

ANALIZA ILOŚCI ZANIECZYSZCZEŃ OTRZYMYWANYCH W PROCESIE PRODUKCJI PASZ Z RECYRKULACJĄ SKŁADNIKÓW

Jolanta Królczyk

Katedra Inżynierii Biosystemów, Politechnika Opolska

Streszczenie. Celem pracy było oszacowanie ilości otrzymywanych zanieczyszczeń w procesie produkcji pasz, porównanie ilości otrzymywanych zanieczyszczeń w zależności od rodzaju mieszanki oraz porównanie ilości otrzymywanych zanieczyszczeń w zależności od czasu mieszania. Zakres pracy obejmował przeprowadzenie eksperymentów badawczych dla trzech mieszanek różniących się recepturą o 8, 12 i 14 składnikach dla różnych czasów mieszania: 20, 30, 40, 50 i 60 minut. Pomiarów masy dokonano w kilku punktach ciągu technologicznego: przesiewacz wibracyjny, cyklon, odciąg wiórów i pyłów oraz w produkcie końcowym. Problemem badawczym pracy było określenie, czy czas mieszania wraz z dodatkową recyrkulacją komponentów ma wpływ na jakość otrzymywanych mieszanin. Wysłano hipotezę: im dłuższy czas mieszania, tym mniej zanieczyszczeń w produkcie, czyli tym lepsza jakościowo mieszanka. W przypadku mieszaniny 8-składnikowej można przyjąć hipotezę, natomiast w przypadku mieszaniny 12- i 14-składnikowej hipotezę należy odrzucić.

Słowa kluczowe: mieszanka paszowa, mieszalnia pasz, produkcja pasz, zanieczyszczenia

Wprowadzenie

Mieszanie materiałów ziarnistych spełnia bardzo ważną rolę w przemyśle nie tylko paszowym, ale również chemicznym, farmaceutycznym, w energetyce czy w przemyśle ceramicznym (Boss, 1987; Ottino i Khakhar, 2000). Mieszanie materiałów ziarnistych ma kluczowe znaczenie również w operacjach przemysłowych, takich jak mielenie czy granulacja (Hogg, 2009). Surowce do produkcji mieszanek paszowych zawierają zwykle, oprócz materiału podstawowego, pewne domieszki, których usunięcie jest niezbędne. W skład zanieczyszczeń mogą wchodzić np. zanieczyszczenia mineralne czy nasiona szkodliwych chwastów. W zakładach produkcyjnych przemysłu paszowego operacje związane z separacją zanieczyszczeń materiałów sypkich wykonywane są na różnych etapach procesu technologicznego (Grochowicz, 1994; Grochowicz, 1996). Operacje usuwania z sypkiego materiału podstawowego niepożądanych domieszek nazywa się separacją. Zaliczamy tu dwie operacje – czyszczenie i sortowanie. Zanieczyszczenia występujące w surowcach paszo-

wych dzielimy na: drobne (piasek, pył), grube (pochodzenia organicznego, jak części łodyg i liści oraz nieorganicznego, jak kamienie, sznurki, etykiety, elementy metalowe), lekkie (plewy i pyły), ciężkie (cięższe od czyszczonego materiału) i ferromagnetyczne. Pośród tych zanieczyszczeń można rozróżnić domieszki szkodliwe i nieszkodliwe. Większość zanieczyszczeń nie powoduje trudności technologicznych przy produkcji pasz, za wyjątkiem zanieczyszczeń twardych oraz zanieczyszczeń ferromagnetycznych (Grochowicz, 1996; Grochowicz, 1998).

Problemem badawczym pracy było określenie, czy czas mieszania wraz z dodatkową recyrkulacją komponentów ma wpływ na jakość otrzymywanych mieszanin. Wysunięto hipotezę: im dłuższy czas mieszania, tym mniej zanieczyszczeń w produkcie, czyli tym lepsza jakościowo mieszanka.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było oszacowanie ilości otrzymywanych zanieczyszczeń w procesie produkcji pasz, porównanie ilości otrzymywanych zanieczyszczeń w zależności od rodzaju mieszanki oraz porównanie ilości otrzymywanych zanieczyszczeń w zależności od czasu mieszania.

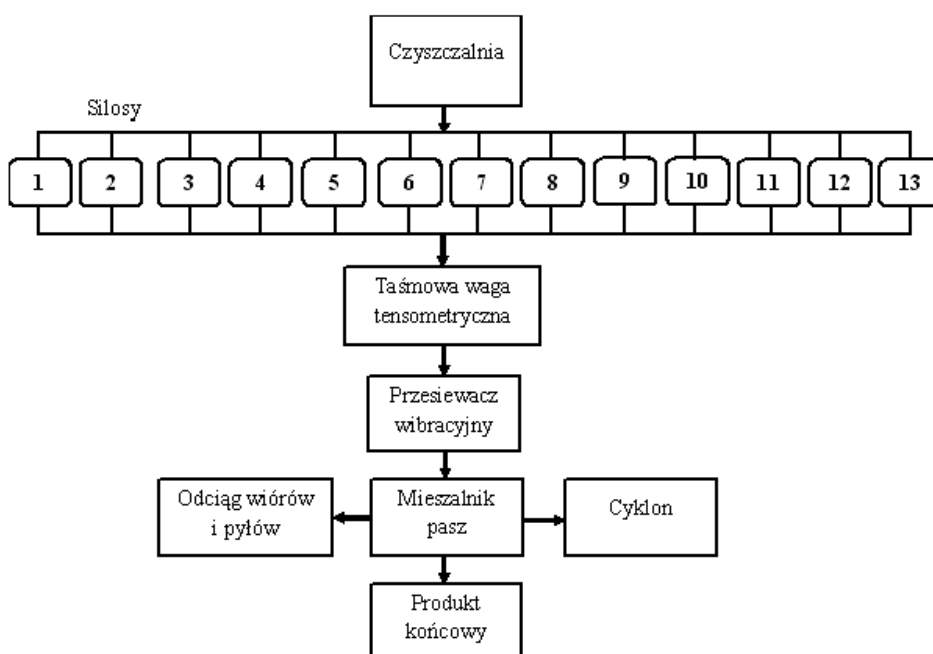
Zakres pracy obejmował przeprowadzenie eksperymentów badawczych dla mieszanek o 8, 12 i 14 składnikach dla różnych czasów mieszania: 20, 30, 40, 50 i 60 minut. Dokonano porównania ilości otrzymanych zanieczyszczeń z oczyszczania dokładnego z przesiewacza wibracyjnego, z odciągu wiórów i pyłów oraz z cyklonu, jak również przeanalizowano ilość zanieczyszczeń w produkcie końcowym.

Metodyka badań

Badania eksperymentalne przeprowadzono w przemysłowej mieszalni pasz. Wymiary mieszalnika podano we wcześniejszych pracach autora (Królczyk, 2011; Królczyk, 2012). Przedmiotem badań była ilość zanieczyszczeń otrzymywanych w produkcji mieszanek paszowych. Specyfiką procesu jest recyrkulacja składników podczas mieszania poprzez przenośnik kulekowy w celu otrzymania produktu o bardzo dobrej jakości, tzn. pozbawionego zanieczyszczeń w postaci pyłów, plewek czy pokruszonych ziaren. Analiza surowców wykazała również, iż nie było typowych zanieczyszczeń, jak etykiety, sznurki, kamienie i inne zanieczyszczenia mineralne, części metalowe. W przypadku procesu produkcji pasz w tej mieszalni mieliśmy do czynienia tylko z procesem czyszczenia wstępnego w czyszczalni umieszczonej przed silosami surowców (czyszczalnia: Petkus K523 o wydajności do $25 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$) i czyszczenia dokładnego na przesiewaczu wibracyjnym. Dane techniczne przesiewacza: typ płaski, sita perforowane, rozmieszczenie otworów podłużnych: rzędy równoległe do kierunku ruchu nasion, wyposażony w dwa rodzaje sit: 1. długość otworu $l=20 \text{ mm}$, szerokość otworu $\Theta_p=1 \text{ mm}$, współczynnik prześwitu $\mu_p=35\%$, grubość sita $= 0,5 \text{ mm}$; 2. długość otworu $l=25 \text{ mm}$, szerokość otworu $\Theta_p=2 \text{ mm}$, współczynnik prześwitu $\mu_p=26\%$, grubość sita $= 0,75 \text{ mm}$. W pracy analizowano ilość zanieczyszczeń otrzymanych podczas czyszczenia dokładnego oraz z urządzeń odpylających (cyklon,

odciąg wiórów i pyłów), a także w workach z produktem końcowym. Schemat produkcji i miejsca instalacji urządzeń przedstawiono na rysunku 1. Wybrane dane techniczne cyklonu: moc silnika odciągu 1,5 kW, wielkość odpylanych cząstek do 0,02 mm. Dane techniczne odciągu wiórów i pyłów: wydajność $800 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, moc silnika 0,37 kW, worek filtracyjny z włókniny poliestrowej, antyelektrostatycznej, wielkość odpylanych cząstek do 0,01 mm.

Badano trzy mieszaniny pasz różniące się recepturą. Dodatkowo dokonano pomiarów ilości otrzymywanych zanieczyszczeń w zależności od czasu mieszania: dla mieszanki pasz 8-składnikowej dla 20, 30, 40, 50, 60 minut mieszania, dla mieszanki pasz 12-składnikowej dla 20, 30, 40, 50 minut mieszania oraz dla mieszanki pasz 14-składnikowej dla 20, 30, 40, 50 i 60 minut mieszania. Skład surowcowy przedstawiono w tabeli 1.



Rysunek 1. Schemat instalacji produkcji pasz
Figure 1. The diagram of the feed production unit

Celem producenta paszy jest z jednej strony otrzymanie mieszanki zgodnej z recepturą w każdej porcji paszy, a z drugiej oczyszczenie surowców podczas procesu czyszczenia dokładnego na sitach oraz oczyszczanie podczas recyrkulacji poprzez cyklon i odciąg wiórów i pyłów. Składniki pasz mieszane są w mieszalniku oraz dodatkowo poddawane są recyrkulacji, dzięki której usuwana jest większa ilość zanieczyszczeń przez cyklon oraz odciąg wiórów i pyłów. Masa zasypanych do mieszalnika komponentów wynosiła 2100 kg (dla paszy 8 i 14 składników) oraz 2200 kg (dla paszy 12 składników). Ilość otrzymanych zanieczyszczeń ważono w kilku punktach: po czyszczeniu na przesiewaczu wibracyjnym

oraz z cyklonu, oraz odciagu wiórów i pyłów. Dokonano również analizy składu wybranych 10 worków produktu po 25 kg dla każdej z mieszanin otrzymanych w procesie produkcji pasz. Dla każdego worka pobrano próby z trzech wysokości worka. Do zanieczyszczeń w tym przypadku zaliczono również ziarna, które nie wchodziły w skład receptury. W tym artykule przedmiotem badań była ilość zanieczyszczeń otrzymywanych w czasie produkcji pasz bez określania homogeniczności paszy, która będzie przedmiotem analizy w kolejnych publikacjach. Uzupełnieniem wyników badań, dotyczących analizy ilości zanieczyszczeń otrzymywanych w procesie produkcji pasz, jest inny artykuł autorki (Królczyk, 2013).

Tabela 1
Skład surowcowy badanych mieszanek paszowych

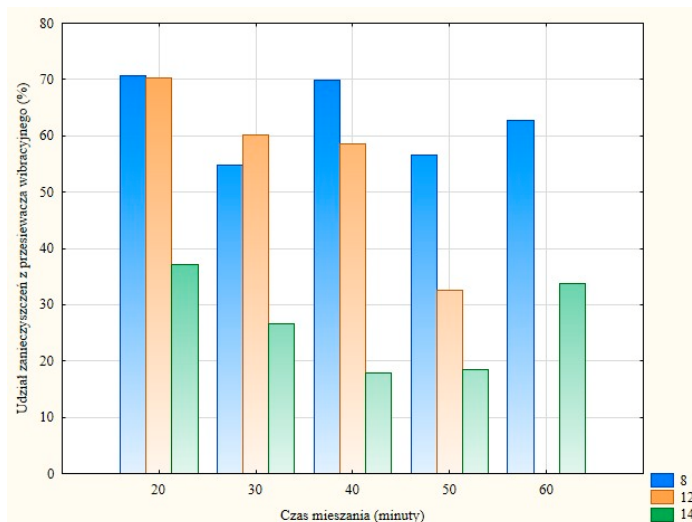
Table 1
Composition of the examined compound feed

Lp.	Komponenty mieszanin ziarnistych	Mieszanka pasz		
		8 składnikowa	12 składnikowa	14 składnikowa
		Udział procentowy (%)		
1	Dari	0,95	2,27	7,14
2	Groch zielony	3,81	3,64	5,71
3	Groch żółty	9,05	6,36	9,52
4	Kardi	-	-	1,91
5	Kukurydza czerwona	-	4,55	4,76
6	Kukurydza żółta	30,48	31,82	38,10
7	Owies łuszczony	-	-	2,38
8	Peluszka	-	0,91	3,81
9	Proso czerwone	-	1,14	1,19
10	Proso żółte	4,76	6,59	7,38
11	Pszemica	40,95	30,00	-
12	Ryż biały	-	-	1,19
13	Słonecznik czarny	1,43	1,36	2,86
14	Sorgo	8,57	10,00	12,62
15	Wyka jasna	-	1,36	1,43
Suma		100,00	100,00	100,00

Wyniki badań

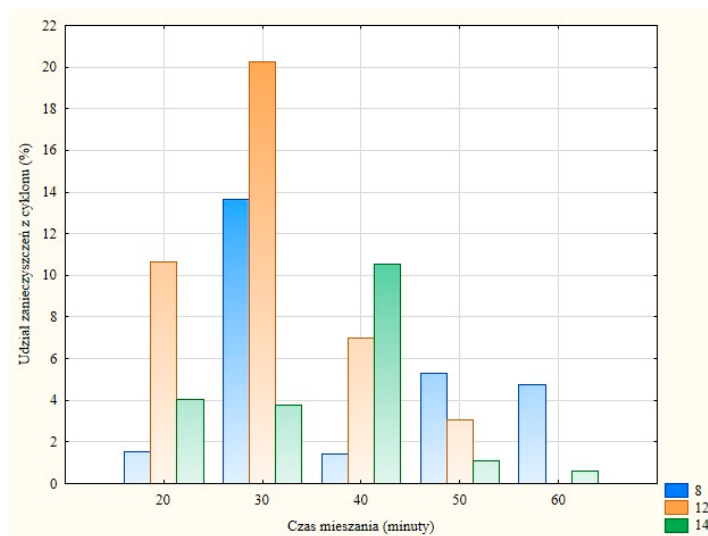
Na kolejnych rysunkach (rys. 2-5) przedstawiono wykres zależności udziału procentowego zanieczyszczeń od czasu mieszania dla trzech mieszanin 8-, 12- i 14-składnikowej dla przesiewacza wibracyjnego, cyklonu, odciagu wiórów i pyłów oraz w produkcie końcowym.

Analiza ilości zanieczyszczeń...



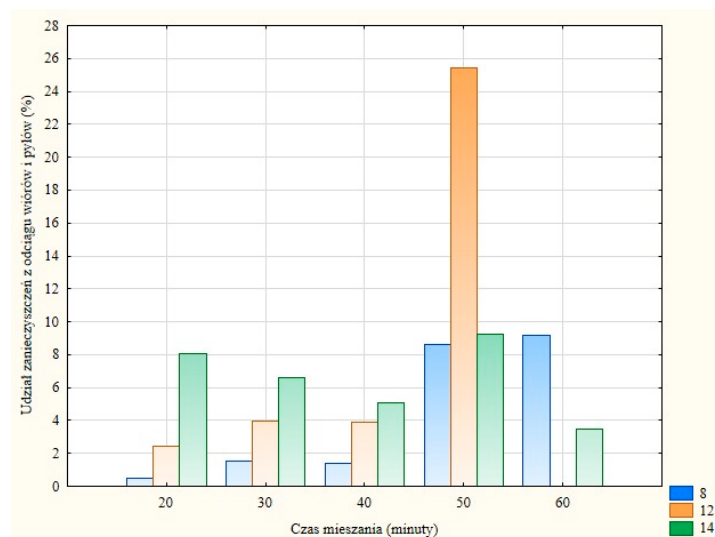
Rysunek 2. Udział zanieczyszczeń z przesiewacza wibracyjnego dla mieszanek pasz o 8, 12 i 14 składnikach

Figure 2. The share of impurities from the impact screen for feed compounds with 8, 12 and 14 ingredients



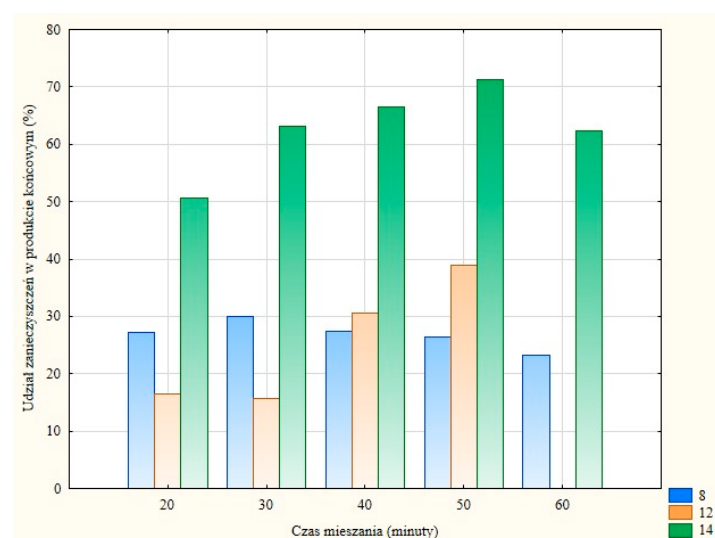
Rysunek 3. Udział zanieczyszczeń z cyklonu dla mieszanek pasz o 8, 12 i 14 składnikach

Figure 3. The share of impurities from the cyclone for feed compounds with 8, 12 and 14 ingredients



Rysunek 4. Udział zanieczyszczeń z odczagu wiórów i pyłów dla mieszanek pasz o 8, 12 i 14 składnikach

Figure 4. The share of impurities from the guy of chips and dust for feed compounds with 8, 12 and 14 ingredients



Rysunek 5. Udział zanieczyszczeń w produkcie końcowym dla mieszanek pasz o 8, 12 i 14 składnikach

Figure 5. The share of impurities in the final product for feed compounds with 8, 12 and 14 ingredients

Porównując ilości otrzymanych zanieczyszczeń (przesiewacz wibracyjny, odciąg wiórów i pyłów, cyklon, produkt) w przeliczeniu na 100 kg wsadu, można stwierdzić, iż największą ilość zanieczyszczeń otrzymano dla mieszanki 8- i 12-składnikowej – odpowiednio 0,82 i 0,96 kg. Znacznie mniej zanieczyszczeń zawierała mieszanka 14-składnikowa – 0,50 kg na 100 kg wsadu. Porównując recepturę mieszanin i największą ilość zanieczyszczeń otrzymaną dla mieszanek 8- i 12-składnikowej można przypuszczać, że za tak dużą ilość zanieczyszczeń odpowiada głównie pszenica, która występuje tylko w 8- i 12-składnikowej mieszance w największym udziale 40,95% i 30,00%.

W przypadku ilości zanieczyszczeń z przesiewacza wibracyjnego największy udział procentowy zanieczyszczeń otrzymano dla mieszaniny 8- i 12-składnikowej (średnio 63,55% i 55,42%), natomiast dla mieszanki 14-składnikowej udział ten wyniósł 26,73%. Analiza ilości zanieczyszczeń z cyklonu wykazała największy udział procentowy zanieczyszczeń dla mieszaniny 12-składnikowej (średnio 10,23%), następnie dla mieszanki 8-składnikowej 5,33%, a najmniej dla mieszanki 14-składnikowej 4,00%. Na podstawie analizy wykresu na rysunku 3 można powiedzieć, iż udział zanieczyszczeń maleje wraz ze zwiększaniem czasu mieszania w zakresie od 30 do 60 minut mieszania. W przypadku ilości zanieczyszczeń z odciągu wiórów i pyłu największy udział procentowy zanieczyszczeń otrzymano dla mieszaniny 12-składnikowej (średnio 8,94%), następnie dla mieszanki 14-składnikowej 6,49%, a najmniej dla mieszanki 8-składnikowej 4,26%. W tym przypadku udział zanieczyszczeń rośnie wraz ze wzrostem czasu mieszania. Udział zanieczyszczeń w produkcie końcowym był największy dla mieszanki 14-składnikowej i wyniósł 62,78%, a dla mieszanek 8- i 12-składnikowej udział był zbliżony do siebie i wyniósł 26,86% i 25,42%.

Biorąc pod uwagę udział wszystkich zanieczyszczeń, największy procentowy udział pochodzi z przesiewacza wibracyjnego dla mieszaniny 8- i 12-składnikowej (63,55% i 55,42%), a najmniejszy dla odciągu wiórów i pyłów (4,26% i 8,94%). Natomiast dla mieszaniny 14-składnikowej największy udział zanieczyszczeń pochodzi z produktu końcowego i wynosi 62,78%, a najmniej dla cyklonu (4,00%).

Przechodząc do analizy ilości zanieczyszczeń w produkcie, nie jest możliwe jednoznaczne przyjęcie postawionej hipotezy, iż dłuższy czas mieszania wpływa na polepszenie jakości produktu w znaczeniu zmniejszenia ilości zanieczyszczeń. W przypadku mieszaniny 8-składnikowej po 50 i 60 minutach mieszania uzyskano najmniejszą ilość zanieczyszczeń – odpowiednio 0,19 i 0,16 kg na 100 kg wsadu w stosunku do 0,25, 0,23 i 0,28 kg na 100 kg wsadu dla 20, 30 i 40 minut. Można zatem przyjąć postawioną hipotezę. W przypadku mieszaniny 14-składnikowej ilość otrzymanych zanieczyszczeń jest najmniejsza dla 20 i 60 minut mieszania i wynosi 0,24 oraz 0,26 kg na 100 kg wsadu w stosunku do 0,32, 0,44 i 0,31 kg dla 30, 40 i 50 minut mieszania, zatem nie można przyjąć hipotezy. W przypadku mieszaniny 12-składnikowej hipotezę należy odrzucić, gdyż wraz ze wzrostem czasu mieszania zwiększał się udział zanieczyszczeń i wynosił odpowiednio: 0,14 na 100 kg wsadu dla 20 minut mieszania, 0,15 na 100 kg wsadu dla 30 minut, 0,25 na 100 kg wsadu dla 40 minut mieszania oraz 0,47 na 100 kg wsadu dla 50 minut mieszania. W przypadku czasu mieszania 50 minut większa ilość zanieczyszczeń mogła być spowodowana większym zanieczyszczeniem produktu w ziarna innego składnika (jęczmienia), które nie wchodziło w skład receptury tej mieszanki. Odnotowano obecność tego ziarna w wielu próbkach, jednak nie prowadzono dodatkowej analizy składu zanieczyszczeń w produkcie

końcowym, więc nie da się zweryfikować tego stwierdzenia. Zatem można wysunąć wniosek, iż dłuższy czas mieszania wręcz pogarsza jakość mieszanki pod względem ilości zanieczyszczeń w produkcie końcowym. Należy przeanalizować zasadność stosowania dodatkowej recyrkulacji składników przez przenośnik kubelkowy, co w przypadku eliminacji tej operacji zmniejszy energochłonność procesu, jednakże spowoduje zmniejszenie ilości zatrzymywanych zanieczyszczeń przez odciąg wiórów i pyłów oraz przypuszczalnie również przez cyklon. Finalnie decyzja ta będzie należała do producenta paszy. Proponuje się przeprowadzenie badań jakości paszy oraz ilości otrzymywanych zanieczyszczeń bez procesu recyrkulacji.

Wnioski

1. Nie jest możliwe jednoznaczne przyjęcie postawionej hipotezy, iż dłuższy czas mieszania wpływa na polepszenie jakości produktu w znaczeniu zmniejszenia ilości zanieczyszczeń. Można przyjąć hipotezę w przypadku mieszanki pasz 8-składnikowej, lecz hipotezę należy odrzucić w przypadku mieszanki 12- i 14-składnikowej. Zatem można wysunąć wniosek, iż dłuższy czas mieszania wręcz pogarsza jakość mieszanki pod względem ilości zanieczyszczeń w produkcie końcowym.
2. Porównując ilości wszystkich zanieczyszczeń (przesiewacz wibracyjny, cyklon, odciąg wiórów i pyłów oraz produkt końcowy) w przeliczeniu na 100 kg wsadu można stwierdzić, iż największą ilość zanieczyszczeń otrzymano dla mieszanki 8- i 12-składnikowej – odpowiednio 0,82 i 0,96 kg. Znacznie mniej zanieczyszczeń zawierała mieszanka 14-składnikowa – 0,50 na 100 kg wsadu. Duża ilość zanieczyszczeń dla mieszanki 8- i 12-składnikowej może być spowodowana obecnością znacznej ilości pszenicy w recepturze, która występuje tylko w 8- i 12-składnikowej mieszance w największym udziale 40,95% i 30,00%.
3. Udział zanieczyszczeń z cyklonu maleje wraz ze zwiększaniem czasu mieszania dla każdej z mieszanin, natomiast udział zanieczyszczeń z odciągu wiórów i pyłów rośnie wraz ze wzrostem czasu mieszania.
4. W przypadku ilości zanieczyszczeń z przesiewacza wibracyjnego największy udział procentowy zanieczyszczeń otrzymano dla mieszaniny 8- i 12-składnikowej (średnio 63,55% i 55,42%), natomiast dla mieszanki 14-składnikowej udział ten wynosił 26,73%. Udział zanieczyszczeń w produkcie końcowym był największy dla mieszanki 14-składnikowej i wyniósł 62,78%, a dla mieszanek 8- i 12-składnikowej udział był zbliżony do siebie i wyniósł 26,86% i 25,42%.
5. Biorąc pod uwagę udział wszystkich zanieczyszczeń, największy procentowy udział pochodzi z przesiewacza wibracyjnego dla mieszaniny 8- i 12-składnikowej (63,55% i 55,42%), a najmniejszy dla odciągu wiórów i pyłów (4,26% i 8,94%). Natomiast dla mieszaniny 14-składnikowej największy udział zanieczyszczeń pochodzi z produktu końcowego i wynosi 62,78%, a najmniej dla cyklonu (4,00%).
6. Należy przeanalizować zasadność uruchomienia procesu recyrkulacji oraz przeprowadzić badania jakości paszy i ilości otrzymywanych zanieczyszczeń bez procesu recyrkulacji.

Literatura

- Boss, J. (1987). *Mieszanie materiałów ziarnistych*. Warszawa – Wrocław, PWN, ISBN 83-01-07058-7.
- Grochowicz, J. (1994). *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion*. Lublin, Wyd. AR.
- Grochowicz, J. (1996). *Technologia produkcji mieszanek paszowych*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, ISBN 83-09-01656-5.
- Grochowicz, J. (red.). (1998). *Zaawansowane techniki wytwarzania przemysłowych mieszanek paszowych*. Lublin, PAGROS, ISBN 83-910152-0-3.
- Hogg, R. (2009). Mixing and segregation in powders: evaluation, mechanisms and processes. *KONA Powder and Particle Journal*, 27, 3-17.
- Królczyk, J. (2011). Analiza zmian jakości wieloskładnikowych mieszanin ziarnistych na linii mieszania w przemysłowej wytwórni pasz. *Inżynieria Rolnicza*, 5(130), 125-133.
- Królczyk, J. (2012). *Proces mieszania wieloskładnikowych materiałów ziarnistych w mieszalniku ślimakowym*. Zastosowanie metod statystycznych w badaniach naukowych IV, Kraków, StatSoft Polska, ISBN 978-83-88724-64-0.
- Królczyk, J. (2013). Próba określenia wpływu czasu mieszania na ilość zanieczyszczeń w mieszanekach paszowych. *Inżynieria Rolnicza*, 3(145)T.1, 159-167.
- Kraków, StatSoft Polska, Kraków 2012, ISBN 978-83-88724-64-0.
- Ottino, J. M.; Khakhar, D. V. (2000). Mixing and segregation of granular materials. *Annu. Fluid Mech*, 32, 55-91.

ANALYSIS OF THE AMOUNT OF IMPURITIES RECEIVED IN THE FEED PRODUCTION PROCESS WITH RECIRCULATION OF INGREDIENTS

Abstract. The objective of the paper was to estimate the amounts of the impurities obtained in the feed production process, depending on the kind of a compound, and to compare the amounts of the received impurities depending on the mixing time. The scope of the paper included conducting research experiments for three compounds varying with the formula with 8, 12 and 14 ingredients for various mixing times: 20, 30, 40, 50 and 60 minutes. The measurements of the mass were carried out in several points of the process line: an impact screen, a cyclone separator, a shaving and dust extractor, and in the final product. The research issue of the paper was to determine whether mixing time along with the additional recirculation of the components influences the quality of the obtained compounds. The following hypothesis was put forward: the longer the mixing time, the fewer impurities in the product, so the better the quality of the compound. In case of the 8-ingredient compound feed the hypothesis can be adopted, but in case of the 12- and 14-ingredient compound feeds, the hypothesis must be rejected.

Key words: feed mixture, fodder mixing plant, feed production, impurities

Adres do korespondencji:

Jolanta Królczyk; e-mail: j.krolczyk@po.opole.pl
Katedra Inżynierii Biosystemów
Politechnika Opolska
ul. Mikołajczyka 5
45-271 Opole