

Jan BARWICKI, Kazimierz DRESZER, Jan GIEROBA,
Edmund KAMIŃSKI

Wpływ konstrukcji mieszadeł na segregację i energochłonność procesu mieszania pasz

Effect of the Construction of Mixers on Segregation and Energy Consumption of the Process of Fodder Mixing

W żywieniu krów, bukatów i owiec stosuje się najczęściej pasze objętościowe świeże i suche oraz pasze treściwe. W tradycyjnych systemach żywienia pasze te podawane są oddzielnie, w ustalonej kolejności i ilościach niezbędnych do uzyskania odpowiedniej produktywności. Badania Lehmera, Wiernego i in. (3, 5, 7) wykazały wyższą efektywność żywienia paszą pełnodawkową odpowiednio wymieszaną przed podaniem do bezpośredniego skarmiania. Do tego celu służą wozy paszowe, w których stosowane są różne typy zespołów mieszających.

Głównym zadaniem wozu paszowego jest możliwie jednorodne wymieszanie komponentów paszy oraz wyładunek jej do koryt. W praktyce powszechnie stosowane są mieszadła śrubowe, wstęgowe oraz łopatowe. Wymienione typy mieszadeł charakteryzuje zróżnicowana skuteczność i energochłonność procesu. Ponadto czas i prędkość mieszania muszą być ściśle kontrolowane, gdyż w przeciwnym przypadku może nastąpić degeneracja komponentów lub ich segregacja.

Wychodząc naprzeciw potrzebom polskiego rolnictwa, skonstruowano eksperymentalny wóz paszowy z zestawem wymiennych mieszadeł. Wóz poddano badaniom, których celem było określenie najbardziej skutecznego mieszadła oraz parametrów jego pracy.

Artykuł zawiera omówienie wyników badań przedstawionego wozu oraz zestawu mieszadeł.

MATERIAŁ I METODA

Do przeprowadzenia badań zaprojektowano eksperymentalny model wozu mieszającego o pojemności 4 m^3 (ryc. 1) oraz trzy wymienne zestawy mieszadeł: śrubowy, łopatowy i wstęgowy (ryc. 2). Wóz zaczepiany był do ciągnika o mocy 22 kW. Napęd mechanizmów wozu realizowany był od WOM ciągnika. Załadunek wozu materiałami objętościowymi i sypkimi odbywał się od góry skrzyni ładunkowej za pomocą ładowacza chwytakowego, a pasze sypkie wysypywało się bezpośrednio z worków. Mieszano trzy typowe zestawy pasz

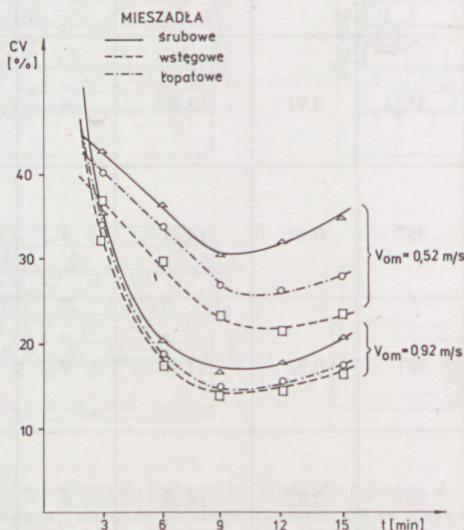
Tab. 1. Zestawienie wybranych wyników badań modelowego wozu paszowego (o pojemności 4 m^3 z wymienionymi mieszadłami) dotyczących najlepszej jędorodności mieszaniny przy minimalnym zużyciu energii
 Selected results of model studies of a fodder cart (with the volume of 4 m^3 with exchangeable mixers) concerning the best homogeneity of the mixture with minimum energy consumption

Rp.	Typ mieszadeł	Skład pasz (kg)	Całkowita masa pasz (kg)	Prędkość obwodowa mieszadeł (m/s)	Współczynnik mieszania CV (%)	Czas mieszania t (min)	Jednostkowe zapotrzebowanie energii (kWh/t)
a	śrubowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	16,68	9	1,46
	łopatkowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	13,80	9	1,07
	wstęgowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	14,21	9	1,40
b	śrubowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	17,92	9	2,07
	łopatkowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	14,38	9	1,71
	wstęgowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	14,96	9	1,98
c	śrubowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	16,32	9	1,90
	łopatkowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	12,38	9	1,36
	wstęgowe	kiszonka z kukurydzy 330 słoma 25 treściwe 22	337	0,92	13,82	9	1,85

ścią charakteryzował się proces mieszania paszy z komponentów o składzie "c" również mieszadłem łopatomym. W tym przypadku nakłady energetyczne wynosiły 1,36 kWh/t. Największą energochłonność procesu stwierdzono przy mieszaniu paszy o składzie "b".

Bardzo ważną cechą paszy jest jej równomierność wymieszania. Właściwość tę charakteryzuje współczynnik wymieszania CV. Stwierdzono, że pasze, dla których wartość współczynnika wymieszania $CV < 18\%$, cechują się wysoką jakością (1, 2, 9, 10).

Na ryc. 3 przedstawiono zmienności współczynników CV dla badanych typów mieszadeł podczas sporządzania paszy z komponentów według receptury "a" (tab. 1). Analiza wykresów zamieszczonych na tym rysunku wykazuje, że prędkość obwodowa mieszadeł $V_{om} = 0,52$ m/s jest zbyt mała do uzyskania prawidłowej jakości mieszaniny. Wykazano przy tym, że tylko mieszadła łopatowe zapewniają otrzymanie paszy o parametrach zbliżonych do wymagań.



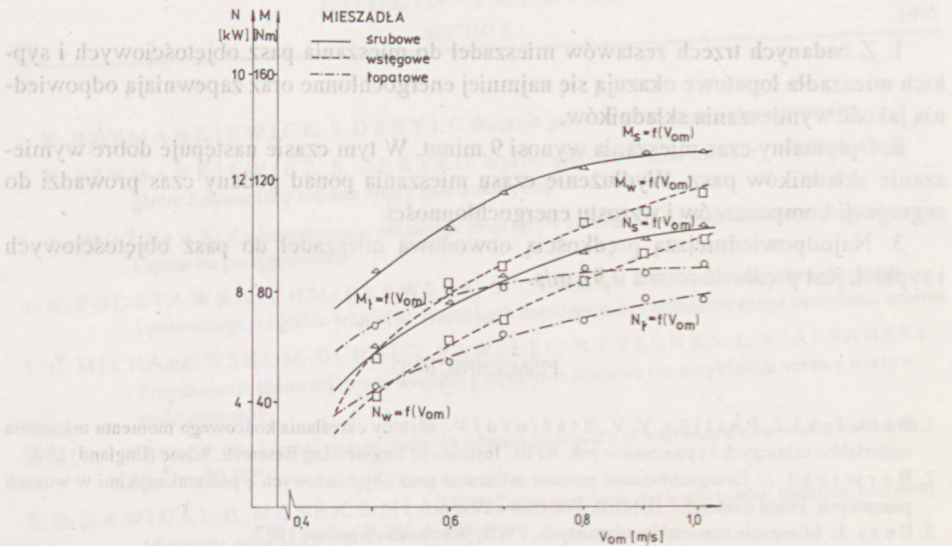
Ryc. 3. Przebieg zależności pomiędzy czasem mieszania a jakością mieszaniny pasz dla trzech zestawów mieszadeł podczas mieszania: kiszonki z kukurydzy 330 kg, słomy 25 kg i paszy treściwej 22 kg

The relations between the mixing time and the quality of fodder mixture for three sets of mixers during the mixing of maize silage 330 kg, straw 25 kg and bulky food 22 kg

Prędkość obwodowa mieszadeł $V_{om} = 0,92$ m/s zapewniała prawidłowe wymieszanie komponentów przez wszystkie trzy typy mieszadeł (ryc. 3). Ponadto przeprowadzone badania wykazały, że optymalny czas mieszania komponentów omówionymi mieszadłami wynosi 9 minut. Wydłużenie czasu mieszania ponad podaną wartość powoduje pogorszenie jakości paszy oraz zwiększenie energochłonności procesu.

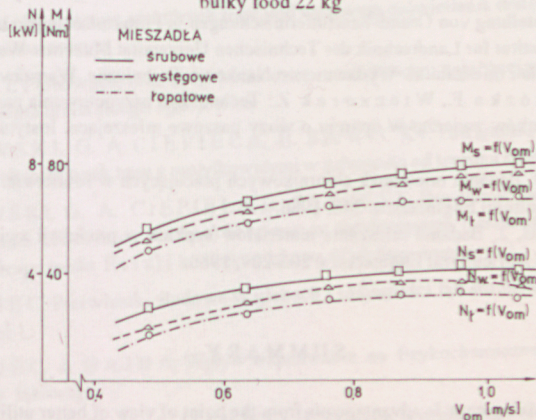
Na ryc. 4 przedstawiono wpływ prędkości obwodowej mieszadeł na przebieg poboru mocy i moment obrotowy podczas mieszania kiszonki, siana i paszy treściwej. Z wykresu wynika, że najmniejsze zapotrzebowanie mocy występowało przy zastosowaniu mieszadeł łopatowych. Nieco wyższe zapotrzebowanie mocy wykazywało mieszadło wstęgowe. Najbardziej energochłonne okazały się mieszadła śrubowe pełne.

Inny przebieg zapotrzebowania mocy wystąpił podczas mieszania kiszonki z kukurydzy, słomy i paszy treściwej. Przebieg zapotrzebowania mocy był bardziej równomierny (ryc. 5). Słoma jest materiałem mniej sprężystym aniżeli siano i nie powoduje spiętrzeń, a



Ryc. 4. Przebieg zapotrzebowania mocy i momentu obrotowego podczas mieszania kiszonki z kukurydzy 330 kg, siana 25 kg, paszy treściwej 22 kg

The course of power demand and turning moment during the mixing of maize silage 330 kg, straw 25 kg and bulky food 22 kg



Ryc. 5. Przebieg zapotrzebowania mocy i momentu obrotowego podczas mieszania zielonki z kukurydzy 330 kg, słomy 25 kg, paszy treściwej 22 kg

The course of power demand and turning moment during the mixing of maize green fodder 330 kg, straw 25 kg, bulky food 22 kg

raczej swobodny przepływ w komorze mieszadła. Również w tym przypadku mieszadła łopatkowe wymagały najmniejszego zapotrzebowania mocy. W pracy mieszadeł łopatkowych przepływ cząstek paszy następował po krzywej zbliżonej do elipsy, podobnie jak w przypadku mieszadeł śrubowych. Znaczna część materiału przemieszczała się w płaszczyźnie pionowej skrzyni ładunkowej, co wzmacnia intensywność mieszania oraz ogranicza zapotrzebowanie energii. Ponadto stosowanie mieszadeł łopatkowych ogranicza proces segregacji, gdyż materiał przemieszcza się w całej objętości, a nie warstwowo.

WNIOSKI

1. Z badanych trzech zestawów mieszadeł do mieszania pasz objętościowych i sypkich mieszadła łopatkowe okazują się najmniej energochłonne oraz zapewniają odpowiednią jakość wymieszania składników.

2. Optymalny czas mieszania wynosi 9 minut. W tym czasie następuje dobre wymieszanie składników pasz. Wydłużenie czasu mieszania ponad podany czas prowadzi do segregacji komponentów i wzrostu energochłonności.

3. Najodpowiedniejszą prędkością obwodową mieszadeł do pasz objętościowych i sypkich jest prędkość równa 0,92 m/s.

PIŚMIENNICTWO

1. Barwicki J., Philips V. V., Stafford J. V.: Metody określania końcowego momentu mieszania materiałów rolniczych i żywnościowych. AFRC Institute of Engineering Research, Silsoe (England) 1990.
2. Barwicki J.: Energochłonność procesu mieszania pasz objętościowych z paszami sypkimi w wozach paszowych. Praca doktorska, IBMER, Warszawa 1993.
3. Boss J.: Mieszanie materiałów ziarnistych. PWN, Warszawa-Wrocław 1987.
4. Dreszer K., Barwicki J.: Metoda oceny jednorodności mieszanki materiałów sypkich. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, Lublin 1995.
5. Harnaby N., Edwards M. F., Nienow A. W.: Mixing in Process Industries. Butterworths (London) 1985.
6. Lehmer M.: Herstellung von Grund-Kraffuttermischungen in Futtermischungen und deren Einsatz in der Milchviehhaltung. Institut für Landtechnik der Technischen Universität München-Weihenstephan 1981.
7. Stręk F.: Mieszanie i mieszalniki. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1981.
8. Wierny A., Brzózka F., Wieczorek Z.: Technologia przygotowania pasz pełnoporcjowych dla różnych grup i gatunków zwierząt w oparciu o wozy paszowe mieszające. Instytut Zootechniki, Kraków 1987.
9. Norma ASAE: S 380. Badania mieszanek zbiornikowych pracujących w rolnictwie. St. Joseph MI: American Society of Agricultural Engineers, s. 248, 1986.
10. Norma ASAE: S 303, 2. Badania mieszania materiałów sypkich w produkcji zwierzęcej. St. Joseph MI: American Society of Agricultural Engineers. s. 205-209, 1986.

SUMMARY

The use of fodder mixing carts is advantageous from the point of view of better utilization of bulky and dry fodders. In consequence, better productivity of the animals and improvement of the technology of the service is achieved since one machine prepares the fodder and distributes it. The process of mixing and preparing the fodders consumes considerable amounts of energy, while the solutions used so far with the mixing sets are usually accidentally chosen and they do not always have any rationally justified parameters of work.

The studies conducted in three mixing sets, namely screw-, paddle- and band- driven ones, showed that from the point of view of energy consumption of the work, the quality of the fodder and the time of mixing, the best solution were the paddle mixers. While mixing maize silage, straw and bulky fodder by means of paddle mixers, the demand for energy per unit was 1.07 kWh/t.

A fodder cart with paddle mixer achieved the best quality food within the time of 9 minutes. Making the time of work longer than that period had a negative effect on the indexes of the process, causing component segregation and increase of energy consumption.

Peripheral velocity of the mixers should be about 0.92 m/s.

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

VOL. L

SECTIO E

1995

1. K. SZYMANKIEWICZ, S. DERYŁO: Reakcja gleby i kukurydzy na głębszowanie
2. K. SZYMANKIEWICZ, S. DERYŁO: Wpływ głębszowania na opory rozklinowania gleby i dynamikę zapasu wody pod kukurydzą
3. A. WOŹNIAK: Zachwaszczenie pszenżyta ozimego w zależności od jego udziału w płodozmianie i sposobu pielęgnowania
4. E. PODSTAWKA - CHMIELEWSKA, S. CEGLAREK: Uprawa buraka cukrowego i pastewnego na glebie lekkiej w warunkach deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotem
5. C. MICHAŁOWSKI, M. OCHAŁ, T. PAWELEC, B. CZŁONKA, L. SZAFRAŃSKI: Przystawianie innowacji przez wiejskie gospodynie domowe (na przykładzie uprawy warzyw mało znanych)
6. B. SAWICKA: Wydajność sadzeniaków 44 odmian ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP
7. B. SAWICKI, B. MOSEK, S. MIAZGA: Zróżnicowanie cech ekotypów mietlicy białawej (*Agrostis alba* L.) z Polski Wschodniej
8. B. SAWICKI: Produktynność oraz wykorzystanie podstawowych składników pokarmowych wniesionych z gnojowicą i nawozami mineralnymi na pastwisko o glebie brunatnej wytworzonej z lessów
9. B. SAWICKI: Plonowanie niektórych traw pod wpływem naświetlania materiału siewnego laserem helowo-neonowym
10. B. SAWICKI: Plonowanie oraz skład botaniczny runi łąki nowo założonej w zależności od poziomu nawożenia mineralnego i gnojowicą
11. K. JANKOWSKI, G. A. CIEPIELA, B. SAWICKI: Zawartość P, K i Ca w sianie z uproszczonych mieszanek traw z motylkowatymi w zależności od terminu sprzętu pierwszego pokosu
12. K. JANKOWSKI, G. A. CIEPIELA, B. SAWICKI: Przydatność stoklosy uniolowatej (*Bromus unioloides* Humb. et Kunth) do uprawy w siewie czystym i mieszanek z lucerną mieszańcową (*Medicago media* Pers.) i koniczyną łąkową (*Trifolium pratense* L.)
13. J. BOROWIEC: Pierwiastki śladowe w glebach i roślinności łąk środkowo-wschodniego regionu Polski
14. J. BOROWIEC, J. GAJDA: Wpływ wapnowania na fizykochemiczne właściwości mineralnej gleby łąkowej
15. M. FLIS-BUJAK, Y. N. A. DARWISH: Substancja organiczna różnie użytkowanych gleb aluwialnych Wisły i Nilu
16. M. FLIS-BUJAK, R. TURSKI, G. ŻUKOWSKA: Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego na związki próchniczne gleb
17. M. FLIS-BUJAK, S. BARAN, G. ŻUKOWSKA: Wpływ różnych środków użyźniających na materię organiczną gleb
18. Z. MAZUR: Zróżnicowanie wody w glebie i zróżnicowanie plonów niektórych roślin uprawnych w urzeźbionym terenie lessowym
19. E. BOROWSKI, Z. K. BLAMOWSKI: Reakcja rzepaku na żywienie $N-NO_3$ i $N-NH_4$ podawane w różnych fazach wzrostu roślin

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

VOL. L

SECTIO E

1995

20. B. KOŚCIK, P. GRADZIUK, B. KLIMCZUK: Pracochłonność uprawy tytoniu papierosowego jasnego w różnych rozstawach
21. B. KOŚCIK: Wpływ rzędowego i rzutowego nawożenia azotem na plon i jakość tytoniu papierosowego jasnego uprawianego w pasowym układzie rzędów
22. E. MAKARSKA: Wpływ wybranych herbicydów na zawartość frakcji białkowych w ziarnie pszenicy jarej
23. I. PERUCKA: Wpływ nawożenia potasowego na zawartość mikroelementów i potasu w owocach wybranych odmian papryki (*Capsicum annuum* L.)
24. I. JACKOWSKA: Mobilizacja Mn i Fe z gleb w funkcji czasu, temperatury i odczynu
25. J. PIOTROWSKI, I. JACKOWSKA: Wprowadzanie do środowiska metali ciężkich z oczyszczalni ścieków w Lublinie na przestrzeni roku
26. L. KOZAK, M. BUBICZ, M. MIKOS-BIELAK, Z. WARD A: Zawartość i pobranie cynku przez owies pochodzący z pól rolników indywidualnych
27. R. GĄSZCZYK, M. BUBICZ, I. JACKOWSKA, T. PASZKO: Procesy sorpcyjno-desorpcyjne cynku w glebach
28. K. A. DRESZER, J. BARWICKI: Metoda oceny jednorodności mieszaniny materiałów sypkich
29. K. A. DRESZER, E. KAMIŃSKI: Zastosowanie opryskiwacza do nawożenia nawozami płynnymi
30. E. PODGÓRSKA: Wpływ procesu fermentacji alkoholowej na zawartość patuliny w podłożu



10, ✓

BIBLIOTEKA GŁÓWNA ✓

Akademii Rolniczej
w Lublinie

91485

V. 5A

1936

UMCS



WYDAWNICTWO

WYDAWNICTWO
UNIwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej
Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 5, 20-031 Lublin
POLSKA
