

## THE ANALYSIS OF HOMOGENEITY OF INDUSTRIAL FODDER FOR CATTLE

### Summary

*This work presents the results of homogeneity of fodder for cattle. Analysis of the course of the process of mixing industrial fodder for cattle in the paddle industrial horizontal agitator was the aim of the work. The homogeneity of fodder was assessed during mixing process for time: 180, 210 and 240 s. The quantity of mixed material amounted 2 tons. For research a samples every single time from five different places of the inside of the agitator were taken. To assess the quality of the fodder the Microtracer method was used. This pointer in the form of the iron filings was inserted into the agitator before the process of mixing start. The exactly determined amount of the iron filings in the unit of mass permitted to observe his contents in each sample and through this to assess the homogeneity of fodder. The results enabled calculations of basic statistics. Additionally basing on chi-square statistics a quality was defined for the fodder. The change in the homogeneity of mashes during mixing permitted the analysis of work of mixer. The obtained results are pointing to progress of the process of mixing in the set time. The best results were obtained for completed feed number 1.*

**Key words:** Microtracer<sup>®</sup>, fodder, paddle fodder mixer

## ANALIZA HOMOGENICZNOŚCI PRZEMYSŁOWEJ MIESZANKI PASZOWEJ DLA BYDŁA

### Streszczenie

*Zaprezentowano wyniki badań homogeniczności paszy dla bydła. Celem badań była analiza przebiegu procesu mieszania przemysłowych mieszanek paszowych dla bydła w przemysłowym mieszalniku poziomym łopatomym. Homogeniczność paszy analizowano dla procesu mieszania trwającego odpowiednio 180, 210 i 240 s. Ilość mieszanego materiału wynosiła 2 tony. Próbkę do badań pobierano każdorazowo z pięciu różnych miejsc wnętrza mieszalnika. Do oceny jakości paszy posłużono się metodą wskaźnikową z wykorzystaniem wskaźników firmy Microtracer. Wskaźnik ten w postaci opiłków żelaza wprowadzono do mieszalnika przed rozpoczęciem procesu mieszania. Ściśle określona ilość opiłków żelaza w jednostce masy pozwoliła na obserwację jego zawartości w pobranych próbkach, a przez to określenie homogeniczności paszy. Uzyskane wyniki posłużyły do obliczeń podstawowych statystyk. Dodatkowo w oparciu o statystykę chi-kwadrat określano jakość paszy. Zmiana homogeniczności paszy w czasie mieszania pozwoliła na analizę pracy urządzenia. Uzyskane wyniki wskazują na postęp procesu mieszania w danym czasie. Najlepsze rezultaty uzyskano dla mieszanki pełnoporcjowej nr 1.*

**Słowa kluczowe:** Microtracer<sup>®</sup>, mieszanki paszowe, łopatomy mieszalnik pasz

### 1. Wstęp

Mieszanie sypkich materiałów jest podstawowym procesem warunkującym jakość produktu finalnego, w takich branżach przemysłu jak: cementowy, farmaceutyczny czy paszowy. Prawidłowe opisanie tendencji zachowawczych i analiza procesu mieszania składników sypkich jest kluczowy problemem dla różnych procesów przemysłowych. Pomimo znaczenia tego procesu jego zrozumienie i opisanie jest nadal niepełne [5, 6]. Podstawowe problemy związane z produkcją pasz o odpowiedniej homogeniczności to czas mieszania oraz zużycie mieszalnika. Pomimo posiadania podstawowych informacji o długości procesu mieszania, specyfika mieszanek paszowych wymaga przeprowadzenia szeregu badań w ściśle określonych i indywidualnych warunkach [1]. Zarówno zbyt długi, jak i zbyt krótki czas mieszania powoduje uzyskiwanie niepożądanych rezultatów. Wpływ na taki stan ma zjawisko segregacji. W pracy zaprezentowano wyniki analizy procesu mieszania w czasie produkcji wybranych pasz dla bydła w mieszalniku poziomym. Mieszalniki tego typu pozwalają uzyskać dobre rezultaty jakości paszy w krótkim czasie (2-4 minut). Jednak urządzenie to charakteryzuje się wysokim poborem mocy [6]. Analiza pracy danego mieszalnika jest szczególnie utrudniona w warunkach przemysłowych. Ważne jest zatem poszukiwanie metod analitycznych, które pozwoliłyby na zastosowanie w warunkach rzeczywistych nie powodując

zarazem zaburzenia procesu produkcyjnego. Wśród różnych technik oceny homogeniczności mieszanin materiałów ziarnistych i sypkich warto zwrócić uwagę na nowe propozycje. Niektóre z tych rozwiązań, jak zastosowanie komputerowej analizy obrazu, znalazło swoje zastosowanie jako precyzyjne narzędzie do pracy w warunkach laboratoryjnych [7]. Interesującym rozwiązaniem jest metodyka oparta na analizie zawartości Microtracera w próbkach paszy, która znalazła swoje zastosowanie zwłaszcza w warunkach przemysłowych [4, 2].

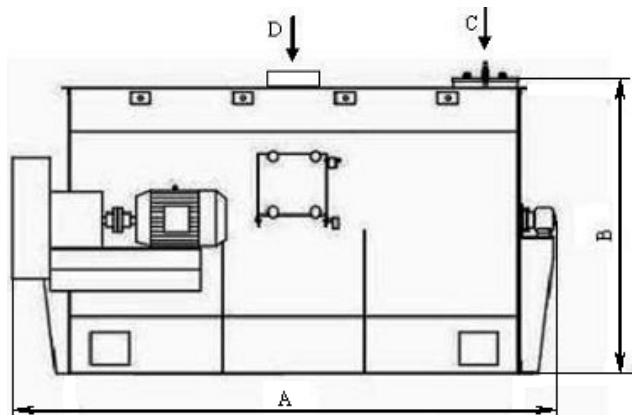
Celem badań była analiza przebiegu procesu mieszania przemysłowych mieszanek paszowych dla bydła oraz ocena homogeniczności paszy uzyskiwanej w poziomym mieszalniku łopatomym.

### 2. Metodyka badań

Badania procesu mieszania prowadzono w poziomym łopatomym mieszalniku pasz (rys. 1 i 2). Pojemność robocza mieszalnika wynosiła 4000 kg. Natomiast mieszalnik pracował każdorazowo przy napełnieniu w 50% (ok. 2000 kg). Prędkość obrotowa mieszadła łopatomego wynosiła 40 obr/min, a moc silnika 28 kW.

Ilość mieszanego materiału wynikała z założonej receptury paszy. Dozowanie poszczególnych składników odbywało się w oparciu o automatyczny system, którego główny element stanowią dwie wielokomponentowe wagi zbiorni-

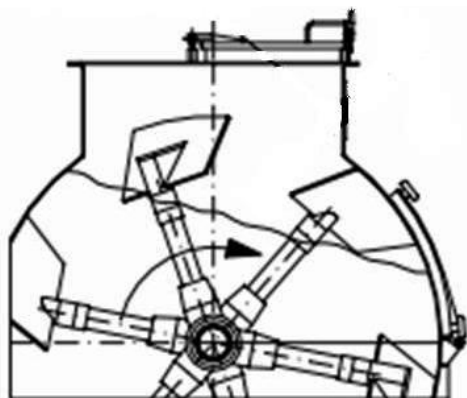
kowe porcjowe (2000 i 1000 kg). Składniki paszy trafiały do mieszarki w określonej kolejności: składniki z wagi dużej, składniki z wagi małej oraz mikronawózki, czyli składniki o najmniejszym udziale w paszy. Razem z mikronawózkami wprowadzano Microtracer. Dodatki płynne zadawane są do paszy po wyjściu z mieszarki na drodze do wagopakowarki. Po napełnieniu mieszalnika rozpoczynano proces mieszania, którego czas wynosił 180, 210 i 240 s.



Źródło: Blattin Polska, opracowanie własne

Rys. 1. Schemat poziomego mieszalnika łopatkowego długość A=4000 cm, wysokość B=1950 cm, C – miejsce wlotu składników paszy, D – miejsce wlotu mikronawozek i Microtracera

Fig. 1. Horizontal paddle mixer, length A=, height B=, C-place of input fodder elements, D – place of input microelements and Microtracer



Źródło: Blattin Polska

Rys. 2. Przekrój mieszalnika łopatkowego

Fig. 2. A vertical section of paddle mixer

Analizę procesu prowadzono dla trzech różnych mieszanek paszowych dla bydła: mieszanka nr 1 (pasza treściwa dla krów mlecznych), mieszanka nr 2 (pasza treściwa dla krów mlecznych) oraz mieszanka nr 3 (koncentrat dla bydła). Mieszanki te charakteryzowały się zróżnicowanym składem, lecz bardzo zbliżonym składem granulometrycznym (tab. 1, rys. 3).

Ocena homogeniczności określano na podstawie analizy zawartości Microtracera [3]. Jest to metoda, która polega na zliczeniu ilości opiłków żelaza w pobranych próbkach paszy. Wskaźnik użyty to badań (Microtracer F Blue) posiada ściśle określoną ilość cząsteczek w jednostce masy (25 000 opiłków w 1 g). Określona ilość wskaźnika zadawana do mieszarki pozwoliła na obserwację jego zawartości w określonej objętości pasz (100 opiłków w 100 g paszy). Masa pobranej próbki wynosiła ok. 200-250 g.

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. W tym przypadku wartość oczekiwana określana była ilością opiłków żelaza, która wynosiła każdorazowo 100 sztuk. Wzrost wartości testu chi-kwadrat oznacza wzrost różnicy pomiędzy częstościami obserwowanymi a oczekiwany. Oznacza to gorsze wyniki homogeniczności paszy. Im lepsze rezultaty tym wartości testu niższe, a zatem lepszą homogeniczność paszy.

Tab. 1. Udział procentowy poszczególnych sypkich komponentów analizowanych mieszanek paszowych surowców sypkich w mieszance paszowej oraz stopień rozdrobnienia  
Table 1. Share of loose raw materials in feed mixture and the degree of disintegration

Rodzaj surowca	Udział procentowy surowców sypkich [%]		
	Mieszanka 1	Mieszanka 2	Mieszanka 3
Kreda pastewna	1,50	2,00	8,00
Jęczmień	34,50	-	-
Kukurydza	-	30,00	-
Pszenżyto	14,00	-	-
Śruta sojowa	8,00	5,00	72,00
Śruta rzepakowa	27,00	35,00	7,00
Suchy wywar kukurydziany	10,00	25,00	-
Udział nasion zbóż i roślin strączkowych	95,00	97,00	87,00
Mikronawózki			
NaCl	0,50	0,50	3,00
Fosforan	-	-	2,80
Premiks	0,50	2,50	5,00
Udział mikronawozek	1,00	3,00	10,80
Stopień rozdrobnienia M [mm]	0,54	0,57	0,58

Źródło: Blattin Polska

### 3. Wyniki i dyskusja

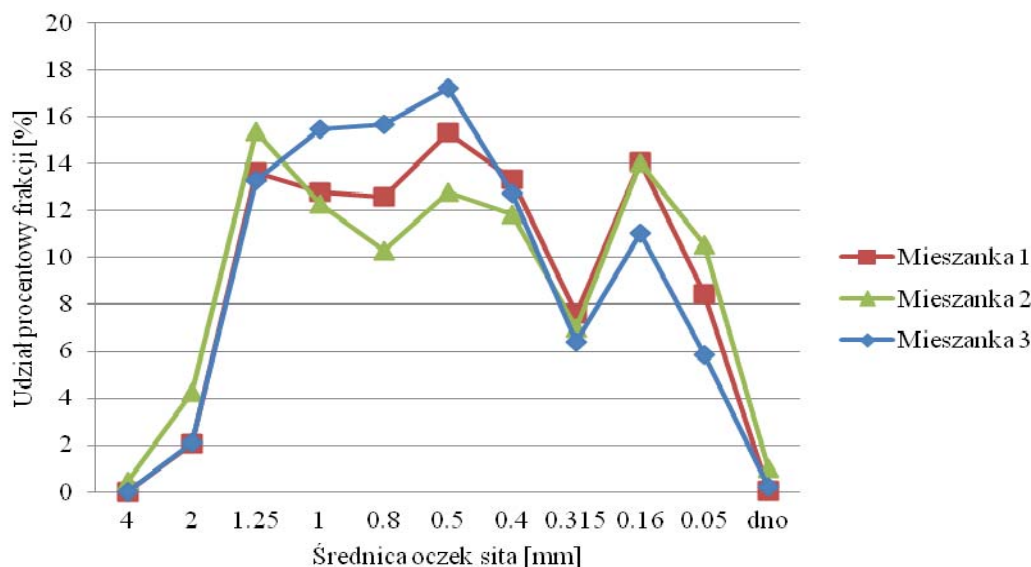
Interpretację graficzną zmian jakości paszy w czasie mieszania przedstawiono na rys. 4.

Zastosowany parametr (wartość testu chi-kwadrat) pozwala na obserwację zmian jakości paszy zachodzących podczas mieszania.

Uzyskane wyniki wskazują na zmiany homogeniczności paszy w czasie mieszania w mieszalniku poziomym. Każdy z analizowanych przypadków wskazuje na poprawę jakości mieszaniny wraz ze wzrostem czasu mieszania. Początkowe wysokie wartości testu chi-kwadrat wskazują na najgorsze rezultaty. Widoczny postęp procesu mieszania w czasie dotyczy mieszania koncentratu dla bydła (mieszanka 3). W tym przypadku odnotowano najwyższe wartości początkowe (w czasie mieszania 180 i 210 s). Wydłużenie czasu mieszania zdecydowanie wpłynęło na poprawę homogeniczności uzyskując w czasie 240 s wartość na poziomie dwóch pozostałych pasz. Najlepsze rezultaty i najmniejszą zmienność zauważono dla mieszania paszy nr 1. W tym przypadku nie odnotowano znacznej różnicy w wynikach dla czasów mieszania 210 i 240 s. Podobnie

proces przedstawia się dla mieszania paszy nr 2 (rys. 4). Mieszanki te charakteryzują się bardzo zbliżonym składem granulometrycznym oraz udziałem procentowym poszczególnych składników, co z pewnością miało wpływ

na nieznaczne zróżnicowanie. Natomiast mieszanka paszowa nr 3 posiada największy udział mikronaważek, co z pewnością miało wpływ na zaobserwowany przebieg procesu w czasie mieszania (tab. 1, rys. 3).



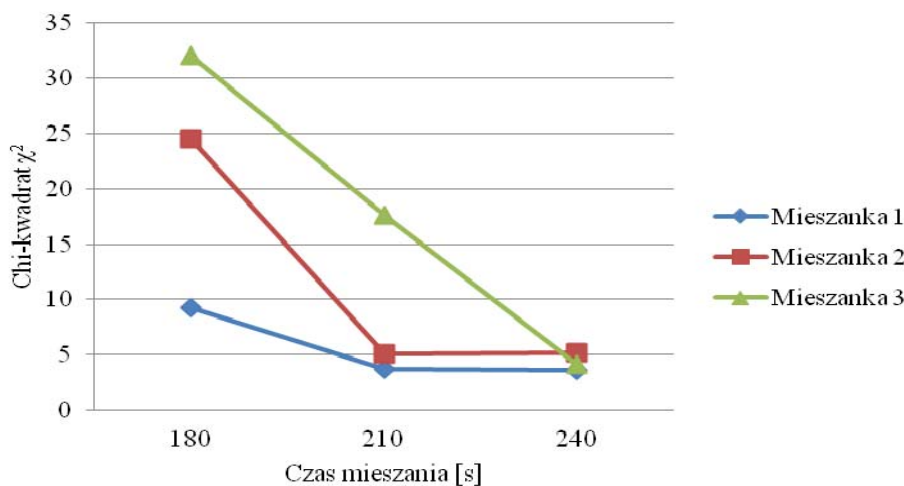
Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Skład granulometryczny mieszanek paszowych  
Fig. 3. The size distribution of analyzed feed

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

Numer próby	Liczba opiłków żelaza (Microtracer)								
	Mieszanka 1			Mieszanka 2			Mieszanka 3		
	Czas mieszania [s]								
	180	210	240	180	210	240	180	210	240
1	98	105	97	87	90	109	123	110	112
2	126	112	88	132	110	111	119	106	105
3	100	110	93	135	115	112	117	102	110
4	115	100	116	94	108	105	127	136	111
5	105	90	98	99	104	112	136	118	105
Średnia	108,8	103,4	98,4	109,4	105,4	109,8	124,4	114,4	108,6
Odchylenie standardowe	11,65	8,82	10,60	22,43	9,48	2,95	7,54	13,45	3,36
$\chi^2$	9,3	3,70	3,61	24,50	5,05	5,15	32,04	17,60	4,15
Prawdopodobieństwo p	0,054	0,45	0,33	0,00006	0,28	0,27	0,000002	0,0015	0,39

Źródło: opracowanie własne



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Zmiana wartości testu chi-kwadrat w czasie mieszania paszy dla bydła  
Fig. 4. The change of chi-square values  $\chi^2$  for different mixing time

Warto zwrócić uwagę na koncentrację wskaźnika w poszczególnych próbkach pierwotnych paszy. Nie odnotowano, aby microtracer dodawany do mieszanki wykazywał zdecydowaną tendencję do koncentracji w konkretnym miejscu poboru próby (z wnętrza mieszalnika). Można jednak zauważyć, że w przypadku mieszania paszy nr 2 oraz nr 3 przez 240 s widoczna jest większa równomierność rozmieszczenia wskaźnika w mieszanym złożu (tab. 2; liczba opilków żelaza, najniższe wartości odchylenia standardowego).

#### 4. Wnioski

- Zastosowana metodyka oparta na analizie zawartości Microtracera stanowi szybkie i precyzyjne narzędzie, przydatne szczególnie w warunkach przemysłowych.
- Uzyskane wyniki w postaci wartości testu chi-kwadrat pozwalają na określenie różnicy wartości uzyskanych do oczekiwanych, a zatem może stanowić parametr oceny homogeniczności w metodyce przyjętej przez autorkę.
- Udział procentowy mikronawazek w mieszaninie wpływa na uzyskiwane rezultaty.
- Dobre rezultaty homogeniczności paszy dla bydła podczas mieszania w mieszalniku poziomym łopatomym pracującym w określonych warunkach w przemysłowej mieszalni pasz mogą zostać uzyskane w czasie 210 s dla mieszanek pełnoporcjowych oraz 240 s dla koncentratów.

#### 5. Bibliografia

- [1] Amornthewaphat N., Behnke' K., Hancock J.: Effects of particle size and mixing time on uniformity and segregation in pig diets [on-line]. Kansas State University. Swine Day, 1998. Dostępny w internecie: <http://www.microtracers.com/upload/File/MMorNN0001.pdf>
- [2] Djuragic O., Levic J., Sredanovic S., Lević L.: Evaluation of homogeneity in feed by method of microtracers®. Archiva Zootechnica, 2009, vol.12, no. 4, 85-91. ISSN 1016-4855
- [3] Eisenberg D.: Markers in mixing testing: closer to perfection. Feed Management, 1992, 43, 8-11
- [4] Eisenberg D.: The Use of Microtracers® F (Colored Uniformly Sized Iron Particles) in Coding the Presence of Coccidiostats in Poultry feeds: Practical Implications [on-line] Zootechnica International, 1998, 46-50. Dostępny w internecie: <http://www.microtracers.com/upload/File/itemmm.html>
- [5] Marashdeh Q., Warsito W., Fan L-S., Teixeira F.: Dual imaging modality of granular flow based on ECT sensors. Granular Matter, 2008, 10, 75-80. ISSN 1434-5021
- [6] Grochowicz J.: Technologia produkcji mieszanek paszowych. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1996. ISBN 83-09-01656-5
- [7] Matuszek D., Tukiendorf M.: Komputerowa analiza obrazu w ocenie mieszania niejednorodnych układów ziarnistych (system funnel-flow). Inżynieria Rolnicza, 2007, 2(90), 183-188. ISSN 1429-7264