

BADANIA PARAMETRÓW CIŚNIENIOWYCH W WYBRANYCH NOWOCZESNYCH APARATACH UDOJOWYCH

Feliks Czarnociński

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. Określono najważniejsze parametry ciśnieniowe w komorze podstrzykowej kubka udojowego czterech wybranych aparatów udojowych i przeprowadzono ich analizę porównawczą. Spadki podciśnienia są większe i gwałtowniejsze wtedy, gdy w tej samej parze kubków udojowych następuje zamykanie gum strzykowych. Najmniej korzystne warunki ciśnieniowe występowały w aparacie o najmniejszej pojemności kolektora. Najmniejsze wahania podciśnienia ssania ap_s miały miejsce w aparacie udojowym FW, chociaż pojemność jego kolektora nie była największa.

Słowa kluczowe: aparaty udojowe, parametry ciśnieniowe, komora podstrzykowa

Wstęp i cel pracy

Znajomość zjawisk występujących w aparacie udojowym podczas doju jest niezbędna, aby zapewnić sprawne i szybkie opróżnienie wymion z mleka. Parametry jego pracy muszą też być bezpieczne i nie mogą powodować stanów zapalnych [O'Callaghan i in. 1976, Woyke i in. 1993]. Stąd też wynika potrzeba prowadzenia badań parametrów ciśnieniowych w różnych punktach aparatu udojowego [Szlachta i Wiercioch 1984; Lipiński i Czarnociński 1995].

Zwłaszcza warunki ciśnieniowe występujące w komorach podstrzykowych, mają kluczowe znaczenie na wielkość i rodzaj przepływów mleka, a w konsekwencji na przebieg, bezpieczeństwo i czas trwania doju mechanicznego. W literaturze podaje się szereg parametrów ciśnieniowych, które powinny być analizowane w poszczególnych fazach, bądź w odniesieniu do całego cyklu [Szlachta 1986; Wiercioch 1994].

Celem badań było określenie parametrów ciśnieniowych w komorze podstrzykowej wybranych aparatów udojowych i porównanie ich między sobą.

Metodyka

Badania przeprowadzono w Instytucie Inżynierii Rolniczej Akademii Rolniczej w Poznaniu, na stanowisku laboratoryjnym wyposażonym w sztuczne wymię. Podciśnienie robocze wynosiło 50 kPa, a pulsację wytwarzał pulsator HP 101. Przedmiotem badań były cztery wybrane aparaty udojowe do doju przemiennego (tab. 1). Do każdego z nich doprowadzono zmienną ilość wody. Pomiarzy przeprowadzono dla przepływów w zakresie od 2 do 10 dm³·min⁻¹.

Przebiegi podciśnienia w komorze podstrzykowej i pulsacyjnej kubka udojowego były rejestrowane równocześnie. Pomiary przeprowadzono przyrządem PULSOTESTsyncro (WestfaliaSurge) z dokładnością 0,6 kPa i częstotliwością próbkowania 100 Hz. W czasie pomiarów wyniki zapisywano w pamięci wewnętrznej przyrządu i po skończonym cyklu pomiarowym kopiowano je do komputera. Wykresy przebiegów podciśnienia przeglądano w programie Pulse Viewer wersji 1.2, a dane liczbowe przenoszono i opracowywano w arkuszu kalkulacyjnym Excel.

Tabela 1. Podstawowe dane badanych aparatów udojowych
Table 1. The basic data of the investigated milking apparatuses

Oznaczenie	Aparat udojowy	Pojemność kolektora, masa aparatu udojowego
DL 1	Harmony	360 cm ³ , 1 680 g
DL 2	MC 53	360 cm ³ , 2 492 g
DL 3	MC 11	150 cm ³ , 2 693 g
FW	Clearflow	310 cm ³ , 2 123 g

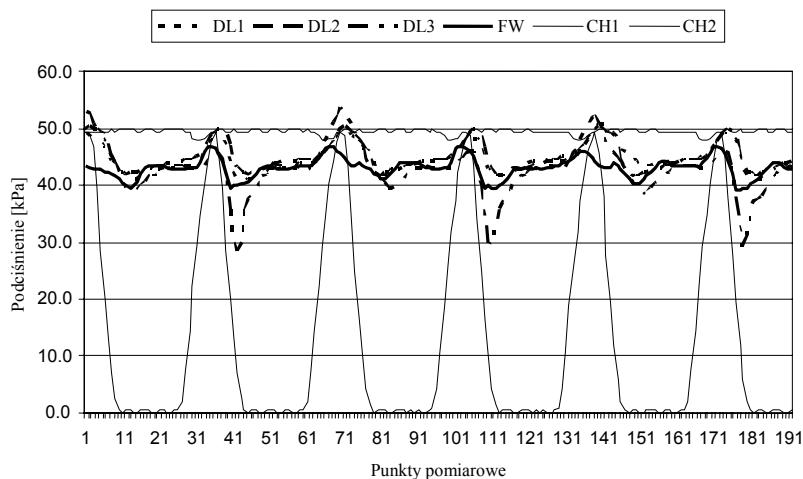
Źródło: pomiary własne autora

Analizowano wpływ na najważniejsze parametry ciśnieniowe w komorze podstrzykowej kubka udojowego: średnie podciśnienie ssania, masażu i w cyklu (p_{ss} , p_{ms} i p_s), wahania podciśnienia ssania, masażu i w cyklu (ap_{ss} , ap_m i dp) oraz wzrost podciśnienia w fazie otwierania dp_1 . Dane te poddano ocenie statystycznej, wykorzystując równania regresji i analizę wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych. Weryfikowano też istotność różnic między wartościami średnimi (Scheffe $_{0,05}$). Obliczenia przeprowadzono programem komputerowym Statistica 7,1 PL.

Wyniki

Na rysunku 1 cienką ciągłą linią zaznaczono przebieg pulsacji CH1 w kubku udojowym, w którym rejestrowano podciśnienie w komorze podstrzykowej, a linią przerywaną – pulsację w drugiej parze kubków (CH2). Wahania podciśnienia w komorze podstrzykowej znacznie różnią się w poszczególnych aparatach udojowych. Najmniejsze są w aparatach FW i DL2, nieco większe w DL1, a zdecydowanie największe w aparacie udojowym DL3, o pojemności kolektora 150 cm³). Wydaje się, że w głównej mierze są one spowodowane pracą gum strzykowych. Spadki podciśnienia występują zawsze - przy zamykaniu się gum, a wzrosty – przy ich otwieraniu się. Dzieje się tak, gdy ma to miejsce w jednym lub drugim kanale pulsacyjnym. W dużym stopniu skala wahań podciśnienia zależy też od pojemności kolektora.

W tabelach 2 i 3 przedstawiono wyniki analizy wariancji najważniejszych parametrów ciśnieniowych w komorze podstrzykowej badanych aparatów udojowych przy podciśnieniu roboczym 50 kPa. Otrzymane średnie wartości porównywano dla poszczególnych przepływów cieczy. Przy dużych przepływach 6-10 dm³·min⁻¹ otrzymano też już jednoznaczność wyników. Dla średnich podciśnień zawsze zachodzą statystycznie istotne różnice (tab. 2). Wyniki zawarte w tabeli 3 okazały się nieistotne jedynie w jednym przypadku, dla wzrostu podciśnienia w fazie otwierania dp_1 przy przepływie cieczy 2,0 dm³·min⁻¹.



Rys. 1. Przebiegi podciśnienia dla przepływu $Q_w=10 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$: DL1, DL2 DL3 i FW – w komorze podstrzykowej bieżącej sekcji, CH1-2 – w komorze pulsacyjnej

Fig. 1. The course of pressure for the flow $Q_w=10 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$: DL1, DL2 DL3 and FW – in the under-teat chamber of the current section, CH1-2 – in the pulsation chamber

Tabela 2. Średnie podciśnienia p_{ss} , p_{ms} i p_s w komorze podstrzykowej badanych aparatów udojowych
Table 2. Mean negative pressures p_{ss} , p_{ms} and p_s in the under-teat chamber of the investigated milking apparatuses

Parametry ciśnieniowe	Przepływ wody Q_w [$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$]	Porównanie wartości średnich (Scheffe $_{0,05}$)			
		DL1	DL2	DL3	FW
p_{ss}	2	51,9 ^a	52,1 ^b	52,7 ^c	52,9 ^c
	4	50,6 ^a	50,7 ^a	50,8 ^a	51,4 ^b
	6	49,1 ^{ab}	49,3 ^b	48,8 ^a	49,0 ^{ab}
	8	47,1 ^b	47,4 ^b	46,3 ^a	46,5 ^a
	10	45,0 ^b	45,3 ^b	43,9 ^a	43,7 ^a
p_{ms}	2	51,7 ^a	51,6 ^a	52,8 ^b	53,0 ^b
	4	50,0 ^{ab}	50,0 ^{ab}	49,6 ^a	50,2 ^b
	6	48,1 ^b	48,2 ^b	47,4 ^a	48,2 ^b
	8	45,4 ^b	46,2 ^c	45,0 ^a	45,4 ^b
	10	42,9 ^c	43,6 ^d	41,4 ^a	42,4 ^b
p_s	2	51,8 ^a	52,0 ^b	52,6 ^c	52,9 ^d
	4	50,5 ^a	50,7 ^a	50,5 ^a	51,0 ^d
	6	49,0 ^c	49,2 ^d	48,3 ^a	48,8 ^b
	8	46,7 ^c	47,3 ^d	45,8 ^a	46,1 ^b
	10	44,6 ^c	45,1 ^d	43,0 ^a	43,3 ^b

Źródło: obliczenia własne autora

a, b, c, d – Wartości średnie oznaczone tymi samymi inskrypcjami literowymi nie różnią się między sobą istotnie statystycznie przy poziomie $p < 0,05$

a, b, c, d – Average values of marked the same literal inscriptions do not it differ statistical significantly on level $p < 0,05$

Tabela 3. Wahania podciśnienia ap_s , ap_m , dp i wzrost podciśnienia dp_1 w komorze podstrzykowej badanych aparatów udojowychTable 3. Fluctuations of the negative pressures ap_s , ap_m , dp and an increase in the negative pressure dp_1 in the under-teat chamber of the investigated milking apparatuses

Parametry ciśnieniowe	Przepływ wody Q_w [dm ³ ·min ⁻¹]	Porównanie wartości średnich (Scheffe 0,05)			
		DL1	DL2	DL3	FW
ap_s	2	5,7 ^b	5,9 ^b	5,9 ^b	3,7 ^a
	4	6,0 ^a	7,4 ^b	10,0 ^c	5,7 ^a
	6	7,1 ^{ab}	8,3 ^b	12,3 ^c	6,7 ^a
	8	7,9 ^{ab}	8,6 ^b	13,5 ^c	6,9 ^a
	10	8,4 ^b	8,7 ^b	13,9 ^c	7,1 ^a
ap_m	2	5,1 ^b	4,9 ^b	5,3 ^b	3,4 ^a
	4	4,7 ^{ab}	4,1 ^a	8,1 ^c	5,2 ^b
	6	3,9 ^b	2,9 ^a	9,3 ^d	5,1 ^c
	8	4,3 ^b	3,2 ^a	9,6 ^c	4,0 ^{ab}
	10	4,2 ^a	3,6 ^a	9,1 ^b	4,4 ^a
dp	2	6,2 ^b	6,4 ^b	8,1 ^c	4,1 ^a
	4	7,1 ^a	7,4 ^a	10,9 ^b	6,5 ^a
	6	7,9 ^a	8,3 ^a	16,1 ^b	7,5 ^a
	8	8,5 ^{ab}	8,8 ^b	21,0 ^c	7,6 ^a
	10	9,5 ^a	9,0 ^a	24,3 ^b	8,5 ^a
dp_1	2	1,9	2,1	1,7	1,3
	4	2,9 ^{bc}	3,5 ^c	2,5 ^b	1,7 ^a
	6	3,5 ^b	4,1 ^b	3,7 ^b	2,8 ^a
	8	4,1 ^{ab}	5,1 ^b	6,5 ^c	3,5 ^a
	10	5,5 ^b	5,2 ^b	9,3 ^c	3,7 ^a

Źródło: obliczenia własne autora

a, b, c, d – Wartości średnie oznaczone tymi samymi inskrypcjami literowymi nie różnią się między sobą istotnie statystycznie przy poziomie $p < 0,05$

a, b, c, d – Average values of marked the same literal inscriptions do not differ statistical significantly on level $p < 0,05$

Ze wzrostem przepływu cieczy średnie podciśnienia w komorze podstrzykowej maleją (tab. 2). W największym stopniu miało to miejsce w aparatach udojowych DL3 i FW. Zwiększenie w nich przepływu cieczy od 2 do 10 dm³·min⁻¹, spowodowało spadek średnich podciśnień ssania p_{ss} o odpowiednio: 16,7 i 17,1%. Równocześnie zmniejszyły się średnie podciśnienia masażu p_{ms} (o 21,6 i 20,0%) oraz średnie podciśnienia w cyklu p_s (o 18,3 i 18,1%). Najmniejsze spadki podciśnienia p_{ss} , p_{ms} i p_s wystąpiły w aparacie udojowym DL2. Wyniosły odpowiednio: 13,1; 15,5; 13,3% i były nieco korzystniejsze niż w DL1.

Przeprowadzona analiza wykazała, że nie ma istotnych różnic pomiędzy średnim podciśnieniem p_{ss} w aparatach DL3 i FW oraz DL1 i DL2 (tab. 2). Najmniejsze wartości p_{ss} uzyskiwano w aparacie DL3, a największe w DL2. Podobne zależności otrzymano dla średnich podciśnień p_{ms} i p_s . W aparacie udojowym DL2, przy przepływie 10 dm³·min⁻¹, wartości parametrów p_{ss} , p_{ms} i p_s były odpowiednio większe o: 3,2; 5,3 i 4,9%.

Dla wszystkich parametrów zawartych w tabeli 3, najbardziej niekorzystne rezultaty uzyskano w aparacie udojowym DL3. Należy podkreślić korzystniejsze lub porównywalne wyniki wszystkich wahań podciśnień i parametru dp_1 uzyskane w aparacie udojowym FW, mimo, że pojemność jego kolektora była mniejsza niż w DL1 i DL2. Przy zwiększaniu przepływu cieczy od 2 do $10 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ najmniejsze wzrosty wahań podciśnienia ssania ap_s wystąpiły w DL1 i DL2 (odpowiednio o 47 i 47,5%), a największy w DL3 (o 136%). Zdecydowanie największe wzrosty wystąpiły jednak dla parametru dp_1 , który zwiększył się o 148% w aparacie DL2, o 185 i 189% w FW i DL1, i aż o 447% w DL3. Dla pozostałych parametrów wzrosty w aparacie DL3 też były największe.

Analiza wariancji wykazała, że przy przepływie cieczy $10 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, największe zróżnicowanie wyników wystąpiło dla wahań podciśnienia ssania ap_s i wzrostu podciśnienia w fazie otwierania dp_1 (tab. 3). Najmniejsze wartości ap_s otrzymano w aparacie FW, większe w DL1 i DL2, a największe w DL3. Z kolei, najmniejsze wartości dp_1 były też w FW, większe w DL2 i DL1, a największe w DL3. Natomiast dla pozostałych dwóch parametrów: wahań podciśnienia masażu ap_m i wahań podciśnienia w cyklu dp , otrzymano jedynie dwie grupy wyników. Większe wartości wystąpiły dla nich w DL3, a mniejsze w pozostałych trzech aparatach udojowych. Przy badaniu aparatu udojowego Anatomic 300 (300 cm^3), Luberański i Kiner [2007] uzyskali dla wahań podciśnienia dp nieco niższe wartości, ponieważ przy przepływie $8 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ wynosiły one około 5 kPa.

Wnioski

1. Spadki podciśnienia w komorze podstrzykowej są większe i gwałtowniejsze, jeżeli zamykanie gum strzykowych następuje w tej samej parze kubków udojowych, a mniejsze i łagodniejsze, gdy zachodzi to w drugiej parze.
2. Wzrosty podciśnienia w komorze podstrzykowej zachodzą wtedy, gdy gumy strzykowe otwierają się w jednym lub drugim kanale pulsacyjnym. Są większe wtedy, gdy ma to miejsce w tym samym kubku udojowym, w którym rejestrowano podciśnienie pulsacyjne.
3. Przy dużych przepływach cieczy $6-10 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ najmniejsze wartości średnich podciśnień ssania p_{ss} wystąpiły w aparacie udojowym DL3, a największe w DL2. Podobne relacje, ale w nieco większej skali zachodzą dla średnich podciśnień masażu p_{ms} i w cyklu p_s .
4. Przy przepływie $10 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ najmniejsze wahań podciśnienia ssania ap_s i wzrost podciśnienia dp_1 były w aparacie udojowym FW, a najmniejsze wahań podciśnienia masażu ap_m i w cyklu dp otrzymano w aparatach: FW, DL1 i DL2.

Bibliografia

- Lipiński M., Czarnociński F. 1995. Analiza zmian podciśnienia zachodzących w aparacie udojowym Harmony. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. CCLXXIV. Rolnictwo 46. s. 45-51.
- O'Callaghan E., O'Shea J., Meaney W.J., Crowley C. 1976. Effect of milking machine vacuum fluctuations and liner slip on bovine mastitis infectivity. Irish Journal of Agricultural Research. 15, (3). s. 401-417.

- Luberański A., Kiner I.** 2007. Parametry pracy aparatu udojowego Anatomic 300 w aspekcie przydatności do mechanicznego doju krów. Materiały IX Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej”, 19-22 czerwca, Wrocław-Polanica Zdrój, s. 186-187.
- Szlachta J.** 1986. Studia nad wybranymi elementami budowy i użytkowania aparatu udojowego. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Rozprawy Nr 58.
- Szlachta J., Wiercioch M.** 1984. Analiza zmian podciśnienia i parametrów doju w komorach kubka klasycznego aparatu udojowego. Zeszyty Naukowe Zootechniki. Monografie i Rozprawy. Nr 22, s. 313-323.
- Wiercioch M.** 1994. Przepływy w kubku udojowym dojarki mechanicznej. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Rozprawy Nr 130.
- Woyke W., Hamann J., Osteras O., Mayntz M.** 1993. Wpływ parametrów pracy dojarek mechanicznych na tkanki strzyków. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Zeszyt 410, s. 93-99.

STUDY OF THE PRESSURE PARAMETERS IN SELECTED MODERN MILKING APPARATUSES

Abstract. The most important pressure parameters in the under-teat chamber of the teat cup of four selected milking apparatuses were determined and comparative analysis was applied for them. A decrease in negative pressure was greater and more rapid when in the same pair of teat cups teat gums get closed. The least favourable pressure conditions occurred in the apparatus with the smallest collector capacity. The smallest fluctuations of a_{ps} suction pressure occurred in the FW milking apparatus, although the capacity of its collector was not the greatest.

Key words: milking apparatuses, pressure parameters, under-teat chamber

Adres do korespondencji:

Feliks Czarnociński; e-mail: fczar@au.poznan.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 28
60-637 Poznań