

THE ASSESSMENT OF DOSING PROCESS OF CHOSEN ELEMENTS OF CATTLE FODDER

Summary

This paper presents the result of study of the automatic dosing system for fodder elements in industrial conditions. A process of dosing the chosen raw materials of fodder mixture for cattle was analyzed for: maize, rape meal, wheat and triticale. Data was obtained for 8 succeeding cycles of dosing. A correctness of the work of the system was defined on the basis of the information about set mass (prescription) and obtained (real). The residual sum of squares proving the difference between obtained and set mass was the parameter that determines the largeness of deviation of real mass. Obtained results point at fluctuation of obtained mass of the given element in following cycles of dosing. The biggest deviation from the prescription mass was observed for rape meal. The results of the statistical test (test Mann-Whitney) didn't point at significance of the differences of dosing of chosen elements.

Key words: fodder mixture, automatic dosing system, fodder factory

OCENA PROCESU NAWAŻANIA WYBRANYCH SKŁADNIKÓW PASZY DLA BYDŁA

Streszczenie

Prezentowane wyniki badań automatycznego systemu naważania składników paszy w warunkach przemysłowych. Analizie podlegał proces dozowania wybranych surowców mieszanki pełnoporcjowej dla bydła: kukurydza, śruta rzepakowa, pszenica i pszenżyto. Dane uzyskiwano dla kolejnych 8 cykli naważania. Na podstawie informacji o masie zadanej (recepturowej) oraz uzyskiwanej (rzeczywistej) określano poprawność pracy systemu. Parametrem określającym wielkość odchylenia masy rzeczywistej była resztowa suma kwadratów świadcząca o wielkości odchylenia masy uzyskanej od zadanej. Uzyskane wyniki wskazują na wahania uzyskiwanej masy danego składnika w kolejnych cyklach dozowania. Największe odchylenia od wagi recepturowej odnotowano dla śruty rzepakowej. Wyniki statystycznego testu istotności (test Manna-Whitneya) nie wskazały na istotność różnic naważania wybranych składników.

Słowa kluczowe: mieszanka paszowa, automatyczny system dozowania, wytwórnia pasz

1. Wstęp

Głównym celem żywienia zwierząt gospodarskich jest dostarczenie im w dawce pokarmowej niezbędnych składników gwarantujących prawidłowy przebieg wszystkich procesów biochemicznych zachodzących w organizmie [8]. Pasza powinna dostarczać zwierzętom wszystkie potrzebne składniki w ilościach niezbędnych do uzyskania najkorzystniejszych efektów produkcyjnych. Takie wymagania spełniają tylko odpowiednio zestawione mieszanki surowców [2]. Zarówno niedobór, jak i nadmiar jednego tylko komponentu paszy powoduje utratę wartości całej dawki, a tym samym oznacza pogorszenie rezultatów produkcyjno-ekonomicznych. W związku z tym należy bardzo precyzyjnie bilansować, dozować i mieszać poszczególne składniki paszy [5].

Pomiar masy składników sypkich w wytwórniach pasz może być prowadzony w kilku fazach procesu technologicznego [2]:

- przy przyjęciu surowców,
- w liniach dozowania składników sypkich przy sporządzaniu recepturowych mieszanek paszowych,
- w liniach dodawania surowców ciekłych,
- przy pakowaniu gotowych mieszanek,
- przy napełnianiu i ekspedycji wozów paszowych,
- przy przeprowadzaniu okresowej inwentaryzacji.

W opracowaniu zaprezentowano wyniki dotyczące fazy dozowania składników sypkich przy sporządzaniu danej mieszanki paszowej.

Dozowanie wagowe surowców sypkich w wytwórni pasz będącej obiektem badań prowadzone jest w oparciu

o pracę dwóch wag porcjowych wielokomponentowych. Urządzenie to wyposażone jest w odpowiednio duże zbiorniki (2000 kg i 1000 kg), do których sukcesywnie wprowadzane są kolejne surowce do momentu utworzenia pożądanej mieszanki paszowej. Ładunek jest następnie kierowany do mieszarki [2, 3].

Celem badań była analiza równomierności dozowania wybranych składników paszy dla bydła oraz określenie wpływu podstawowych właściwości fizycznych surowców na przebieg tego procesu.

2. Metodyka badań

Badania przeprowadzono w warunkach przemysłowych. Wytwórnia pasz wyposażona jest w automatyczny system naważania składników paszy, którego główny element stanowią dwie porcjowe wagi wielokomponentowe (waga mała do 1000 kg oraz waga duża do 2000 kg). Panel sterowania przedstawiający zarazem schemat dozowania składników wagi małej i dużej przedstawia rys. 1. Szczegółowy opis tego systemu przedstawiono we wcześniejszej pracy autorki [6].

Badania wykonano podczas produkcji 8 ton mieszanki paszowej dla bydła. Skład mieszanki przedstawiono w tab. 1. Analizowano proces naważania wybranych składników paszy: kukurydza, śruta rzepakowa, pszenica i pszenżyto odważanych na wadze dużej w kolejnych 8 cyklach. Podstawowe właściwości tych składników (określone w oparciu o PN-71/C-04501 i PN-73/R-74007) przedstawiono w tab. 2. Składniki zostały wybrane z uwagi na odważaną ilość; kukurydza i śruta rzepakowa – 200 kg

(grupa 1), pszenica i pszenżyto – 100 kg (grupa 2). Wyniki otrzymane z naważania tych składników pozwolą na obserwację wpływu podstawowych właściwości fizycznych surowców na przebieg tego procesu.

Tab. 1. Skład analizowanej mieszanki paszowej dla bydła
Table 1. The composition of fodder for cattle

Rodzaj surowca	Udział procentowy surowców [%]
Kukurydza	20,0
Pszenica	10,0
Pszenżyto	10,0
Śruta sojowa	6,2
Śruta rzepakowa	20,0
Otręby pszenne	8,0
Kreda pastewna	1,2
Jęczmień	12,0
Corn mix	8,0
Mikronaważki	3,5
Surowce płynne	1,1

Źródło: Blattin Polska

Tab. 2. Podstawowe właściwości i parametry wybranych surowców paszowych na wejściu do mieszarki

Table 2. Basic parameters of chosen fodder materials entering to mixer

Rodzaj surowca	Średni wymiar cząstek [mm]	Gęstość nasypowa $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	Masa zadana [kg]
Kukurydza	8,20	745	200,00
Śruta rzepakowa	0,8	550	200,00
Pszenica	3,70	720	100,00
Pszenżyto	4,20	680	100,00

Źródło: Blattin Polska, opracowanie własne

Automatyczny system dozowania wagi dużej sterowany jest za pomocą sterownika wagowego współpracującego z oprogramowaniem recepturowym i wizualizacyjnym. Waga duża wyposażona jest w 8 dozowników. Samoczynny zapis uzyskanej masy surowca podawany jest każdorazowo na panelu wizualizacyjnym oraz w postaci raportu

produkcji po zakończeniu cyklu produkcyjnego paszy. Raport produkcji stanowił źródło informacji do analizy pracy systemu. Do obliczeń przyjęto wartości średnie z trzech serii badań.

Do określenia wielkości odchylenia masy uzyskanej od zadanej wykorzystano model prostej regresji liniowej. Modelowanie przeprowadzono dla dwóch zmiennych:

- zmienna niezależna X – zadana masa surowca wg receptury paszy (kukurydza – 200,00 kg, śruta rzepakowa – 200 kg, pszenica – 100 kg, pszenżyto – 100 kg),
- zmienna zależna Y – masa surowca w poszczególnych dla poszczególnych cykli dozowania (8 cykli).

Posłużono się analizą błędów (reszt) zaobserwowanych w wyniku dopasowania linii prostej $b_0 + b_1 X$ do wyników obserwacji obu zmiennych. Parametrem opisującym jakość mieszaniny była resztowa suma kwadratów (RSK), czyli suma kwadratów odchyleń zaobserwowanych wartości zmiennej od ich wartości teoretycznych. Zaproponowany parametr stanowi przydatne narzędzie w ocenie jakości wieloskładnikowych mieszanek ziarnistych [4, 7]. W związku z tym zdecydowano się na jego wykorzystanie w niniejszej pracy. Analiza wielkości reszt informuje na ile zaobserwowane wyniki dopasowują się do linii prostej. Im lepsze dopasowanie danych do modelu regresji prostej tym wartości reszt są mniejsze. Wartość RSK równa zero oznacza, iż masa poszczególnych składników w kolejnych cyklach dozowania osiągnęła wartości zadane [1].

Resztowa suma kwadratów regresji definiowana jest następująco:

$$RSK = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2 \quad (1)$$

gdzie:

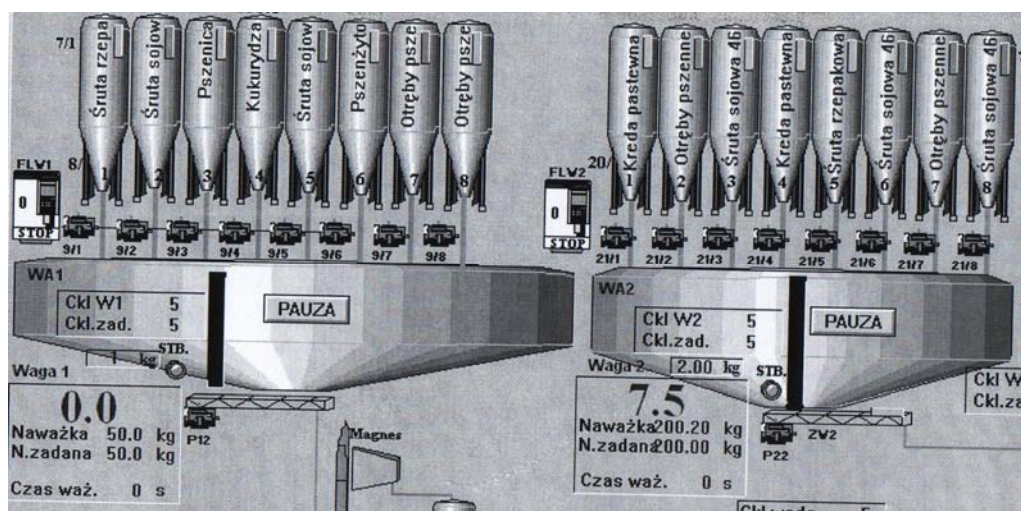
RSK – resztowa suma kwadratów,

e_i – błąd i-tej obserwacji,

y_i – wartość wyniku obserwacji – ilość składnika w kolejnym cyklu naważania

$\hat{y}_i$ – wartość przewidywana z oszacowania otrzymanego z prostej regresji.

Na podstawie uzyskanych wyników dokonano statystycznej analizy porównawczej dla grupy 1 i 2 w oparciu o test Manna-Whitneya na poziomie istotności $\alpha=0,05$.



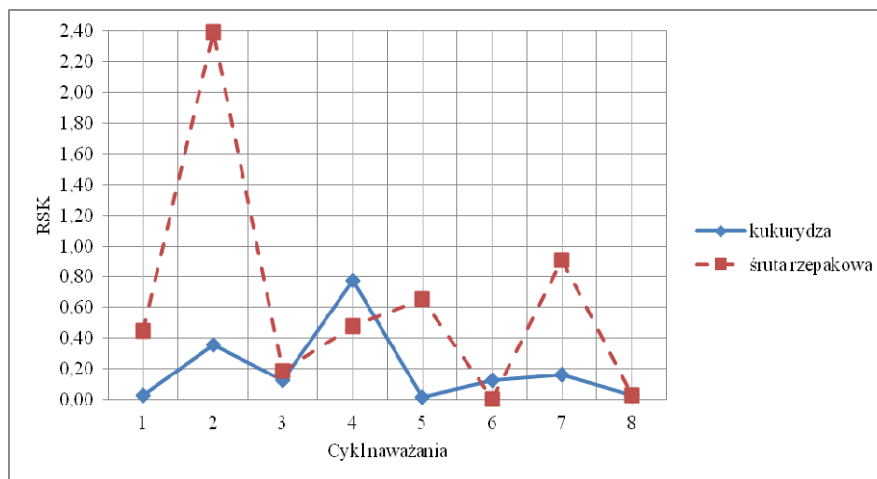
Źródło: Blattin Polska

Rys. 1. Schemat instalacji dozująco-ważącej funkcjonującej w wytwórni pasz (WA1- waga duża, WA2- waga mała)

Fig. 1. The diagram of the dosing-weighing installation functioning in the fodder factory (WA1- big scale, WA2- small scale)

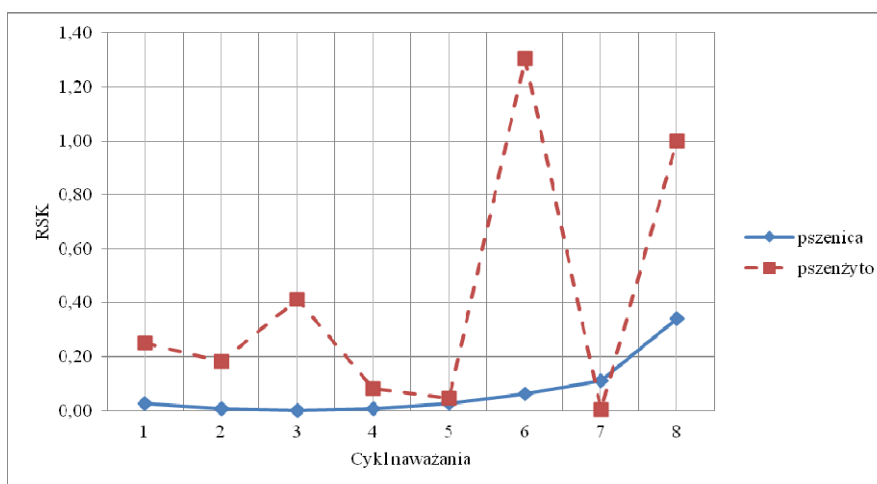
3. Wyniki i dyskusja

Uzyskane wartości resztowej sumy kwadratów dla cykli dozowania przedstawiono w sposób graficzny (rys. 2 i 3).



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Zmiana resztowej sumy kwadratów dla kolejnych serii dozowania kukurydzy i śruty rzepakowej
Fig. 2. The change of residual sum of squares depending on dosing cycle for corn and rape meal



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Zmiana resztowej sumy kwadratów dla kolejnych serii dozowania pszenicy i pszenżyta
Fig. 3. The change of residual sum of squares depending on dosing cycle for wheat and triticale

Podział składników na dwie grupy ze względu na odważane ilości (grupa 1 – kukurydza i śruta rzepakowa oraz grupa 2 – pszenica i pszenżyto) pozwala na obserwację przebiegu procesu dozowania składników o tym samym udziale masowym. Interpretacja graficzna uzyskanych wyników (RSK) wskazuje na zróżnicowanie uzyskiwanej masy dla kolejnych cykli dozowania (rys. 2 i 3). Jest to szczególnie widoczne dla dozowania śruty rzepakowej oraz pszenżyta, gdzie uzyskano największe wartości RSK (śruta rzepakowa RSK max. 2,40, pszenżyto RSK max. 1,30). Składniki te posiadają niższe wartości gęstości nasypowej w obu grupach odpowiednio $550 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ oraz $680 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Można zatem zauważyć wpływ tego parametru na dozowanie sypkich surowców paszy. Warto zwrócić uwagę na to, że w przypadku nawożenia pszenicy uzyskano największą zbieżność masy uzyskanej do recepturowej. Ponadto dozowanie tego surowca charakteryzuje się największą równomiernością rzeczywistej masy dla poszczególnych cykli. Natomiast najgorsze rezultaty uzyskano podczas dozowania śruty rzepakowej (najwyższe wartości RSK). Tylko w tym przypadku odnotowano zarówno przeważenie, jak i niedo-

ważenie składnika. Wśród analizowanych składników śruta rzepakowa charakteryzuje się najmniejszą wartością średniego wymiaru cząstek oraz gęstością nasypowej (tab. 2). Jednak wyniki dotyczące pozostałych składników nie pozwalają na jednoznaczne określenie wielkości wpływu podstawowych właściwości fizycznych na przebieg procesu dozowania.

Wyniki statystycznej analizy porównawczej przedstawiono w tab. 3.

Tab. 3. Wyniki statystycznego testu porównawczego dla $\alpha = 0,05$

Table 3. The results of comparative statistical test for $\alpha = 0,05$

Grupa składników	Wyniki testu Manna-Whitneya U	Wartość poziomu prawdopodobieństwa p
1. kukurydza – śruta rzepakowa	19,00	0,19
2. pszenica – pszenżyto	14,00	0,07

Źródło: opracowanie własne

Uzyskane wyniki statystycznej analizy porównawczej w oparciu o test Manna-Whitneya nie wskazują na występowanie statystycznie istotnej różnicy w dozowaniu analizowanych składników. Potwierdza to wcześniej przedstawione obserwacje. Zauważono pewien wpływ gęstości nasypowej na zaburzenia procesu dozowania (im mniejsza wartość gęstości nasypowej tym zaburzenia są większe) jednak wyniki analizy statystycznej (test istotności Manna-Whitneya) nie pozwalają na jednoznaczne określenie wielkości tego oddziaływania.

3. Wnioski

1. Najgorsze rezultaty dozowania uzyskano dla śruty rzepakowej, natomiast najmniejsze różnice wagi recepturowej do rzeczywistej uzyskano dla pszenicy.
2. Można zauważyć pewien wpływ gęstości nasypowej składnika na przebieg jego dozowania. W przypadku odważania tej samej ilości różnych składników wpływ na zaburzenia uzyskiwanej masy ma wartość gęstości nasypowej danego surowca.
3. Wyniki statystycznego testu porównawczego Manna-Whitneya nie wskazują na zróżnicowanie przebiegu procesu dozowania dla analizowanych składników.
4. Na tym etapie badań nie można jednoznacznie ocenić wpływu podstawowych właściwości fizycznych składników na przebieg procesu dozowania.
5. Konieczne jest kontynuowanie badań w celu precyzyjnej oceny pracy systemu naważania i wpływu podstawo-

wych parametrów odważanych materiałów na poprawność jego działania.

4. Bibliografia

- [1] Aczel A. D.: Statystyka w zarządzaniu. Polskie Wydawnictwo Naukowe, 2005. ISBN: 83-01-14548-X.
- [2] Grochowicz J.: Technologia produkcji mieszanek paszowych. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1996. ISBN 83-09-01656-5.
- [3] Jankowski J.: Wagi i ważenie w przemyśle i handlu. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1983. ISBN 8320403855.
- [4] Królczyk J., Tukiendorf M.: Analiza zmian jakości wieloskładnikowej mieszaniny ziarnistej w przemysłowym mieszalniku pasz. Inżynieria Rolnicza, nr 8 (117)/2009, s. 83-90.
- [5] Nawrocki L., Grela E.R.: Technika i zasady w żywieniu świń. Wielkopolskie Wydawnictwo Rolnicze Sp. z o.o., Poznań, 2011. ISBN 978-83-929756-2-5.
- [6] Matuszek D.: Analiza przebiegu automatycznego procesu dozowania wybranych składników paszy drobiowej w warunkach przemysłowych. Inżynieria Rolnicza, 2012, 2(137), 193-201.
- [7] Matuszek D., Tukiendorf M.: Analiza wpływu elementów daszkowych na proces mieszania wieloskładnikowej mieszaniny ziarnistej w mieszalniku przesypowym. Inżynieria Rolnicza, 2010, 6(124), 73-81.
- [8] Underwood E.J., Suttle N.F.: Mineral Nutrition of Livestock. CAB International 1999, H ISBN 9780851991283.
- [9] PN-71/C-04501 Analiza sitowa.
- [10] PN-73/R-74007 Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości.