

WPLYW CZASU MIESZANIA I ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW NA HOMOGENICZNOŚĆ PRZEMYSŁOWEJ PASZY DLA TRZODY

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 (180 s, 210 s i 240 s.), trzech różnych mieszanek paszowych dla trzody. Dane służące do oceny homogeniczności pozyskiwano na podstawie zawartości Microtracera w pobranych próbach pierwotnych. Wykorzystując test zgodności chi-kwadrat określano homogeniczność paszy uzyskiwanej po zadanym czasie mieszania. Parametr jakości paszy stanowił poziom prawdopodobieństwa p , który uzyskuje wielkości w przedziale od 0 do 1. Wartość $p=1$ oznacza najlepszą jakość paszy. Interpretacja graficzna wyników pozwoliła na określenie wpływu czasu mieszania na homogeniczność paszy. Najlepszą homogeniczność uzyskano dla paszy uzupełniającej dla prosiąt i warchlaków (MIX PW).

Słowa kluczowe: mieszanka paszowa, poziomy łopatowy mieszalnik pasz, Microtracer[®], homogeniczność pasz, test chi-kwadrat

Wstęp

Mieszanie sypkich materiałów jest podstawowym procesem warunkującym jakość produktu finalnego takich branż przemysłu jak: cementowy, farmaceutyczny czy paszowy. Prawidłowe opisanie tendencji zachowawczych i analiza procesu mieszania składników sypkich jest kluczowe dla różnych procesów przemysłowych [Marashdeh i in. 2008]. Charakterystyka mieszanek sypkich posiadających bardzo zróżnicowany rozkład wielkości cząstek oraz różne właściwości fizyczne i chemiczne jest bardzo trudna do opisanie [Bonifazi i inni 2008]. Wielu autorów wskazuje, iż najważniejszym parametrem wpływającym na homogeniczność mieszaniny składników sypkich oraz przebieg procesu mieszania jest wielkość cząstek. Zdecydowana większość prac opisujących to zagadnienie dotyczy zjawiska segregacji [Ottino i Khakhar 2000; Alexander i in. 2003; Yang 2006, Obregón i in. 2010]. Obecnie dzięki możliwości zastosowania innowacyjnych narzędzi analitycznych pojawia się możliwość precyzyjnej analizy homogeniczności paszy. Warto tutaj zwrócić

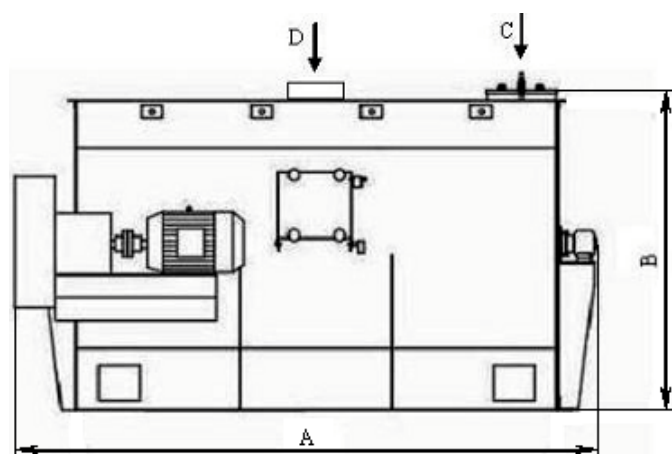
uwagę na takie rozwiązania jak zastosowanie komputerowej analizy obrazu w ocenie homogeniczności dwuskładnikowych mieszanin ziarnistych [Matuszek i Tukiendorf 2007] czy określenie parametrów procesu mieszania w mieszalniku typu V przy wykorzystaniu śledzenia radioaktywnych cząsteczek [Doucet i in. 2008]. Interesującym rozwiązaniem jest metoda oparta na analizie zawartości Microtracera w próbkach paszy [Eisenberg 1998, Djuragic i in. 2009]. Metoda ta została zaprezentowana w niniejszej pracy jako narzędzie do oceny homogeniczności paszy dla trzody.

Cel badań

Celem badań jest ocena homogeniczności mieszanki paszowej dla trzody dla różnych czasów mieszania z zastosowaniem Microtracera F oraz analiza przebiegu procesu mieszania w przemysłowym poziomym mieszalniku łopatkowym.

Metodyka badań

Badania realizowane były w warunkach przemysłowych. Mieszanie prowadzono w porcjowym poziomym mieszalniku łopatkowym o pojemności 4000 kg i mocy silnika 28 kW (rys. 1). Centralny wał mieszarki wyposażony jest w sześć ramion zakończonych łopatkami.



Źródło: Blatin Polska, opracowanie własne

- Rys. 1. Mieszalnik poziomy łopatkowy, długość $A=4$ m, wysokość $B=1,95$ m, C – miejsce wlotu składników paszy, D – miejsce wlotu mikronaważek i microtracera
 Fig. 1. Horizontal paddle mixer, length $A=4$ m, height $B=1.95$ m, C – place of input the fodder elements, D – place of input of microelements and microtracer.

Ilość mieszanego materiału wynosiła każdorazowo około 2000 kg co wynikało z założonego udziału poszczególnych komponentów. Naważanie składników odbywało się przy użyciu automatycznego systemu ważenia, którego głównym elementem są dwie wielokomponentowe wagi porcjowe (2000 kg i 1000 kg). Odchylenia od zadanej wagi – prowadzone na bieżąco, wpływały na masę mieszanego materiału oraz ilość wprowadzanego wskaźnika. Analiza procesu dozowania w wytwórni pasz została przedstawiona w odrębnym artykule autora [Matuszek 2012].

Poszczególne składniki trafiały do mieszarki w określonej kolejności: składniki wymagające mielenia, składniki nie wymagające mielenia oraz mikronaważki (składniki o najmniejszym udziale procentowym jak premiksy). Miejsce wlotu poszczególnych dawek do mieszarki obrazuje rys. 1. Po napełnieniu mieszarki rozpoczynał się proces mieszania przez określony czas: 180 s, 210 s i 240 s. Dodatki płynne zadawane są do paszy po wyjściu z mieszalnika. Czas rekomendowany przez producenta mieszarki wynosi 210 s.

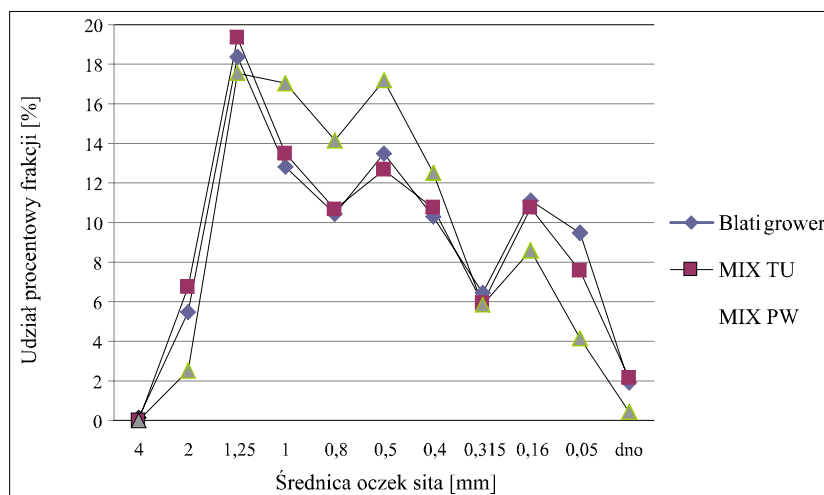
Badania przeprowadzono dla trzech różnych mieszanek paszowych dla trzody: Blati Grower (mieszanka pełnoporcyjowa dla tuczników), MIX TU (mieszanka paszowa uzupełniająca dla tuczników na cały okres tuczu) oraz MIX PW (mieszanka paszowa uzupełniająca dla prosiąt i warchlaków). Skład poszczególnych pasz przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Udział procentowy surowców sypkich w mieszance paszowej oraz stopień rozdrobnienia
Table 1. Percentage share of loose raw materials in feed mixture and the degree of disintegration

Rodzaj surowca	Rodzaj paszy		
	Udział procentowy surowców sypkich [%]		
	Blati Grower	MIX TU	MIX PW
Kreda pastewna	1,50	9,0	7,10
Jęczmień	30,00	-	-
Kukurydza	9,00	-	7,00
Pszenżyto	20,00	-	-
Pszenica	20,00	-	-
Śruta sojowa	12,00	73,55	72,00
Śruta rzepakowa	5,00	-	-
Suchy wywar kukurydziany	-	4,45	3,30
Udział nasion zbóż i roślin strączkowych	97,5	87,00	89,40
Mikronaważki			
NaCl	0,30	2,50	2,00
Fosforan	0,50	3,50	1,80
Premiksy	1,0	2,50	2,00
Lizyna	-	2,50	1,80
Metionina	-	0,30	0,40
Treonina	-	0,35	0,30
Fitaza	-	0,05	0,05
Grindazyn	-	0,05	0,05
Luktarom (aromat)	-	0,05	0,05
Neubaciol	-	-	0,15
Udział mikronaważek	1,70	11,80	8,60
Stopień rozdrobnienia M [mm]	0,61	0,64	0,63

Źródło: Blattin Polska, obliczenia własne

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 wykonano trzy serie badań. W oparciu o Polską Normę PN-89/R-64798 oznaczano skład granulometryczny każdej z badanych pasz (rys. 2).



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Skład granulometryczny analizowanych mieszanek paszowych
Fig. 2. The size distribution of the analysed feed

Jak widać analizowane pasze charakteryzowały się zbliżonym składem granulometrycznym, gdzie widoczny jest zdecydowany udział frakcji w przedziale 1,25-0,4 mm.

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 określonej ilości mikrowskaźnika – opiłków żelaza pokrytych barwnikiem spożywczym o ściśle określonej liczbie w jednostce masy (25 000 opiłków w 1 g – Microtracer F). Masa wskaźnika dodawana do mieszanki uzależniona była od rzeczywistej ilości mieszanego materiału i dobrana była w taki sposób aby uzyskać 100 opiłków w 100 gramach paszy. Pozwoliło to na obserwację ustalonej ilości opiłków w danej objętości pasz (100 opiłków w 100 g paszy). Pobrane próbki poddawano analizie mającej na celu przeliczenie opiłków żelaza w pobranych próbkach. Objętość paszy poddawanej analizie wynosiła 100 g. Główny element zestawu stanowi detektor rotacyjny wyposażony w obracający się magnes służący do wychwytywania microtracera z próbek paszy.

Uzyskane wyniki posłużyły do obliczenia podstawowych parametrów statystycznych (średnia, odchylenie standardowe). Dodatkowo dokonano obliczeń statystyki χ^2 chi-kwadrat w programie Statistica wersja 9.0. Zastosowany test zgodności pozwolił 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 świadczy o lepszej jakości paszy do uzyskania wartości 1, gdzie liczebności obserwowane odpowiadają dokładnie wartościom oczekiwany.

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
Table 2. The results of homogeneity analysis of feed based on contents of Microtracer

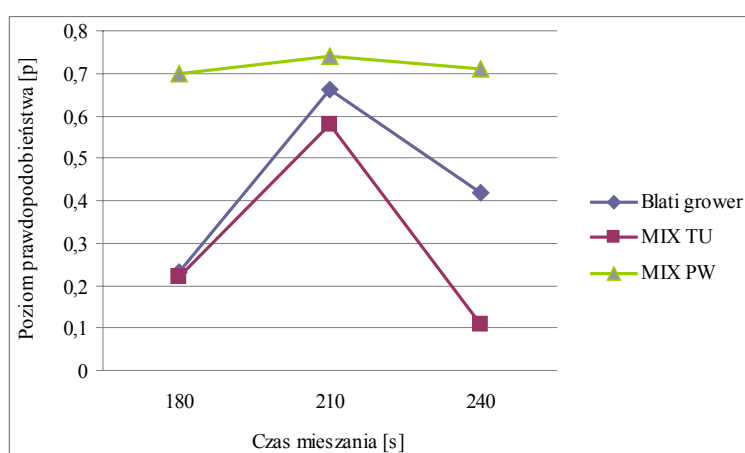
Numer próby	Rodzaj paszy								
	Liczba opiłków żelaza (microtracer)								
	Błati Grower			MIX TU			MIX PW		
	Czas mieszania [s]								
	180	210	240	180	210	240	180	210	240
1	122	116	118	104	114	135	106	105	95
2	167	131	119	92	128	125	102	99	102
3	117	135	99	127	126	99	130	109	100
4	149	138	134	121	121	131	119	89	112
5	124	130	134	111	110	141	111	99	112
Średnia	135,8	130,0	120,8	111	119,8	126,2	113,6	100,2	104,2
Odchylenie standardowe	21,39	8,46	14,45	13,84	7,69	16,28	11,15	7,56	7,56
χ^2	5,60	2,40	3,90	5,76	2,86	7,60	2,20	1,97	2,17
Prawdopodobieństwo p	0,23	0,66	0,42	0,22	0,58	0,11	0,70	0,74	0,71

Źródło: obliczenia własne

Interpretację graficzną zmian prawdopodobieństwa p od czasu mieszania przedstawiono na rysunku 3.

Zastosowanie parametru jakości mieszanki w postaci poziomu prawdopodobieństwa statystyki chi-kwadrat pozwala na obserwację przebiegu procesu mieszania w czasie. Warto zauważyć (rys. 3), iż jakość wszystkich analizowanych mieszanin jest najlepsza dla czasu mieszania 210 s. Mieszanie przez okres 180 s oraz 240 s powoduje znaczne pogorszenie homogeniczności co jest szczególnie widoczne w przypadku paszy Błati Grower oraz MIX TU. Najlepszą homogeniczność dla każdego czasu mieszania uzyskano dla mieszanki uzupełniającej MIX PW, dla której wartość p wynosi 0,74 dla czasu $t=210$ s. Natomiast najgorsze rezultaty mieszania w mieszalniku poziomym uzyskano dla mieszanki uzupełniającej MIX TU (minimalna wartość $p=0,11$, max. $p=0,58$). W metodzie tej dla

wartości $p > 0,05$ mieszalinę uznaje się za homogeniczną [Djuragic i in. 2009]. Zawartość mikrotracera w próbkach charakteryzuje się natomiast największą zmiennością (wartość odchylenia standardowego) dla paszy Błati Grower. Analizowane mieszanki nie różniły się w znaczący sposób składem granulometrycznym (rys. 2) co miało z pewnością wpływ na niewielkie zróżnicowane w uzyskanych wynikach. Różnica jednak wynikała z zawartości w mieszance mikronaważek. Zauważalny jest pewny wpływ ich udziału na homogeniczność paszy. Najgorsza homogeniczność uzyskana dla paszy uzupełniającej MIX TU wynika z największego w porównaniu do pozostałych mieszanek udziału mikronaważek (tab.1).



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Zmiana wartości prawdopodobieństwa p dla różnych czasów mieszania
 Fig. 3. The change of probability value p for different mixing time

Wnioski

1. Metoda oceny homogeniczności paszy w oparciu o analizę zawartości Microtracera pozwala na szybką i dokładną analizę, co jest szczególnie pożądane lecz niejednokrotnie znacznie utrudnione w warunkach przemysłowych.
2. Uzyskane wyniki prawdopodobieństwa statystyki chi-kwadrat opisują zmianę homogeniczności paszy w czasie mieszania. Dla każdej z mieszanek uzyskane wartości p były wyższe od minimalnej.
3. Udział mikronaważek zadawanych do mieszanki ma wpływ na homogeniczność paszy.
4. Najlepszą homogeniczność uzyskano dla paszy uzupełniającej dla prosiąt i warchlaków (MIX PW), natomiast najniższą wartość p uzyskano dla mieszania koncentratu dla tuczników (Błati grower).

Bibliografia

- Alexander A., Muzzio F., J., Shinbrot T.** (2003): Segregation patterns in V-blenders, *Chemical Engineering Science*, 58(2), 487-496.
- Bonifazi G., Massacci P., Serranti S.** (2008): Micro-tomographic techniques applied to particulate solids based products characterization, *Granular Matter*, 10, 315-321.
- Djuragic O., Levic J., Sredanovic S., Lević L.** (2009): Evaluation of homogeneity in feed by method of microtracers[®], *Archiva Zootechnica*, 12:4, 85-91.
- Doucet J., Bertrand F., and Chaouki J.** (2008): Experimental characterization of the chaotic dynamics of cohesionless particles: application to a V-blender, *Granular Matter*, 10, 133-138.
- Eisenberg D.** (1992): Markers in mixing testing: closer to perfection, *Feed Menagment*, 43, 8-11.
- Eisenberg D.** (1998): The Use of Microtracers[®] F (Colored Uniformly Sized Iron Particles) in Coding the Presence of Coccidiostats in Poultry feeds: Practical Implications [online], *Zootechnica International*, 46-50, [dostęp 20.02.2012]. Dostępny w Internecie: <http://www.microtracers.com/upload/File/itemmm.html>.
- Marashdeh Q., Warsito W., Fan L-S., Teixeira F.** (2008): Dual imaging modality of granular flow based on ECT sensors, *Granular Matter*, 10, 75-80.
- Matuszek D.** (2012): Analiza przebiegu automatycznego procesu dozowania wybranych składników paszy drobiowej w warunkach przemysłowych. *Inżynieria Rolnicza*, 2(137) T. 2, 165-173.
- Matuszek D., Tukiendorf M.** (2007): Komputerowa analiza obrazu w ocenie mieszania niejednorodnych układów ziarnistych (system funnel-flow), *Inżynieria Rolnicza*, 2(90), 183-188.
- Obregón L., Realpe A., Velázquez C.** (2010): Mixing of granular materials, part II: effect of particle size under periodic shear, *Powder Technology*, 201, 193-200.
- Ottino J., M., Khakhar D., V.** (2000): Mixing and segregation of granular materials, *Annual Review of Fluid Mechanics*, 32, 55-91.
- Yang S., C.** (2006): Density effect on mixing and segregation processes in a vibrated binary granular mixture, *Powder Technology*, 164 (2), 65-74.
- PN-90/R-64769 Pasze. Pobieranie próbek
- PN-89/R-64798 Pasze. Oznaczanie rozdrobnienia.
- 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
- StatSoft Inc. 2009. Statistica (data analysis software system), version 9,0, www.statsoft.com

THE INFLUENCE OF MIXING TIME AND THE CONTENTS OF INGREDIENTS ON THE HOMOGENEITY OF INDUSTRIAL FODDER FOR THE FLOCK

Abstract. This work presents the results of homogeneity analysis of the feed produced at the industrial fodders factory. Research was carried out for mixing process of the defined time units (180 s, 210 s and 240 s) for three different kinds of feed for pigs. Data for assessing the homogeneity were obtained on the basis of content of Microtracer[®] in collected samples after defined time of mixing. The chi-square test was used to describe the feed quality. The probability value p was a quality parameter which obtains values between 0 and 1. Value $p=1$ means the best quality of feed. The graphical interpretation presents the impact of the mixing time at the quality of mixture and the course of the process. The best homogeneity was achieved for the supplementary feed for piglet.

Key words: feed mixture, vertical feed mixers, Microtracer[®], 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



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