

# ZESPOŁY MIESZAJĄCE W WOZACH PASZOWYCH

## Cz. 1. Zespoły mieszające poziome

Streszczenie

Zespoły mieszające są najważniejszą częścią wozów paszowych. Przygotowują paszę o homogenicznej strukturze, co utrudnia zwierzętom pobieranie i wyjadanie wybranych składników. Dobry system mieszania umożliwia karmienie krów dobrze zbilansowaną paszą; zwiększa produkcję mleka. W artykule omówiono poziome zespoły mieszające stosowane w wozach paszowych.

### 1. Systemy mieszania w wozach paszowych

Zespół mieszająco-rozdrabniający stosowany w wozach paszowych jest najważniejszym elementem wyposażenia tych maszyn. Ma on za zadanie wymieszać składniki dawki paszowej, bardzo zróżnicowane pod względem właściwości fizykomechanicznych, tak aby przygotowana pasza była jednorodna pod względem rozmieszczenia w całej masie poszczególnych jej komponentów oraz miała strukturę odpowiednią dla przeżuwaczy. Tak przygotowana homogeniczna dawka paszy uniemożliwia zwierzęciu selektywne wyjadanie poszczególnych składników, a równomiernie rozmieszczone w całej dawce nawet niewielkie ilości witamin i składników mineralnych mogą być pobrane w takiej samej ilości przez wszystkie zwierzęta [4, 12, 13].

Pod względem zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych zespołów mieszających wyróżnia się wozy paszowe wyposażone w [1, 11, 14, 15,]:

- jeden, dwa, trzy lub cztery ślimaki ustawione poziomo w podłużnym zbiorniku,
- jeden, dwa lub trzy ślimaki ustawione pionowo,
- łopaty mieszające ustawione poziomo i pionowo,
- mieszadła łańcuchowe,
- mieszadła pneumatyczne,
- kombinacje różnych typów mieszadeł.

Wymienione wyżej rozwiązania konstrukcyjne zespołów mieszających w różny sposób oddziałują na mieszaną paszę. Można więc ustalić inną klasyfikację systemów mieszania stosowanych w wozach paszowych. Mamy więc [5, 9]:

- mieszanie wymuszone z poziomym układem ślimaków mieszających, do których zaliczane są systemy z mieszadłami jedno-, dwu-, trzy- i czteroślimakowymi,
- mieszanie z pionowym układem ślimaków, do których

zaliczane są systemy z mieszadłami jedno-, dwu- i trzyślimakowymi,

- mieszanie ze swobodnym spadkiem, do których zaliczane są systemy z mieszadłami łopato-bębnowymi.

W tab. 1 zestawiono ocenę jakości przygotowanej paszy w zależności od typu i liczby mieszadeł stosowanych w wozach paszowych [11].

Różnorodność rozwiązań konstrukcyjnych mieszadeł stosowanych w wozach paszowych, spowodowana koniecznością omińnięcia rozwiązań patentowych stosowanych przez innych producentów, utrudnia jednolitą klasyfikację tych zespołów. Dlatego dla dalszej analizy przyjęto rozwiązania konstrukcyjne najczęściej obecnie stosowane w wozach paszowych, które są dostępne w materiałach firmowych i omawiane w literaturze naukowo-technicznej [2, 3, 11].

### 2. Mieszadła ślimakowe poziome

System mieszadeł ślimakowych poziomych wyposażony jest w jeden, dwa, trzy lub cztery ślimaki. Wozy paszowe z poziomymi ślimakami zaliczane są do maszyn z tzw. wymuszonym obiegiem paszy. Zaletą tego systemu mieszania jest to, że komponenty paszy różniące się strukturą czy zawartością suchej masy są ze sobą jednolicie wymieszane, tworząc paszę o homogenicznej strukturze.

Mieszadła ślimakowe poziome są ustawione wzdłuż skrzyni maszyny i bardzo intensywnie mieszają komponenty paszowe. Dla wymaganego prawidłowego żywienia przeżuwaczy zachodzi konieczność rozdrabniania suchych i przewiedniętych składników objętościowych paszy (sianokiszonka, siano, słoma). Dlatego na zewnętrznej krawędzi zwoju ślimaka umieszczane są elementy tnące o różnym kształcie, mające często zaokrąglone ostrza (rys. 1). Elementy

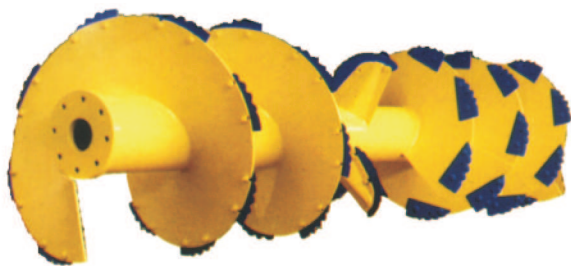
Tab. 1. Systemy mieszania, a jakość przygotowanej paszy  
Table 1. Mixing systems and quality of prepared feed

Typ mieszadła	Dokładność mieszania	Rozdrabnianie	Zachowanie struktury	System mieszania
Mieszadło 1-ślimakowe poziome	+++	++	++	+
Mieszadło 2-ślimakowe poziome	+++	++	++	+
Mieszadło 3-ślimakowe poziome	+++	+++	++	+++
Mieszadło 4-ślimakowe poziome	+++	++	+++	0
Mieszadło 1-ślimakowe pionowe	+++	++	++	+++
Mieszadło 2-ślimakowe pionowe	+++	++	++	+++
Mieszadło łopato-bębnowe*	++	+	0	+++

+++ bardzo dobrze, ++ dobrze, + średnio, 0 źle

\* brak dokładnych wartości z pomiarów, dane z praktycznych obserwacji

tnące współpracują z krawędziami przeciwnymi umieszczonymi na ścianach bocznych skrzyni lub pomiędzy ślimakami na regulowanej listwie nożowej.



Rys. 1. Mieszadło jednoślیمakowe poziome stosowane w wozie paszowym firmy Sgariboldi

Fig. 1. One-auger horizontal mixer of Sgariboldi firm

Intensywność mieszania i rozdrabniania zależy od liczby ślimaków, ich budowy, prędkości obrotowej i kierunku obrotów. Przy większej liczbie ślimaków wszystkie one służą do mieszania, natomiast dolne ślimaki dodatkowo rozdrabniają składniki paszy, zwłaszcza komponenty długołodygowe.

Podstawową zaletą wozów paszowych z poziomymi mieszadłami ślimakowymi jest bardzo duża wydajność mieszania i uzyskiwana jednorodność paszy. Ten system mieszania pozwala na rozdrabnianie objętościowych składników paszy nawet sprasowanych, zarówno w bele prostopadłościowe jak i cylindryczne. Natomiast wadą jest niebezpieczeństwo nadmiernego rozdrobnienia paszy w przypadku zbyt długiego mieszania. Jednak producenci wyposażają tego typu wozy paszowe w sygnalizację informującą o zakończeniu optymalnego czasu mieszania. Wadą jest także zwiększone zapotrzebowanie mocy do napędu zespołu mieszającego wyposażonego zwłaszcza w kilka ślimaków.

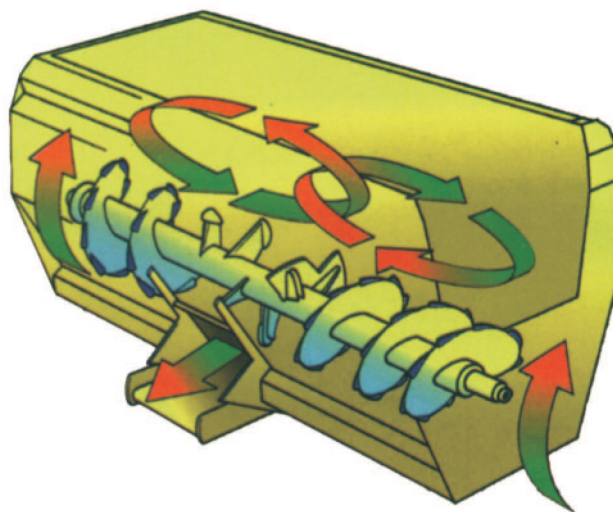
## 2.1. Mieszadła jednoślیمakowe

Mieszadła jednoślیمakowe poziome charakteryzują się prostą budową. Napęd od silnika pojazdu (w wozach samojezdnych) lub silnika ciągnika poprzez wał przegubowo-teleskopowy (w wozach przyczepianych) jest przekazywany przez przekładnię redukcyjną lub planetarną bezpośrednio na wał mieszadła. Również zbiornik i mechanizm jezdny charakteryzują się prostą konstrukcją. Jeden ślimak usytuowany na dnie zbiornika sprawia, że szerokość maszyny może być ograniczona, przez co wóz paszowy nadaje się do stosowania w oborach o wąskim ganku paszowym, gdzie wysokość wjazdu do obory nie stanowi dla maszyny ograniczenia.

W mieszadłach jednoślیمakowych (rys. 2) zwoje na wale są podzielone na dwie części i skierowane do środka zbiornika. Dzięki rozszerzającym się ku górze ścianom zbiornika, ukształtowanego według litery „V” pasza jest przemieszczana zarówno do środka zbiornika jak i ku górze. W środkowej części skrzyni pasza podnosi się do góry i spada w różnych kierunkach: góra-dół, prawo-lewo, w rezultacie czego następuje dobre wymieszanie składników paszy.

Intensywność przemieszczania się paszy pod wpływem działania mieszadła ślimakowego zależy od jego konstrukcji, jak i składników paszy i zawartości suchej masy komponentów. Suche i szczególnie lekkie komponenty wymagają dłuższego czasu mieszania, natomiast w przypadku wilgotnych i o słabej strukturze składników paszy czas mieszania może być krótszy. Jednak w wypadku dużej wilgotności komponentów lub o

słabej ich strukturze może zachodzić niebezpieczeństwo jej niszczenia i nadmiernego rozdrabniania. Wynika to z faktu, że komponenty wilgotne mają większą masę i przy załadowanym zbiorniku wywierają większy nacisk na mieszadło i na dolne warstwy paszy. Dlatego w tym systemie mieszania paszy, zapotrzebowanie na energię jest mało zróżnicowane i wynosi  $4-5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-3}$ .



Rys. 2. Schemat systemu podwójnego przepływu paszy (twin flow)

Fig. 2. Scheme of the twin flow of the feed

Gdy zwoje ślimaka mają ten sam kierunek na całej długości, to wysyp paszy będzie znajdował się z przodu lub tyłu wozu paszowego w zależności od kierunku zwojów ślimaka. Natomiast, gdy zwoje ślimaka są usytuowane przeciwnie to wysyp paszy będzie znajdował się w środku długości skrzyni wozu paszowego. Także i w tym przypadku wysyp paszy może odbywać się na prawo lub na lewo w zależności od kierunku obrotów wału.

System podwójnego przepływu paszy (twin flow):

- nie powoduje nadmiernego rozdrobnienia i zagęszczania paszy o ściany zbiornika,
- nie powoduje przegrzewania się produktu końcowego,
- dzięki równomiernemu wymieszaniu komponentów paszy zapobiega ich rozwarstwianiu.

Wyposażenie wozu paszowego w system jednego ślimaka wyeliminowało drogie i zawodne przekładnie łańcuchowe, gdyż napęd przekazywany jest bezpośrednio z WOM za pośrednictwem redukcyjnej przekładni planetarnej bezpośrednio na wał mieszadła. Pojemność zbiornika w wozach paszowych z mieszadłem jednoślیمakowym jest wykorzystywana w 80-90%.

W wozach paszowych z mieszadłami jednoślیمakowymi ograniczone jest ich wykorzystywanie do rozdrabniania składników paszy, która jest sprasowana w bele cylindryczne i prostopadłościowe. Chociaż brak jest jednoznacznych wyników badań, które zalecałyby stosowanie tego systemu mieszania dla przygotowania pasz do żywienia w systemie TMR to możliwość zastosowania tego rozwiązania i przygotowanie paszy zależy w dużym stopniu od wymaganej w żywieniu zwierząt struktury i rodzaju składników paszy.

Według dostępnych materiałów ilość wozów paszowych przyczepianych z poziomym mieszadłem jednoślیمakowym jest niewielka, natomiast znacznie szerzej ten system mieszania jest stosowany w wozach paszowych samojezdnych. Pojemność zbiorników wozów paszowych przyczepianych

wynosi od 10 do 14 m<sup>3</sup>. Natomiast pojemność zbiorników wozów paszowych samojezdnych z mieszadłem jedno-ślimakowym, wynosi od 10,5 do 22 m<sup>3</sup> [1, 2, 7].

## 2.2. Mieszadła dwuślimakowe

Dwuślimakowy system mieszadeł jest podobny do jedno-ślimakowego. W początkowym okresie rozwoju konstrukcji tych maszyn obydwa ślimak, umieszczone na dnie zbiornika w kształcie litery „U”, obracały się w tym samym kierunku. Powodowało to, że wyładunek paszy był możliwy tylko na jedną stronę. Jednak w większości obór wymagane jest zadawanie paszy na obydwie strony, aby obsłużyć wszystkie stanowiska podczas jednego przejazdu wozu paszowego. W rezultacie tego konstruktorzy zmienili kierunek obrotów ślimaków, które obecnie obracają się przeciwbieżnie. Taki kierunek obrotów ślimaków powoduje przemieszczanie się masy do środka komory i wypychanie jej ku górze po wewnętrznych ścianach zbiornika. Jest to tzw. „wulkaniczny system mieszania”, zapewniający idealnie jednorodną strukturę paszy w całej komorze mieszania.

W zespole mieszającym dwuślimakowym przedstawionym na rys. 3 dla osiągnięcia jednolitego składu mieszanki oraz szybkiego jej przygotowania, na wałach rozdrabniająco-mieszających zwoje ślimaka są ustawione zbieżnie do środka. W środkowej części wałów, na wysokości otworów wyładowniczych, zwoje ślimaka są niepełne, wykonywane często w postaci łopatek ustawionych wzdłuż linii śrubowej dla ułatwienia i przyspieszenia wygarniania paszy podczas wyładunku.



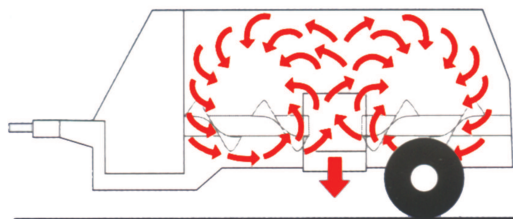
Rys. 3. Mieszadło dwuślimakowe o zwojach współbieżnych do środka z progiem z nożykami jako przeciwstrzami

Fig. 3. Two-augers horizontal mixer with synchronous spiral to tank middle, and with sill with cutting tool as ledger plate

Mieszadła dwuślimakowe są oddzielone od siebie trójkątnym progiem przebiegającym wzdłuż całego zbiornika, który wraz z pochylonymi ścianami bocznymi tworzy dla

każdego ślimaka pewien rodzaj rynny. Na grzbiecie tego progu przymocowane są poziomo trójkątne ostrza, które są krawędziami przeciwnymi dla okrągłych falistych nożyków przymocowanych na zewnętrznych krawędziach zwojów ślimaków. Przeciwnożo umieszczone pomiędzy wałami umożliwiają dokładne rozdrobnienie długołodygowych komponentów, takich jak siano i słoma, eliminując też ryzyko zakleszczania się paszy.

Zwoje umieszczone w przedniej i tylnej części wałów mieszadła przemieszczają paszę do środka wozu, a następnie podnoszą ją do góry i kierują do przedniej i tylnej części zbiornika. Przemieszczanie się paszy jest ułatwione dzięki nachylonym pod kątem około 30° bocznym ścianom zbiornika. Na rys. 4 przedstawiono schemat przemieszczania się paszy w wozie paszowym z dwoma ślimakami poziomymi.



Rys. 4. Schemat przemieszczania się paszy w wozie paszowym „Multi-Mix” firmy Strautmann z dwoma ślimakami poziomymi o zwojach przeciwbieżnych

Fig. 4. Scheme of the feed flow in feed carrier „Multi-Mix” of firm Strautmann with two-augers horizontal mixer with antispiral synchronous

Część 2 opracowania zostanie opublikowana w numerze 4/2008 TROL.

## Literatura

- [1] Anonim: Futtermischwagen: Alle Daten, alle Preise. Mit der dlz-Marktübersicht behalten Sie den Überblick im Typendschungel. DLZ-Agrarmagazin, 2001, nr 8, s.72-83.
- [2] Anonim: Fahren, fräsen, mischen, füttern. Einkaufshelfer Futtermischwagen. Teil 2. DLZ-Agrarmagazin, 2001, nr 9, s.96-103.
- [3] Gaworski M.: Przegląd konstrukcji samojezdnych wozów paszowych. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 2000, nr 7, s. 7-13.
- [4] Gerighausen H.G.: Trends bei der Rinderfütterung. Landtechnik, 1998, nr 6, s. 356-358.
- [5] Gerighausen H.G., Lenge R.: Sieben Mischsysteme im Urteil der Praxis. Top Agrar, 2001, nr 12, s. 60-65.
- [6] Gerighausen H.G.: Für jede Herde die passende Technik. Eilbote, nr 5, 2002.
- [7] Gerighausen H.G.: Die Entwicklung schreitet voran. Eilbote, 2004, nr 13, s. 18-21.
- [8] Haarnagel H-H.: Neue Wege in der Fütterung. Eilbote, 2000, nr 4.
- [9] Haarnagel H-H.: Zwei ganz verschiedene Welten. Landtechnik, 2000, nr 4, s. 28-31.
- [10] Haarnagel H-H.: Nowoczesne zadawanie paszy. Atr Expres, nr 20, 2000, s. 12-15.
- [11] Haarnagel H-H.: Systemy mieszania w wozach paszowych. Atr Expres, 2001, nr 17, s. 8-13.
- [12] Kandzi A., Pawlak H.: System TMR – nowa koncepcja żywienia krów wysokowydajnych. Przegląd Hodowlany, 1995, nr 3.
- [13] Podkówa W., Lach Z., Podkówa L.: TMR – nowoczesny system żywienia krów. Przegląd Hodowlany, 1997, nr 4, s. 19-20.
- [14] Sęk T., Sęk P.: Wozy paszowe do żywienia w systemie TMR. Hodowca Bydła, 2003, nr 12.
- [15] Starosta M.: Zespoły robocze wozów paszowych. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1997, nr 10, s. 5-7.

## THE MIXING SYSTEMS IN THE FEED CARRIERS. Part 1. Horizontal mixing systems

### Summary

The mixing system is the most important part of the feed carrier. This system prepares feed in homogeneous ration, so it makes more difficult for cows to separate and sort the ingredients to pick out their favorite food. The well mixed rations enable to ensure that the cows eat balanced feed; this is optimizing for the milk production. In the paper the horizontal mixing systems in feed carriers were presented.