

OGRANICZENIE SEGREGACJI MIESZANEK PASZOWYCH DLA PTAKÓW PODCZAS WIELOPUNKTOWEGO ZASYPU ZBIORNIKA

Marek Węgrzyn

Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej, Politechnika Opolska

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań zachowania się wymieszanego układu ziarnistego złożonego z ziaren różniących się wymiarami, gęstością oraz kształtem podczas zasypu do zbiorników. Do badań użyto mieszanek paszowych z nierozdrobnionych ziaren przeznaczonych dla ptaków. Zastosowane mieszanki są układami ziarnistymi wieloskładnikowymi o zróżnicowanych udziałach masowych poszczególnych składników. Badania przeprowadzono w modelowych zbiornikach dla których proporcje wysokości H do szerokości B wynoszą odpowiednio 2,25 oraz 0,44.

Słowa kluczowe: mieszanka paszowa, segregacja, stopień zmieszania, materiał ziarnisty

Wykaz oznaczeń

M – stopień zmieszania,

n – liczba próbek,

p – prawdopodobieństwo wystąpienia fazy rozpraszanej w mieszaninie,

S – estymator odchylenia standardowego,

S_0 – odchylenie standardowe przed zmieszaniami,

x_i – koncentracja fazy rozpraszanej w i -tej próbce.

Wprowadzenie

Przygotowanie mieszaniny wieloskładnikowej składającej się z ziaren różniących się wymiarami, gęstością czy kształtem następcza wiele kłopotów na etapie mieszania, ale również po doprowadzeniu układu ziarnistego do wymaganej jednorodności. W trakcie dalszych procesów np. transportu, magazynowania czy też pakowania, mieszanina narażona jest na segregację, co prowadzi do obniżenia jej jakości a niekiedy wymusza ponowne mieszanie [Axe 1995, Makse 1999, Boss i in. 2000]. Pakowanie mieszanki po uzyskaniu wymaganego stopnia zmieszania bezpośrednio z mieszarki, pozwala uniknąć niepożądanego zjawiska segregacji w trakcie dalszej jej obróbki. Jednak ze względu na lepsze wykorzystanie mieszarek, po wymieszaniu składników mieszaninę wysypuje się do zbiorników magazynowych, skąd trafia do pakowania. W trakcie wysypu mieszanki wieloskładnikowej

do zbiornika następuje niejednokrotnie znaczne obniżenie jej jakości [Węgrzyn 2006], spowodowane zjawiskiem segregacji.

Wszelkie próby ograniczenia niepożądanego zjawiska segregacji poprzez wstępne przygotowanie (rozdrabnianie lub granulowanie) składników poddawanych procesowi mieszania lub zmiany konstrukcyjne urządzeń mieszających, transportujących i magazynujących będą prowadziły do uzyskiwania mieszanek o wyższej stabilności składu. Ma to szczególnie znaczenie wtedy, gdy w mieszance występują składniki o niewielkim udziale masowym, jednocześnie różniące się od pozostałych wymiarami ziaren lub gęstością.

W paszach, w których występują nierozdrobnione składniki różniące się czynnikami mającymi wpływ na wystąpienie zjawiska segregacji należy szukać innych rozwiązań, mogących ograniczyć niekorzystny wpływ tego zjawiska.

Cel i zakres pracy

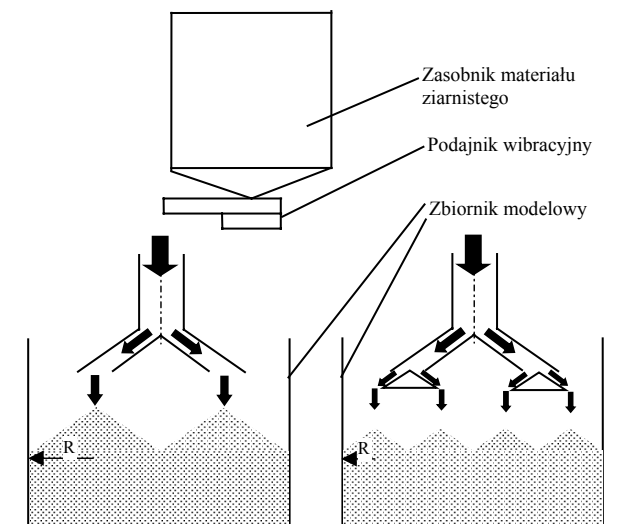
Celem pracy jest określenie wpływu zasypu wielopunktowego do zbiornika mieszanek wieloskładnikowych na zmniejszenie skutków zjawiska segregacji.

Zakres pracy obejmuje przeprowadzenie badań zjawiska segregacji podczas wysypu dwóch mieszanek paszowych przeznaczonych dla ptaków. Mieszanki składały się z nierozdrobnionych ziaren różniących się wymiarami i gęstością. Wstępnie przygotowana mieszanka była zasypywana z zasobnika do zbiorników modelowych, w których stosunek wysokości H do szerokości B wynosił odpowiednio 2,25 i 0,44. W badaniach zastosowano dwu- i czteropunktowy zasyp mieszanki paszowej do zbiornika modelowego. Badania prowadzono w laboratorium Katedry Techniki Rolniczej i Leśnej Politechniki Opolskiej.

Metodyka badań

Stanowisko na którym prowadzono badania zjawiska segregacji podczas wielopunktowego zasypywania do zbiornika tworzyły: zasobnik materiału ziarnistego wraz z podajnikiem wibracyjnym firmy Retsch pozwalający na ciągłą regulację strumienia materiału ziarnistego oraz modelowe zbiorniki odbierające mieszankę paszową wyposażone w wielopunktowe zasypy (rys. 1). Aby umożliwić ciągłą obserwację procesu zasypu do zbiornika, ścianki zbiorników zostały wykonane ze szkła. Zastosowano zbiornik o wymiarach 0,90 m (wysokość) \times 0,40 m (szerokość), dla którego $H/B = 2,25$ oraz drugi zbiornik o wysokości 0,40 m i szerokości 0,90 m ($H/B = 0,44$). Odległość między ściankami w obydwu zbiornikach wynosiła 0,01 m. Tak przygotowane zbiorniki modelowe pozwalały na obserwację rozproszenia składników mieszaniny ziarnistej w całym przekroju złoża ziarnistego. Do obydwu zbiorników materiał ziarnisty mógł być nasypywany za pomocą dwu- i czteropunktowego zasypu.

Wyniki badań uzyskane w płaskich zbiornikach odzwierciedlają stan układu ziarnistego w zbiornikach przestrzennych, co pokazały wyniki badań prowadzonych przez Bossa i in. [1985].



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego
Fig. 1. Scheme of the research stand

Badania prowadzono z użyciem wieloskładnikowych mieszanek paszowych dla ptaków, składających się z nierozdrobnionych ziaren różniących się rozmiarami i gęstością. Skład mieszanek oraz gęstość usypowa i wymiary ziaren (z analizy sitowej) użytych do badań przedstawiono w tabeli 1.

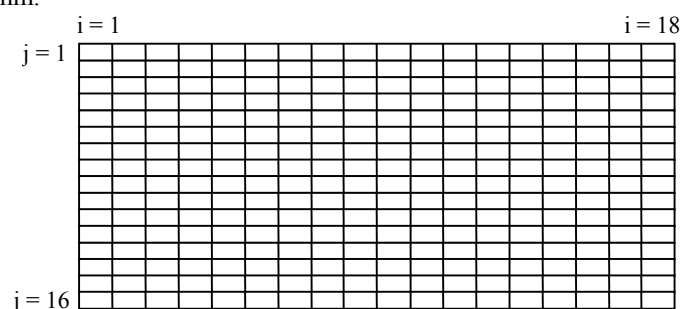
Tabela 1. Skład mieszanek paszowych oraz gęstość usypowa i rozmiary ziaren użytych do badań
Table 1. Fodder mixtures composition and bulk density and dimension of particles used in the research

Składniki mieszanki paszowej	Mieszanka I, udział masowy	Mieszanka II, udział masowy	Gęstość usypowa [kg·m ⁻³]	Wymiar ziaren [mm]
	[%]	[%]		
Kukurydza	35	-	712	6,68
Pszenica	27	19	675	3,65
Peluszka	14	-	736	5,24
Groch	7	-	820	6,48
Sorgo	6	27	774	4,05
Wyka	4	10	820	4,63
Proso	4	10	708	1,73
Słonecznik	3	-	454	5,37
Kardi	-	16	525	4,72
Dari	-	12	750	2,36
Ryż	-	6	820	2,24

Źródło: opracowanie własne

Segregacja towarzysząca procesowi nasypywania jednopunktowego, umieszczonego w osi zbiornika, mieszanki paszowej o składnikach zróżnicowanych pod względem wymiarów ziaren i gęstości jest przyczyną znacznego pogorszenia jakości mieszaniny, w szczególności wtedy, gdy zbiornik magazynowy jest o dużym przekroju poprzecznym [Węgrzyn 2006].

W celu określenia rozkładu koncentracji poszczególnych składników mieszanki paszowej w mieszaninie pobierano próbki ze zbiornika według schematu przedstawionego na rysunku 2. Zbiornik został podzielony umownie na kolumny i wiersze z których pobierano próbki. Każda próbka była zawarta w przestrzeni prostopadłościanu o wymiarach 50 mm x 25 mm x 10 mm.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Schemat miejsc poboru próbek

Fig. 2. Diagram showing sample collection places

Pobrane próbki rozdzielano na poszczególne składniki i określano ich udziały masowe w próbkach. Na podstawie uzyskanych udziałów masowych składników mieszaniny w pobranych próbkach określano jej jakość, korzystając ze wzoru Rose'a [1959]

$$M = 1 - \frac{S}{S_o} \quad (1)$$

gdzie:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - p)^2}{n}} \quad (2)$$

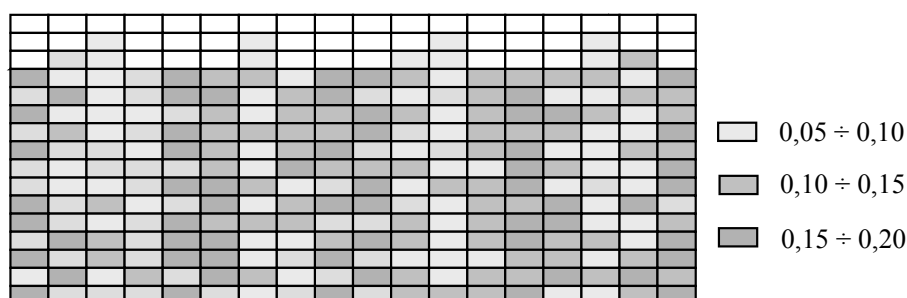
a

$$S_o = \sqrt{p(1-p)} \quad (3)$$

Stopień zmieszania M (2) zmienia się w zakresie od 0 (dla pełnego rozdzielania składników – stan przed rozpoczęciem procesu mieszania) do 1 (dla idealnego wymieszania składników).

Wyniki i ich analiza

Zgodnie z procedurą opisaną powyżej wyznaczono koncentrację składników tworzących badane mieszanki we wszystkich segmentach zbiorników. Przykładowy rozkład koncentracji peluszek w mieszance paszowej I zasypanej do zbiornika o $H/B = 0,44$ z zasypem 4-ro punktowym, przedstawiono na rysunku 3.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Rozkład koncentracji peluszek w mieszance I po zasypaniu do zbiornika ($H/B = 0,44$, zasyp 4-ro punktowy)

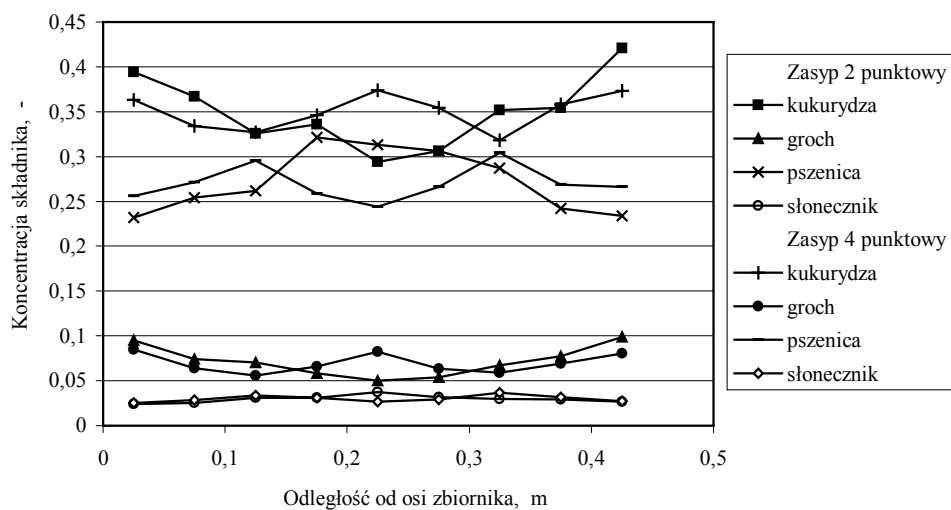
Fig. 3. Distribution of field pea concentration in mixture I after container filling ($H/B=0.44$, 4-point filling)

Analogicznie wykonano rozkłady koncentracji wszystkich składników dla obydwu mieszanek paszowych zasypywanych do badanych zbiorników z zasypem 2 i 4-ro punktowym. W oparciu o tak sporządzone rozkłady koncentracji wykonano wykresy koncentracji składników mieszanek w funkcji odległości od osi zbiornika. Rysunek 4 przedstawia koncentracje wybranych składników tworzących mieszankę I po zasypaniu do zbiornika o $H/B = 0,44$ z zastosowaniem zasypu 2 punkowego i zasypu 4 punkowego. Wybrane składniki mieszanki paszowej I różnią się między sobą wymiarami ziaren, gęstością nasypową oraz udziałem masowym.

Podobnie jak dla mieszanki paszowej I wykonano wykresy koncentracji wybranych składników mieszanki paszowej II w funkcji odległości od osi zbiornika co przedstawiono na rysunku 5. Z wykresów pokazanych na rysunkach 5 i 6 widać, że zwiększenie liczby strumieni zasypywanych mieszanek paszowych powoduje wyrównanie koncentracji składnika w mieszaninie.

Rozkłady koncentracji posłużyły również do wyznaczenia stopnia zmieszania poszczególnych składników mieszanek paszowych. Stopień zmieszania określano z zależności (1), która zmienia się od wartości 0 dla stanu całkowitego rozdzielenia składników do wartości 1 dla stanu idealnego wymieszania.

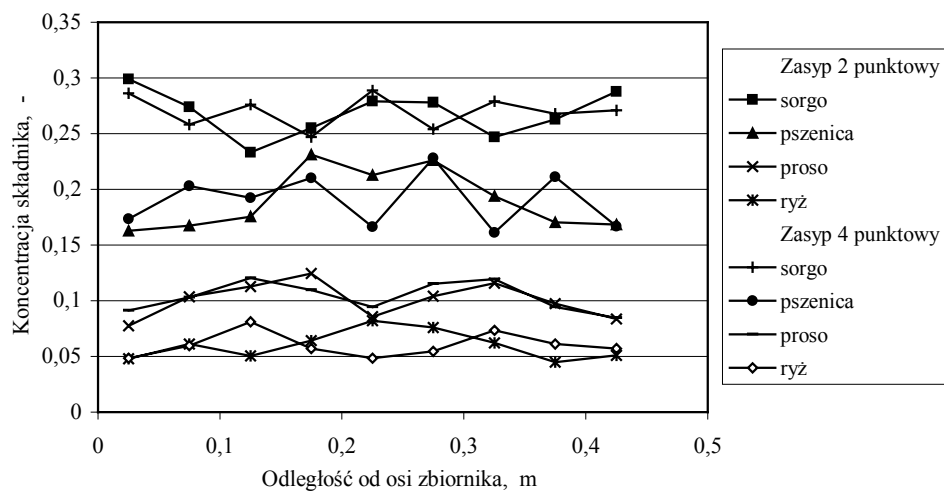
W celu określenia wpływu zasypu wielopunktowego do zbiornika na jakość mieszanki, przedstawiono wykresy zależności stopnia zmieszania w funkcji promienia stożka materiału nasypanego do zbiornika. Im większa liczba punktów zasypu mieszanki do zbiornika, tym mniejszy promień podstawy stożka. Wartości stopnia zmieszania mieszanki I pokazano na rys. 6, a mieszanki II na rys. 7.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Koncentracje składników mieszanki I po zasypaniu do zbiornika ($H/B = 0,44$) dla zasypu 2 i 4 punktowego

Fig. 4. Concentrations of mixture I ingredients after container filling ($H/B=0.44$) for 2-point and 4-point filling

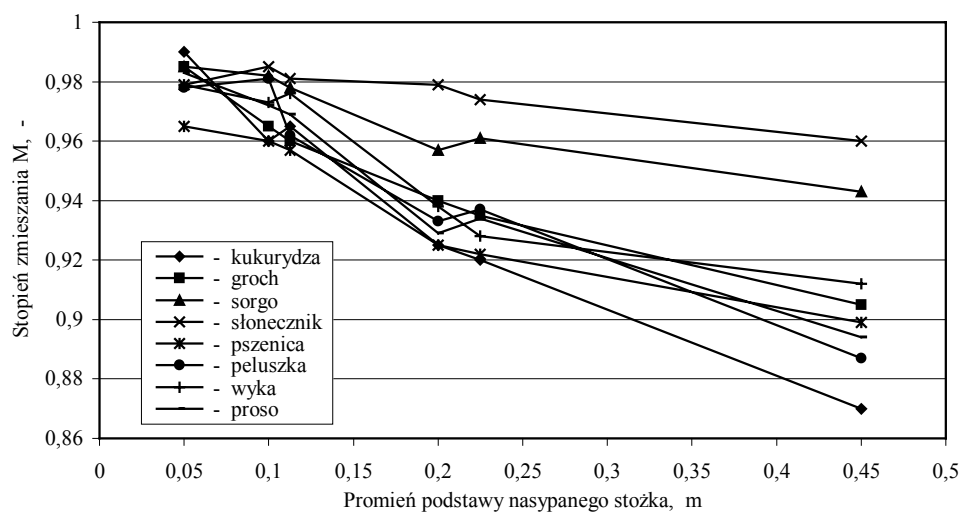


Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Koncentracje składników mieszanki II po zasypaniu do zbiornika ($H/B = 0,44$) dla zasypu 2 i 4 punktowego

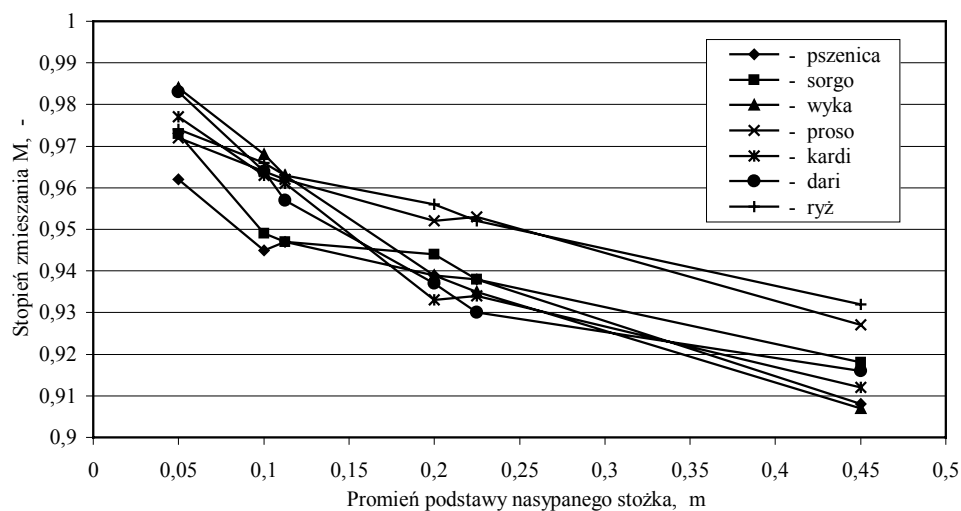
Fig. 5. Concentrations of mixture II ingredients after container filling ($H/B=0.44$) for 2-point and 4-point filling

Ograniczenie segregacji mieszanek...



Źródło: opracowanie własne

Rys. 6. Stopień z mieszania składników mieszanki I w funkcji promienia nasypanego stożka R
 Fig. 6. Mixing degree for mixture I ingredients as a function of strewn cone radius R



Źródło: opracowanie własne

Rys. 7. Stopień z mieszania składników mieszanki II w funkcji promienia nasypanego stożka R
 Fig. 7. Mixing degree for mixture II ingredients as a function of strewn cone radius R

Wnioski

1. Zastosowanie wielopunktowego zasypu do zbiornika ogranicza zjawisko segregacji wtórnej w porównaniu z mieszanką zasypywaną centralnie jednym otworem zasypowym.
2. W zbiorniku o $H/B = 2,25$ zastosowanie zamiast jednego, dwóch otworów zasypowych powoduje wzrost stopnia zmieszania średnio o 3,4%. Stosując cztery otwory zasypowe średni wzrost stopnia zmieszania wynosi 4,3%.
3. W zbiorniku o $H/B = 0,44$ stosowanie dwóch otworów zasypowych powoduje wzrost stopnia zmieszania średnio o 3,5% w porównaniu z pojedynczym otworem zasypowym, a zastosowanie czterech otworów powoduje średni wzrost stopnia zmieszania o 6,7%.

Bibliografia

- Axe D., E.** 1995. Factors affecting uniformity of a mix. *Animal Feed Science and Technology* 53. s. 211-220.
- Boss J., Dąbrowska D.** 1985. Stochastic model of mixing during discharging of granular materials from a bin. I: Two-component system. *Journal Powder & Bulk Solids Technology* 9, No 4. s. 1-11.
- Boss J., Tukiendorf M., Węgrzyn M.** 2000. Technologiczne sposoby przeciwdziałania segregacji wtórnej podczas transportu i magazynowania niejednorodnych układów ziarnistych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 9(20). s. 15-21.
- Makse H. A.** 1999. Kinematic segregation of granular mixtures in sandpiles. *The European Physical Journal B*. 7. s. 271-276.
- Rose H.E.** 1959. A suggested equation relating to the mixing of powders and its application to the study of the performance of certain types of machine. *Transactions of the Institution of Chemical Engineers* 37. s. 47-64.
- Węgrzyn M.** 2002. Wpływ wielkości pobieranej próbki materiału ziarnistego na dokładność oceny stanu mieszaniny. *Acta Agrophysica* 78. s. 277-285.
- Węgrzyn M.** 2006. Segregacja mieszanek paszowych podczas jednopunktowego zasypu zbiornika. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 11(86). Kraków. s. 503-510.

LIMITATING OF BIRD FODDER MIXTURES SEGREGATION DURING MULTI-POINT CONTAINER FILLING

Abstract. This paper presents the results of the research on the behaviour of mixed granular system consisting of grains differing in dimensions, density and shape during filling of containers. The fodder mixtures for birds consisting of whole grains were used in this investigation. The mixtures used are multi-component granulate systems with different mass ratios of the particular components. The research was carried out for model containers, in which the height H to the width B ratios were 2.25 and 0.44, respectively.

Key words: mixed feed, segregation, degree of mixing, granular material

Adres do korespondencji:

Marek Węgrzyn: e-mail: m.wegrzyn@po.opole.pl
Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej
Politechnika Opolska
ul. S. Mikołajczyka 5
45-271 Opole