

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

STABILNOŚĆ PODCIŚNIENIA W APARATACH UDOJOWYCH DZIAŁAJĄCYCH PRZEMIENNIE I JEDNOCZEŚNIE W RÓŻNYCH SYSTEMACH DOJU

Streszczenie

Analizowano stabilność podciśnienia w różnych konfiguracjach aparatów udojowych przy zastosowaniu pulsacji jednoczesnej i przemiennnej dla trzech systemów doju: dojarka bańkowa, dojarka rurociągową, dojarnia typu rybia ość. Badania przeprowadzono w warunkach symulowanego doju laboratoryjnego dla zmiennych czynników doświadczenia tj. długości strzyka, pojemność kolektora, rodzaju pulsacji, podciśnienia systemowego, typu instalacji udojowej, natężenia przepływającej przez aparat udojowy cieczy oraz typu gumy strzykowej. Wykazano, iż typ kolektora nie miał wpływu na stabilność podciśnienia.

Słowa kluczowe: dojarka mechaniczna, pulsacja jednoczesna i przemienna, stabilność podciśnienia

Wstęp

Właściwie dobrane podciśnienie systemowe powinno zapewniać stabilną pracę aparatu udojowego podczas doju i w konsekwencji sprawne i szybkie opróżnienie wymienia. 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, 1984a]: 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 doń powietrza oraz, wysokości transportu mleka do rurociągu. W aktualnie użytkowanych aparatach udojowych wprowadzono istotne zmiany konstrukcyjne dotyczące głównie wymiarów i kształtów kolektora, krótkich przewodów mlecznych, gum strzykowych (również dotyczy to materiału,

z jakiego wykonuje się gumy strzykowe) [Kupczyk i in. 1996; Luberański i in. 2000]. Wśród nowych rozwiązań aparatów udojowych coraz częściej można spotkać, oprócz powszechnie stosowanych aparatów z pulsacją przemienną, również wcześniej stosowane aparaty udojowe z pulsacją jednoczesną. W oparciu o dane pochodzące z licznych badań można stwierdzić, że stosowanie tego typu pulsacji, pomimo bardzo efektywnego doju, powodowało znaczne spadki podciśnienia oraz przekrwienia strzyków. W przypadku nowych rozwiązań aparatów udojowych pracujących w systemie doju symultanicznego brak jest jednak stosownych badań kompleksowo opisujących wpływ tego rodzaju doju na stabilność podciśnienia szczególnie, przy szybkościach doju dochodzących do 8 kg/min.

Cel badań

Celem badań było przeprowadzenie analizy porównawczej wpływu rodzaju pulsacji oraz innych zmiennych czynników doświadczenia w konfiguracjach z różnymi typami instalacji udojowej na stabilność podciśnienia w nowoczesnych rozwiązaniach aparatów udojowych.

Metodyka badań

Ze względu na brak możliwości zmian parametrów roboczych konkretnej gumy strzykowej niezbędne było włączenie do badań różnych gum strzykowych (rys. 1).



Rys. 1. Gumy strzykowe używane do badań
Fig. 1. Liners applied in reserches

Gumy strzykowe współpracowały z kolektorami (stanowiąc odmienne warianty pomiarowe) różniącymi się kształtem, gabarytami zewnętrznymi oraz pojemnością komory mlecznej (pojemności 310 cm³ oraz 500 cm³), umożliwiającymi ich przystosowanie poprzez zmianę komory powietrznej kolektora z dwukomorowej na jednokomorową do pracy w systemie doju przemiennego lub jednoczesnego. Pulsacją sterowały pulsatory: elektroniczny (dój jednoczesny, stosunek taktu ssania do masażu 60:40) oraz suwakowy-pneumatyczny z tłumieniem hydraulicznym (dój przemienny, stosunek taktu ssania do masażu 60:40). W warunkach laboratoryjnych pomiary zostały przeprowadzone w trzech konfiguracjach instalacji udojowej tj. w oparciu o dojarkę bańkową, przewodową, oraz dojarnię typu rybia ość. Układ podciśnieniowy współpracował z pompą o wydajności 51 m³/h oraz zaworem regulacji podciśnienia Vacurex a także 20 litrowym przechwytywaczem (zbiornikiem wyrównawczym). W badaniach użyto wody destylowanej jako cieczy, która według literatury może zastąpić ciepłe mleko [Wiercioch 1998]. Natężenie strumienia masy cieczy przepływającej przez aparat udojowy dla wszystkich strzyków zmieniano w zakresie od 0 do 8 l/min, co 2 l/min za pomocą rotametu. W trakcie badań zastosowano trzy podciśnienia robocze tj. 42, 46 i 50 kPa przy długościach sztucznych strzyków (penetracja strzyka) 100, 75, 62, 50 mm. Pomiary zmian podciśnienia w komorze mlecznej kolektora, krótkim przewodzie pulsacyjnym, komorze podstrzykowej i na końcu strzyka dokonywano czujnikami podciśnienia PS – SM –100.

Wyniki badań

Zróznicowana budowa oraz różne właściwości mechaniczne gum strzykowych a także przepływająca ciecz mają decydujący wpływ na stabilność podciśnienia (wahania podciśnienia). Przeprowadzone badania dowiodły również istotności pozostałych zmiennych niezależnych czynników doświadczenia wpływających na stabilizację warunków ciśnieniowych w badanych konfiguracjach aparatów udojowych na poziomie istotności $\alpha = 0,000$ oprócz pojemności kolektora (kolektor) $\alpha = 0,54$. Wyniki przeprowadzonej wieloczynnikowej analizy wariancji obrazuje tabela 1.

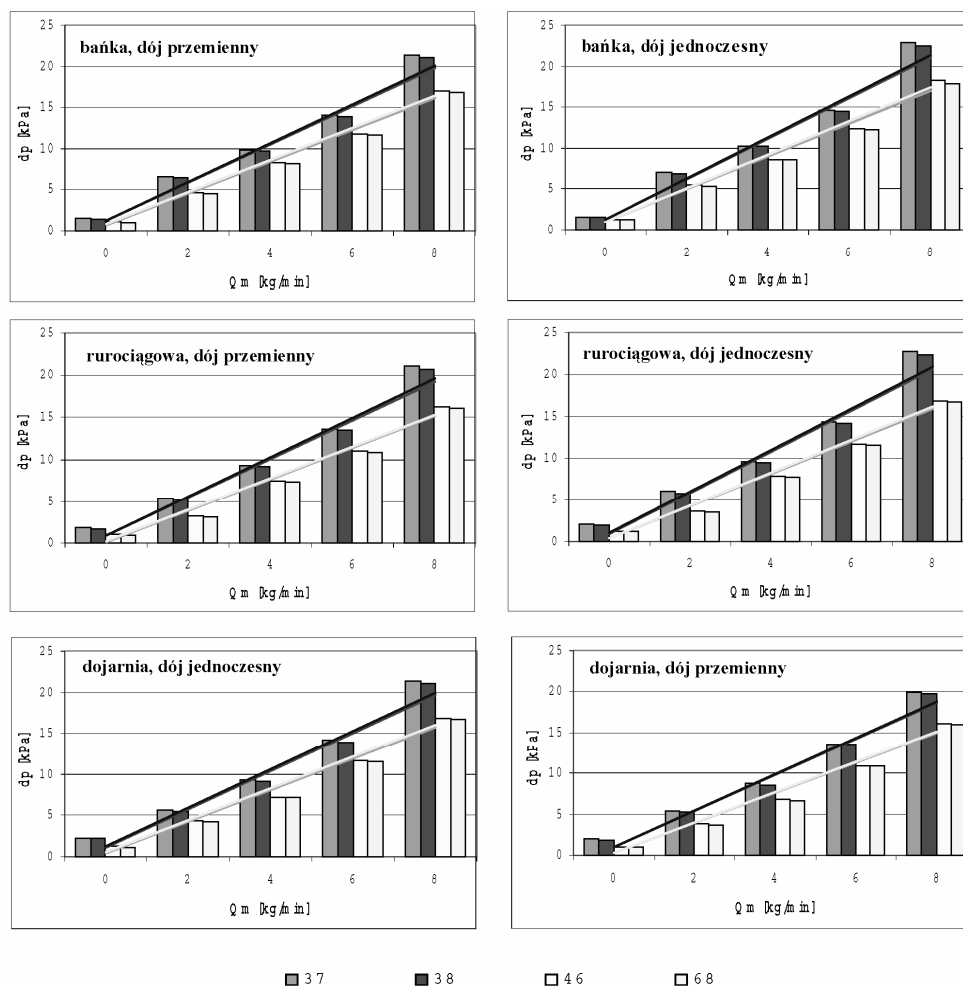
Dla wykazania relacji pomiędzy wahaniami podciśnienia a zmiennymi niezależnymi doświadczenia, na rysunku 2 i 3 przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów zestawione na diagramach. Z wyników pomiarów przedstawionych na rysunku 2 wynika, że największą skłonnością do generowania wysokich wahań podciśnienia charakteryzuje się konfiguracja aparatu udojowego z gumami nr 37 i 38, w rozpatrywanych zakresach podciśnień systemowych zwłaszcza podczas maksymalnego strumienia masy cieczy Q_m i przy doju jednoczesnym odpowiednio na poziomie 22,5 kPa (dojarka bańkowa, przewodowa) oraz 21 kPa (dojarnia).

Tabela 1. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji dla wahań podciśnienia dp
Table 1. The results of multifactor analysis of variance for vacuum levels dp

Wieloczynnikowa analiza wariancji dla DP - Typ III Sum Kwadratów					
Źródło Zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat	Wartość statystyki F	Poziom istotności
Efekty główne					
A:INSTALACJA	311.298	2	155.649	134.146	0.0000
B:PULSACJA	216.169	1	216.169	186.305	0.0000
C:GUMA	3126.523	3	1042.174	898.196	0.0000
D:PRZEPLYW	81905.276	4	20476.319	17647.472	0.0000
E:KOLEKTOR	0.445	1	0.445	0.384	0.5423
F:CISNIENIE	6.648	1	6.648	5.730	0.0168
G:PENETRACJA	857.236	3	285.745	246.269	0.0000
Reszta	2209.2066	1904	1.1602976		
Całkowity (Popraw.)	88632.803	1919			

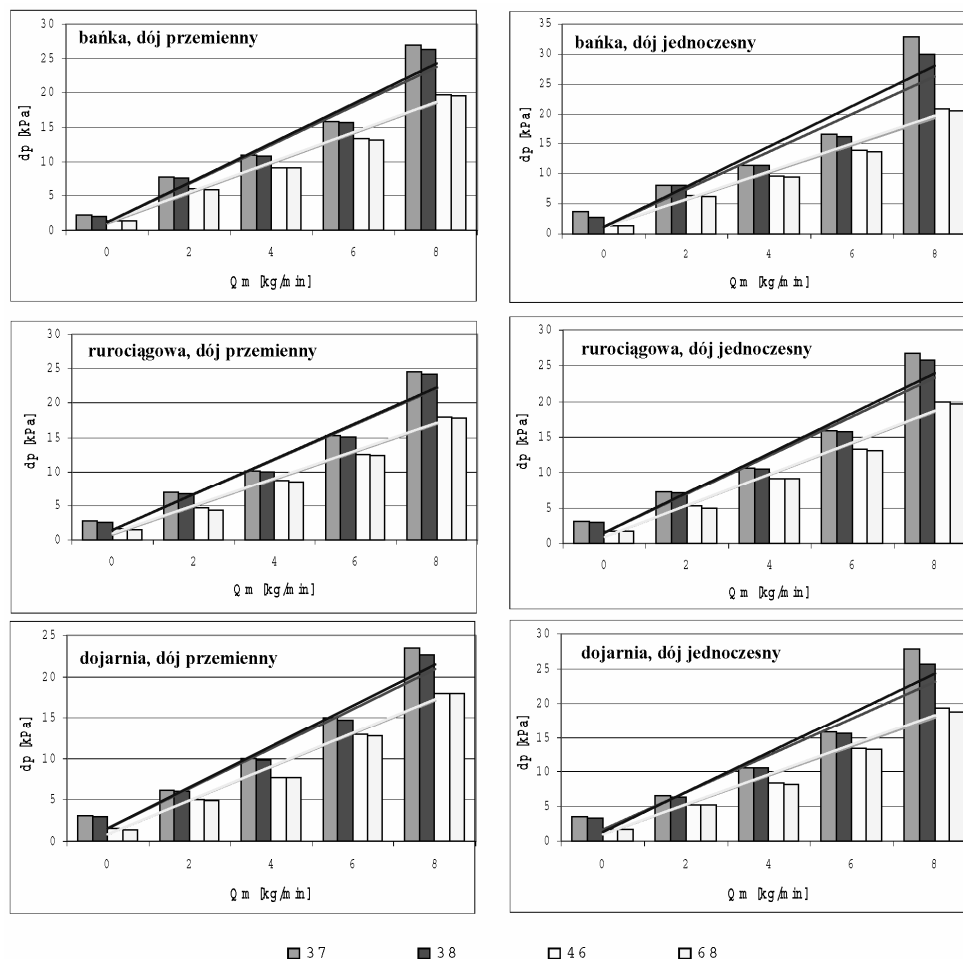
Wyposażenie aparatu udojowego w gumy 46 i 68 w tych samych warunkach nie wykazuje tendencji do generowania tak wysokich wartości amplitud podciśnienia albowiem szczytowe wartości dp niekiedy przy tej konfiguracji aparatu są, bowiem aż o 7,5 kPa niższe. Podczas doju w systemie pulsacji przemiennej natomiast (w warunkach doju i konfiguracji aparatu jak wyżej) należy zauważyć, iż wartości rozpatrywanego parametru są od 1,5 do 2,5 kPa niższe.

Kluczowe znaczenie w stabilności i rozkładzie ciśnień w aparacie udojowym ma zastosowana długość strzyka podczas doju. Obecnie użytkowane rasy krów mlecznych charakteryzują się długościami strzyków nieprzekraczającymi, w większości przypadków, 55 mm. W świetle przeprowadzonych badań, niezależnie od rodzaju pulsacji oraz typu instalacji udojowej dój przy takiej długości strzyka nie wpływa korzystnie na warunki ciśnieniowe w aparacie udojowym. Analizując wykresy przedstawiające wartości wahań podciśnienia dp, przy najkrótszej zastosowanej w badaniach długości strzyka 50 mm, (rys. 3), można zauważyć znaczący wzrost wahań podciśnienia w stosunku do strzyka o długości 100 mm zarówno w konfiguracji aparatu z poszczególnymi biorącymi w badaniach gumami jak również zastosowanych systemów pulsacji, podciśnień systemowych oraz systemów udojowych. Z zależności wyznaczonych na rysunku wynika, że największe wahania podciśnienia (30 – 33 kPa) występują w systemie pulsacji jednoczesnej, przy doju do bańki, dla maksymalnego natężenia wypływu cieczy 8 kg/min (jest to o około 10 kPa więcej aniżeli dla tej samej konfiguracji, lecz penetracji strzyka 100 mm).



Rys. 2. Wartości wahań podciśnienia dp w funkcji strumienia masy przepływającej cieczy $0 - 8 \text{ kg/min}$ dla badanych gum strzykowych nr 37, 38, 46, 68 w konfiguracji z kolektorem 310 cm^3 przy doju jednoczesnym i przemiennym, podciśnieniu systemowym 50 kPa , penetracji strzyka 100 mm

Fig. 2. The effects of outflow intensity $0 - 8 \text{ kg/min}$ on vacuum levels dp for liners 37, 38, 46, 68 in configuration with claw 310 cm^3 during simultaneous and alternate milking, vacuum level 50 kPa , teat 50 mm long



Rys. 3. Wartości wahań podciśnienia dp w funkcji strumienia masy przepływającej cieczy 0 – 8 kg/min dla badanych gum strzykowych nr 37, 38, 46, 68 w konfiguracji z kolektorem 310 cm³ przy doju jednoczesnym i przemiennym, podciśnieniu systemowym 50 kPa, penetracji strzyka 50 mm

Fig. 3. The effects of outflow intensity 0 – 8 kg/min on vacuum levels dp for liners 37, 38, 46, 68 in configuration with claw 310 cm³ during simultaneous and alternate milking, vacuum level 50 kPa, teat 50 mm long

Najmniejsze wartości wahań podciśnienia dla konfiguracji aparatu udojowego z gumami 37 i 38 wystąpiły dla wariantu pomiarowego w systemie pulsacji przemiennej przy doju do dojarni i kształtowały się na poziomie 23 kPa (jest to o około

5 kPa wartość wahań podciśnienia wyższa niż dla tego samego wariantu pomiarowego przy zastosowaniu penetracji strzyka 100 mm). Biorąc pod uwagę warianty pomiarowe aparatu udojowego z gumami 46 i 68 zaobserwowano nieznaczny wzrost wahań podciśnienia przy zastosowaniu najkrótszej penetracji strzyka (50 mm) w badaniach. Średnio wzrost wartości wahań podciśnienia w stosunku do penetracji strzyka 100 mm, wyniósł około 3 kPa. Tak duże wartości wahań podciśnienia dla wariantów pomiarowych z gumami 37 i 38 należy tłumaczyć największą pojemnością ich komór podstrzykowych (41,07 cm³ przy penetracji strzyka 50 mm) z zestawu zastosowanych w badaniach gum strzykowych oraz że gumy te charakteryzują się dużą elastycznością (odpowiednio 10,8 i 12,1 kPa przy penetracji strzyka 50 mm). W rezultacie, wariant pomiarowy tych gum z pulsacją jednoczesną daje najbardziej niekorzystne warunki ciśnieniowe w aparacie udojowym w postaci wahań podciśnienia dochodzących w skrajnych warunkach nawet do 33 kPa. Wartości te przekraczają zalecenia norm ISO o około 15 -17 kPa.

Wnioski

1. Kształtowanie się wartości wahań podciśnienia, analizowanych w pracy w znacznym stopniu wiąże się z typem zastosowanej gumy strzykowej, rodzajem pulsacji, instalacji udojowej, przepływem strumienia masy cieczy, podciśnieniem systemowym oraz długością strzyka.
2. Zastosowanie pulsacji jednoczesnej powoduje powstawanie wyższych wahań podciśnienia w aparacie udojowym w stosunku do pulsacji przemiennej. W warunkach laboratoryjnych stabilniejsze warunki ciśnieniowe uzyskano dla konfiguracji aparatu udojowego z gumami 38 i 46.
3. Wzrost objętości komory podstrzykowej użytych w badaniach gum strzykowych (zmiana penetracji strzyka) wraz z dużą ich elastycznością (gumy 37 i 38), powoduje znaczną deformację komory podstrzykowej, co w połączeniu pulsacją jednoczesną prowadzi w konsekwencji do wzrostu wahań podciśnienia dochodzących do 30 - 32 kPa (penetracja strzyka 50 mm) przy przepływie strumienia masy cieczy przez aparat odpowiednio 8 kg/min. Wartości te przekraczają zalecenia norm ISO o około 15 -17 kPa.

Bibliografia

Kupczyk A., Osiak J., Gancarz F. 1996. Urządzenia udojowe na rynku polskim. Technika Rolnicza 3.

Luberański A., Szlachta J., Krzyś A. 2000. Wpływ pojemności kolektora na średnie podciśnienie ssania, średnie podciśnienie masażu oraz intensywność masażu strzyka. Inżynieria Rolnicza. 2(13).

Adam Luberański, Tomasz Pawlak, Józef Szlachta

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

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

VACUUM STABILITY IN CLUSTERS WORKING IN ALTERNATE AND SIMULTANEOUS MILKING SYSTEM FOR DIFFERENT OF MILKING MACHINES

Summary

The vacuum stability were analyzed for different configurations of clusters and milking machines: bucketed milking machine, milking pipeline machine, milking parlours for simultaneous and alternate pulsation. Researches were realized in condition of simulated milking laboratory for variables factor of experiment: the length of teat, capacity of clows, the type of pulsation, system vacuum, the type of milking machines, large flow of liquid and liners type. As the research has shown, the type of clow didn't have an influence on vacuum stability.

Key words: milking machine, simultaneous and alternate pulsation, vacuum stability