

Tomasz Pawlak, Adam Luberański, Józef Szlachta
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

PORÓWNANIE NAJWAŻNIEJSZYCH PARAMETRÓW DOJU PRZY PULSACJI JEDNOCZESNEJ I PRZEMIENNEJ

Streszczenie

Analizowano podstawowe parametry pracy ośmiu aparatów udojowych w warunkach dużych wypływów cieczy Q_m symulującej wypływ mleka z wymienia podczas doju krów o dużej wydajności mlecznej przy pulsacji jednoczesnej i przemiennej. Stwierdzono, że oceniane parametry istotnie zmieniały się ze wzrostem Q_m i w większości przypadków na poziomie $\alpha = 0,05$ różniły się statystycznie istotnie. Stwierdzono, że największe różnice podciśnienia między końcem strzyka a kolektorem oraz najwyższe wartości przepływu powrotnego występują przy pulsacji przemiennej, natomiast w przypadku pozostałych parametrów jest odwrotnie.

Słowa kluczowe: pulsacja jednoczesna, pulsacja przemienne, parametry doju

Wstęp

Podczas pracy aparatu udojowego w komorze podstrzykowej kubka udojowego wartość podciśnienia (szczególnie na końcu strzyka) powinna utrzymywać się na stałym poziomie. Jednak jak wykazują badania w praktyce utrzymanie stabilnego podciśnienia jest niemożliwe do zrealizowania. Występujące spadki oraz wahania podciśnienia w komorze podstrzykowej zależą od szeregu czynników [Nordegren 1980; Szlachta i Wiercioch 1984 a; 1984 b]: typu pulsacji i charakterystyki pulsatora, średnicy przewodów i króćców, konstrukcji i charakterystyki gum strzykowych, natężenia przepływu mleka, objętości i rozwiązania kolektora, ilości i sposobu doprowadzenia powietrza, wysokości transportu mleka do rurociągu.

Kluczowe znaczenie w powstawaniu przepływów zwrotnych ma rodzaj pulsacji. Jednak pomimo bardzo efektywnego doju przy zastosowaniu pulsacji jednoczesnej zanotowano duże spadki podciśnienia oraz przekrwienia strzyków. Dlatego pulsację jednoczesną zastąpiono pulsacją przemienną, która, jak twierdzi się charakteryzuje się prawie dwukrotnie niższym spadkiem podciśnienia.

Cel pracy

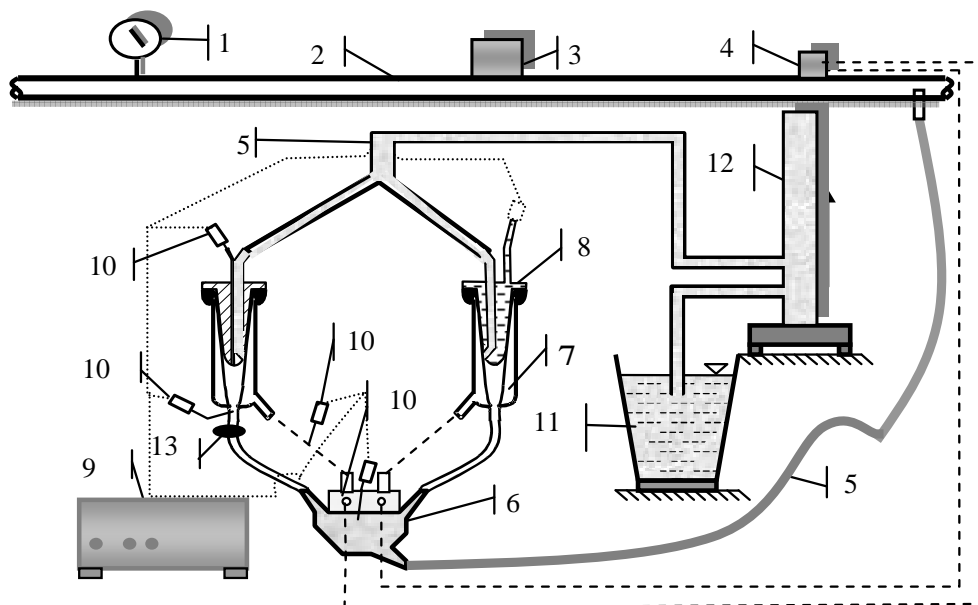
Celem pracy było dokonanie analizy wpływu rodzaju pulsacji, natężenia przepływu cieczy mlekozastępczej, penetracji strzyka, poziomu podciśnienia przy zastosowaniu nowoczesnych rozwiązań aparatów udojowych na podstawowe parametry ciśnieniowe doju i przepływy powrotne.

Materiał i metodyka

Badaniami objęto 8 aparatów udojowych różniących się wielkością kolektora (310 i 480 cm³) oraz kształtem i rodzajem gum strzykowych (FL7W WT, SL2 CTF, FL7S, SL2 CTF WT). W trakcie badań zastosowano trzy podciśnienia robocze tj. 42, 46 i 50 kPa przy zróżnicowanych długościach strzyków (penetracja strzyka): 100, 75, 62, 50 mm. Badania przeprowadzono korzystając ze stanowiska pomiarowego (rys. 1) w Instytucie Inżynierii Rolniczej AR we Wrocławiu, opartego na bazie dojarki rurociąkowej H310, przy użyciu komputerowego systemu pomiaru i wyznaczania parametrów doju mechanicznego zgodnie z oryginalną metodyką pomiaru i opracowywania wyników, pozwalającą na wyznaczenie podstawowych parametrów doju oraz dynamiki przepływu powrotnego w krótkim przewodzie mlecznym [Szlachta i Wiercioch 1984 a].

Stosując zmienne natężenie wypływu cieczy mlekozastępczej, dozowanej precyzyjnie do aparatu w zakresie $Q_m = 0\text{--}8$ kg/min, co 2 kg/min, rejestrowano za pomocą systemu komputerowego całokształt parametrów opisujących warunki ciśnieniowe w obrębie badanego aparatu. Wykorzystując odpowiednie programy komputerowe, przeznaczone do obróbki zarejestrowanych danych, wyznaczono szereg parametrów charakteryzujących warunki doju krowy. Szczególną uwagę zwrócono na stabilizację i wahania podciśnienia w fazie ssania i w cyklu oraz na dynamikę przepływu powrotnego. Przeprowadzone badania stanowiły bazę do analizy najważniejszych parametrów doju przy zastosowaniu pulsacji jednoczesnej i przemiennej.

Dla wykazania istotności wpływu poziomu podciśnienia, natężenia wypływu cieczy mlekozastępczej, długości strzyków i rodzaju pulsacji oraz zastosowanego typu aparatu wyniki badań laboratoryjnych w odniesieniu do analizowanych parametrów zastosowano analizę wariancji wieloczynnikowej.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – wakuometr, 2 – rurociąg podciśnieniowy, 3 – regulator podciśnienia, 4 – pulsator, 5 – przewód cieczy mlekozastępczej, 6 - kolektor, 7 – kubek udojowy, 8 – sztuczny strzyk, 9 – akwizytor, 10 – czujniki podciśnienia, 11 – zbiornik z cieczą mlekozastępczą, 12 – rotametr, 13 – czujnik przepływu powrotnego

Fig. 1. Measuring stand scheme: 1 – vacuum meter, 2 – vacuum pipeline, 3 – vacuum regulator, 4 – pulsator, 5 – milk-replacing liquid pipe, 6 – collector, 7 – teat cup, 8 – artificial teat, 9 – acquirer, 10 – vacuum sensors, 11 – reservoir for milk-replacing liquid, 12 – rotameter, 13 – return flow sensor

Wyniki badań

Z punktu widzenia warunków doju mechanicznego parametry tj. maksymalne podciśnienie ssania i amplituda podciśnienia ssania charakteryzują przede wszystkim poziom podciśnienia pod strzykiem i stabilność podciśnienia w aparacie udojowym. Wahania podciśnienia (średni spadek podciśnienia ssania i amplituda podciśnienia ssania) charakteryzują aparat udojowy w aspekcie intensywności wysysania mleka i wciągania strzyka do kubka. Zapewniają one także określoną różnicę ciśnienia pomiędzy komorami kubka a tym samym wpływają na zapewnienie dostatecznego masażu strzyka. Natomiast pozostałe parametry: szybkość narastania

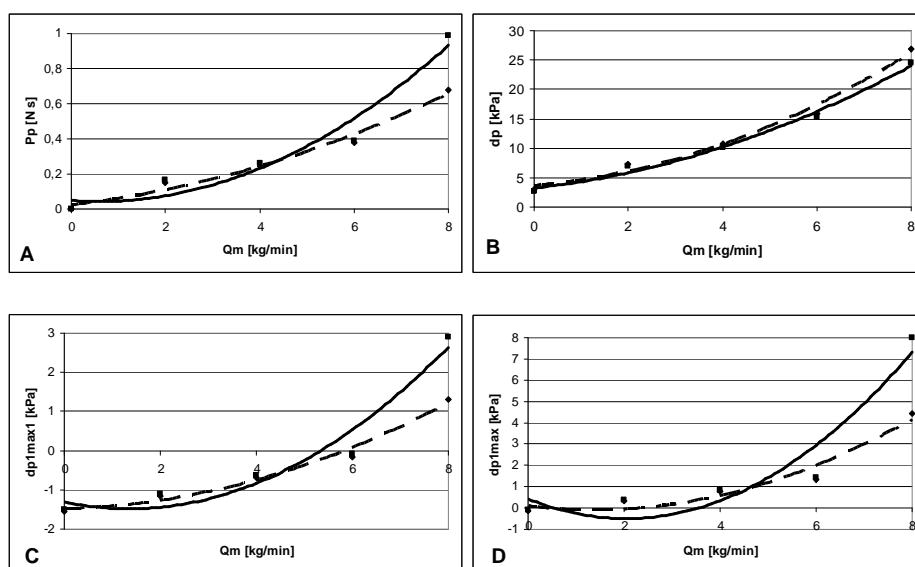
podciśnienia na końcu strzyka, w komorze podstrzykowej i kolektorze, wzrost podciśnienia na końcu strzyka, różnica podciśnienia między końcem strzyka a komorą podstrzykową i między końcem strzyka a kolektorem oraz przepływ powrotny charakteryzują dany aparat głównie w aspekcie skłonności do przepływów zwrotnych.

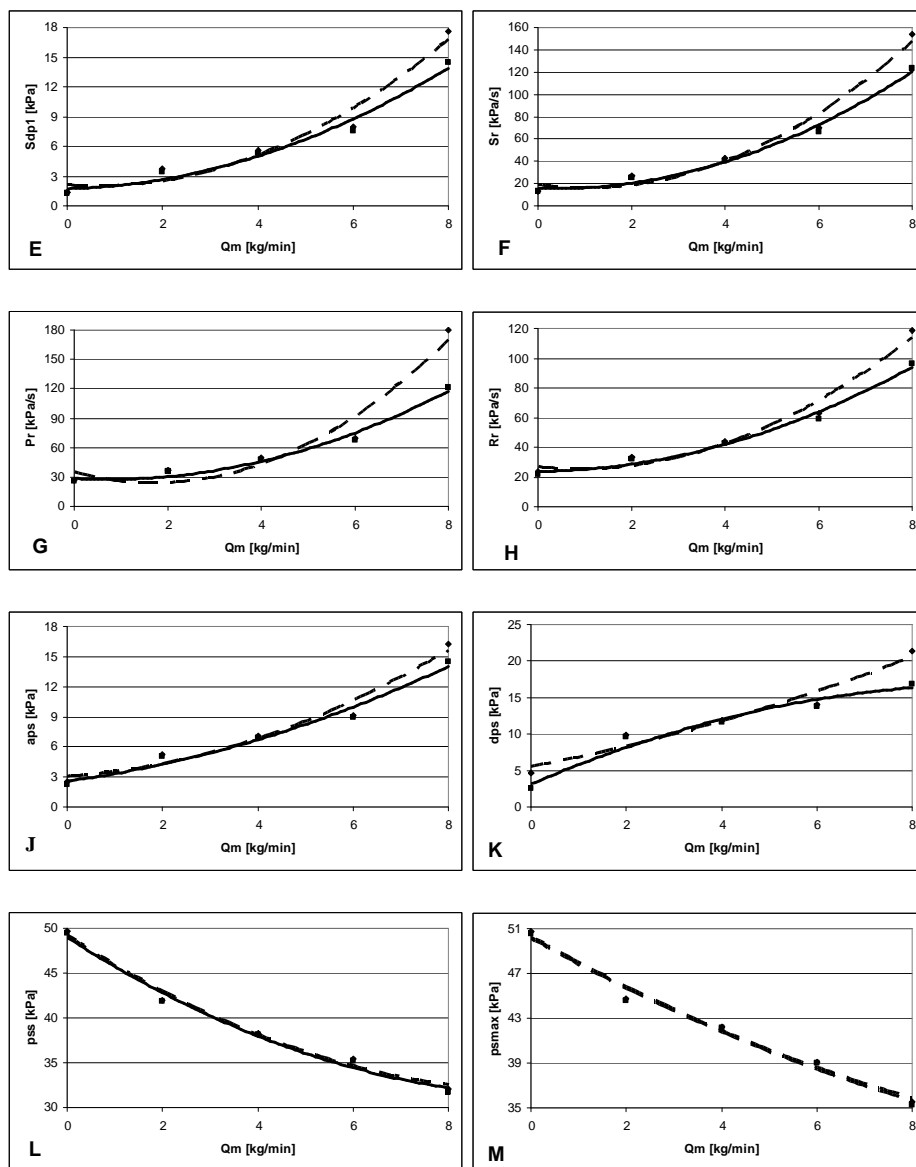
Analiza wariancji wieloczynnikowej (tabela 1) wykazała istotne statystycznie, na poziomie $\alpha = 0,05$, wpływy natężenia wypływu cieczy Q_m , rodzaju pulsacji i typu aparatu oraz w niektórych przypadkach poziomu podciśnienia roboczego i długości strzyków na kształtowanie się podstawowych parametrów doju.

Tabela 1. Wyniki analizy wariancji wieloczynnikowej (poziomy istotności)
Table 1. The results of multi-factor analysis of variance (significance levels)

Parametr	Źródła zmienności / poziomy istotności				
	Rodzaj pulsacji	Strumień masy	Aparat udojowy	Poziom podciśnienia	Długość strzyka
Ilość stopni swobody	1	4	7	2	3
Dynamika przepływu powrotnego P_p	0,0000	0,0000	0,0000	0,4517	0,0000
Wahania podciśnienia w cyklu d_p	0,0000	0,0000	0,0000	0,3571	0,0000
Różnica podciśnienia między końcem strzyka a kolektorem d_{p1max1}	0,0000	0,0000	0,0000	0,3113	0,0000
Różnica podciśnienia między końcem strzyka a komorą podstrzykową d_{p1max}	0,0000	0,0000	0,0000	0,6466	0,0000
Szybkość narastania podciśnienia na końcu strzyka S_r	0,0000	0,0000	0,0000	0,5828	0,0000
Szybkość narastania podciśnienia w komorze podstrzykowej P_r	0,0000	0,0000	0,0000	0,4703	0,0000
Szybkość narastania podciśnienia w kolektorze R_r	0,0000	0,0000	0,0000	0,2816	0,0000
Szybkość narastania podciśnienia na końcu strzyka S_{dp1}	0,0000	0,0000	0,0000	0,5452	0,0000
Amplituda podciśnienia ssania a_{ps}	0,0000	0,0000	0,0000	0,3053	0,0000
Średni spadek podciśnienia ssania d_{ps}	0,0000	0,0000	0,0000	0,0493	0,0000
Średnie podciśnienie ssania p_{ss}	0,0080	0,0000	0,0000	0,0000	0,1507
Maksymalne podciśnienie ssania p_{smax}	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0150

Analiza rozpatrywanych parametrów doju w funkcji natężenia przepływu cieczy (rys. 2) pozwala zauważyć, że wyższe wartości dla różnicy podciśnienia między końcem strzyka a kolektorem uzyskiwano przy pulsacji przemiennej -1,51 –2,76 kPa, a przy pulsacji jednoczesnej wynosiły one odpowiednio -1,56 - 1,29 kPa, podobnie przy różnicy podciśnienia między końcem strzyka a komorą podstrzykową. W przypadku dynamiki przepływu powrotnego, wartości przepływu powrotnego w zależności od warunków doju (penetracja strzyka, natężenie przepływu cieczy, poziom podciśnienia roboczego) były wyższe przy pulsacji przemiennej o ok. 14 - 43% i wyniosły 0,16 – 0,96 N·s oraz 0,14 - 0,67 N·s przy pulsacji jednoczesnej. Maksymalne podciśnienie ssania oraz średnie podciśnienie ssania wykazują tendencję malejącą w funkcji natężenia wypływu cieczy oraz praktycznie niezauważalne różnice w odniesieniu do pulsacji (choć analiza wariancji wieloczynnikowej wykazała istotny wpływ rodzaju pulsacji na te parametry) i tak np. pss dla przepływu 4 kg/min wynosi 38,28 kPa dla pulsacji jednoczesnej i 38,11 kPa dla pulsacji przemiennej a psmax odpowiednio 42,24 kPa i 42,11 kPa. Pozostałe parametry doju (dp , $Sdp1$, Sr , Pr , Rr , aps , dps) w funkcji natężenia wypływu cieczy mlekozastępczej charakteryzują się tendencją wzrostową oraz cechują się większymi wartościami uzyskiwanymi przy pulsacji jednoczesnej.





— — pulsacja jednoczesna

— pulsacja przemienna

Rys. 2. Wpływ natężenia wypływu cieczy mlekozastępczej - przy ciśnieniu roboczym 50 kPa i długości strzyka 50 mm dla kolektora o pojemności 310 cm³ i gumy strzykowej SL2 CTF - na parametry doju: A – dynamikę

przepływu powrotnego, *B* – wahania podciśnienia w cyklu, *C* – różnicę podciśnienia między końcem strzyka a kolektorem, *D* – różnicę podciśnienia między końcem strzyka a komorą podstrzykową, *E* – narastanie podciśnienia na końcu strzyka, *F* – szybkość narastania podciśnienia na końcu strzyka, *G* – szybkość narastania podciśnienia w komorze podstrzykowej, *H* – szybkość narastania podciśnienia w kolektorze, *J* – amplitudę podciśnienia ssania, *K* – średni spadek podciśnienia ssania, *L* – średnie podciśnienie ssania, *M* – maksymalne podciśnienie ssania

Fig. 2. *Impact of the outflow intensity of the milk-replacing liquid – with the working pressure of 50 kPa and the teat length of 50 mm for the collector capacity of 310 cm³ and teat rubber SL2 CTF – on milking parameters: A – return flow dynamics, B – vacuum fluctuations in the cycle, C – vacuum difference between the teat end and the collector, D – vacuum difference between the teat end and the under-teat chamber, E – vacuum increase at the teat end, F – vacuum increase speed at the teat end, G – vacuum increase speed in the under-teat chamber, H – vacuum increase speed in the collector, J – suction vacuum amplitude, K – average suction vacuum drop, L – average suction vacuum, M – maximum suction vacuum*

Wnioski

1. Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ natężenia wypływu cieczy mlekozastępczej, rodzaju pulsacji i typu aparatu na kształtowanie się wszystkich rozpatrywanych parametrów doju oraz w niektórych przypadkach wpływ długości strzyków (P_p , d_p , $dp1_{max1}$, $dp1_{max}$, $Sdp1$, Sr , Pr , Rr , aps , dps) i poziomu podciśnienia roboczego (pss , $psmax$).
2. Średnie podciśnienie ssania oraz maksymalne podciśnienie ssania wykazują tendencję malejącą wraz ze wzrostem przepływu cieczy mlekozastępczej, natomiast w przypadku pozostałych rozpatrywanych parametrów jest odwrotnie.
3. Parametry doju tj. dynamika przepływu powrotnego oraz różnica podciśnienia między końcem strzyka a kolektorem i końcem strzyka a komorą podstrzykową mają wartości większe przy pulsacji przemiennej; średnie podciśnienie ssania oraz maksymalne podciśnienie ssania dla pulsacji jednoczesnej i przemiennej osiągają podobne wartości natomiast pozostałe parametry cechują się większymi wartościami dla pulsacji jednoczesnej.

Bibliografia

Nordegren S. A. 1980. Cyclic Vacuum Fluctuations in Milking Machines. Diss. Hohenheim.

Szlachta J., Wiercioch M. 1984 a. Analiza zmian podciśnienia i parametrów doju w komorach kubka klasycznego aparatu udojowego. Roczn. Nauk, Zoot. Monogr. i Rozprawy, 22, 314-325.

Szlachta J., Wiercioch M. 1984 b. Analiza zmian podciśnienia i parametrów doju w komorach kubka udojowego z periodycznym doprowadzeniem powietrza. Roczn. Nauk. Zoot. Monogr. i Rozprawy, 22, 325-335.

COMPARISON OF THE MAIN MILKING PARAMETERS AT SIMULTANEOUS AND ALTERNATE PULSATION

Summary

There has been analyzed the basic parameters of eight clusters working in condition of high flow of liquid Q_m , which simulated flow of milk out of the udder during milking of cows of high productivity during simultaneous and alternate pulsation. It was admitted that those parameters were changing in line with growth of Q_m and in most cases they were different for examined clusters at $\alpha = 0.05$ level. It was found that the biggest differences vacuum parameters between the end of teat and clow the highest parameters of back flow appear during alternate pulsation. However, in the case of other parameters – it is inversely.

Key words: simultaneous pulsation, alternating pulsation, parameters of milking