyniki (średnie ilości wskaźnika w poszczególnych próbach) oraz obliczone statystyki przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Wyniki analizy homogeniczności paszy w oparciu o zawartość Microtracera F  
 Table 2. The results of homogeneity analysis of feed based on the content of Microtracer F

Numer próby	Liczba opiłków żelaza (microtracer)								
	DJ1			DJ2			Brojler starter		
	Czas mieszania [s]								
	180	210	240	180	210	240	180	210	240
1	76	109	128	73	101	53	129	103	89
2	86	71	98	118	187	122	123	116	119
3	128	105	65	93	139	80	138	117	117
4	81	107	122	105	196	157	149	126	113
5	110	95	96	111	102	95	107	120	117
Średnia	96,2	97,4	101,8	100,0	145,0	101,4	129,2	116,4	111,0
Odchylenie standardowe	22,0	15,7	24,9	17,7	45,2	39,9	15,8	8,4	12,5
$\chi^2$	21,11	4,607	21,66	7,41	10,15	15,34	4,92	0,7	3,34
Prawdopodobieństwo p	0,0003	0,32	0,00023	0,11	0,038	0,0039	0,29	0,95	0,50

Źródło: obliczenia własne

Interpretację graficzną zmian jakości paszy w czasie mieszania przedstawiono na rysunku 5.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 5. Zmiana wartości prawdopodobieństwa dla różnych czasów mieszania  
 Fig. 5. The change of probability value for different mixing times

Zaproponowany parametr – współczynnik prawdopodobieństwa, w oparciu o statystykę chi-kwadrat pozwala na uzyskanie wiarygodnych informacji o jakości mieszanki. Uzyskane wyniki wskazują na przebieg procesu mieszania analizowanych mieszanek w czasie. Dla dwóch pasz (DJ1 i Brojler starter) czas mieszania 210 s pozwala na uzyskanie najlepszych rezultatów – odpowiednio  $p=0,32$  i  $p=0,95$ ). Zbyt krótkie mieszanie (180 s) zarówno jak i zbyt długie (240 s) doprowadza do znacznego rozwarstwienia mieszanki. W przypadku paszy o nazwie DJ2 wzrost czasu mieszania doprowadza do pogorszenia jakości mieszanki. W tym przypadku największą zbieżność liczebności obserwowanych do oczekiwanych uzyskano przy czasie 180 s ( $p=0,11$ ). Zdecydowanie większe wartości prawdopodobieństwa zaobserwowano dla mieszanki Brojler starter (0,29, 0,95 i 0,50), która charakteryzuje się najbardziej równomiernym składem granulometrycznym (udziałem zarówno grubszych jak i drobnych frakcji). Można zauważyć, iż znaczny udział frakcji o większych średnicach (znaczna nierównomierność rozdrobnienia) przyczynia się do obniżenia homogeniczności paszy a zatem obniżenia sprawności urządzenia mieszającego. Stosunkowo ciekawym zjawiskiem jest miejsce gromadzenia się mikrowskaźnika. Jest to szczególnie interesujące w przypadku mieszania paszy DJ2, gdzie zauważono znaczną koncentrację opilków w próbach nr 2 i 4. Miejsca poboru tych prób znajdują się w prawym końcu mieszarki. Natomiast najbardziej równomierne rozmieszczenie wskaźnika odnotowano dla mieszanki Brojler starter.

## Wnioski

1. Metoda z wykorzystaniem mikrowskaźnika (Microtrater<sup>®</sup>) pozwala na szybką a zarazem precyzyjną ocenę jakości mieszanki, co w warunkach produkcji przemysłowej jest często znacznie utrudnione.
2. Wykorzystanie statystyki chi-kwadrat pozwala w odpowiedni sposób zobrazować i ocenić jakość mieszanki paszowej oraz zasadność czasu mieszania.
3. Skład granulometryczny paszy wpływa na pracę mieszarki i uzyskiwane rezultaty. Równomierność udziału poszczególnych frakcji wpływa korzystnie na przebieg operacji mieszania.

## Bibliografia

- Amornthewaphat N., Behnke' K., Hancock J.** (1998): Effects of particle size and mixing time on uniformity and segregation in pig diets [online], Kansas State University, Swine Day, 1998, Dostępny w Internecie: <http://www.microtracers.com/upload/File/MMorNN0001.pdf>.
- Djuragic O., Levic J., Sredanovic S., Lević L.** (2009): Evaluation of homogeneity in feed by method of microtracers<sup>®</sup>. Archiva Zootechnica, 12:4, 85-91.
- Eisenberg D.** (1992): Markers in mixing testing: closer to perfection. Feed Management, 43, 8-11.
- Eisenberg D.** (1998): The Use of Microtracers<sup>®</sup> F (Colored Uniformly Sized Iron Particles) in Coding the Presence of Coccidiostats in Poultry feeds: Practical Implications [online], Zootechnica International, 46-50, Dostępny w Internecie: <http://www.microtracers.com/upload/File/itemmm.html>

**Grochowicz J.** (1996): Technologia produkcji mieszanek paszowych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, ISBN 83-09-01656-5.

**Karbowy A., Rynkiewicz M.** (2006): Ocena wpływu prędkości obrotowej ślimaka mieszającego z pionowym elementem roboczym na stopień zmieszania komponentów paszy. Inżynieria Rolnicza, 3(78), 89-93.

**Matuszek D., Tukiendorf M.** (2007): Komputerowa analiza obrazu w ocenie mieszania niejednorodnych układów ziarnistych (system funnel-flow). Inżynieria Rolnicza, 2(90), 183-188.

Instrukcja Głównego Lekarza Weterynarii Nr G/Wpuf.512lab.1/2005 z dnia 9 listopada 2005 w sprawie oceny homogeniczności mieszanek paszowych na podstawie badania stopnia wymieszania składnika kluczowego.

PN-90/R-64769 Pasze. Pobieranie próbek.

PN-89/R-64798 Pasze. Oznaczanie rozdrobnienia.

## ANALYSIS OF THE MIXING PROCESS OF POULTRY FEED AT THE INDUSTRIAL FODDER FACTORY

**Abstract.** This work presents the results of the homogeneity analysis of the feed produced at the industrial fodders factory. Researches were conducted for mixing process of three different kinds of poultry feed. The information to assess the homogeneity were obtained on the basis of the content of the Microtracer<sup>®</sup> in the collected samples. The chi-square test was used to describe the feed quality obtained after the preset time of mixing. The probability value constituted a quality parameter. This value is located in the range from 0 to 1, where value 1 means the best homogeneity of the mixture. The graphical interpretation presents the impact of mixing time at the quality of mixture. The best results were achieved for mixing the feed with the least diverse size distribution – Brojler Starter.

**Key words:** feed mixture, feed mixers, Microtracer<sup>®</sup>, mixture homogeneity, chi-square test

### Adres do korespondencji:

Dominika Matuszek; e-mail: d.matuszek@po.opole.pl

Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej

Politechnika Opolska

ul. Mikołajczyka 5

45-271 Opole



WFOŚiGW

*Dofinansowanie ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Opolu*