

ANALIZA PARAMETRÓW DYNAMICZNYCH PULSATORÓW W WARUNKACH SYMULOWANEGO DOJU MECHANICZNEGO

Adam Luberański, Magdalena Sopkowicz

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Wykonano analizę porównawczą parametrów dynamicznych pulsatorów podczas doju symulowanego w laboratorium. Badaniami objęto pulsatory do doju przemiennego i jednoczesnego. Do pomiarów wykorzystano zostało urządzenie Pulsotest 4. Otrzymane wyniki w formie wydruków posłużyły do określenia czasu trwania fazy maksymalnego podciśnienia b oraz stosunku czasu ssania do masażu tss/tm .

Słowa kluczowe: dojarka mechaniczna, pulsator, parametry pulsatora

Wstęp

Jakość uzyskiwanego mleka zależy od stanu zdrowotnego wymienia krowy. Dlatego też już podczas projektowania urządzeń służących do doju uwzględnia się wpływ, jaki wywierają one na zwierzę [Krzyś 1999]. Niewłaściwie skonstruowane urządzenia lub źle dobrane parametry doju mogą prowadzić do powstawania chorób wymion, co pociąga za sobą spadek wydajności mlecznej oraz pogorszenie jakości mleka. Bezspornym faktem jest, iż odpowiedni dobór parametrów doju a przede wszystkim rodzaju pulsacji, parametrów pracy pulsatora i poziomu podciśnienia ma wpływ na stan zdrowia krów mlecznych, a co jest z tym związane, wyższa jakość uzyskanego mleka. Prawidłowy dój zależy w dużym stopniu od typu pulsatora i jego parametrów technicznych, co wiąże się z prawidłową pracą gumy strzykowej [Wiercioch i in. 2000]. Pulsator jest niezbędnym elementem każdej dojarki mechanicznej, a jego parametry wpływają w istotny sposób na proces doju [Czarnociński i Lipiński 2000]. Mają one wpływ na następujące elementy przebiegu doju: czas i szybkość doju, ilość uzyskanego mleka, wielkość podoju, poziom tłuszczu w mleku [Czarnociński i Lipiński 1998].

Cel badań

Celem badań było przeprowadzenie analizy porównawczej wybranych parametrów charakteryzujących pracę pulsatorów w warunkach symulowanego doju mechanicznego w aspekcie ich zdolności do utrzymania stabilnych warunków pulsacji.

Materiały i metody

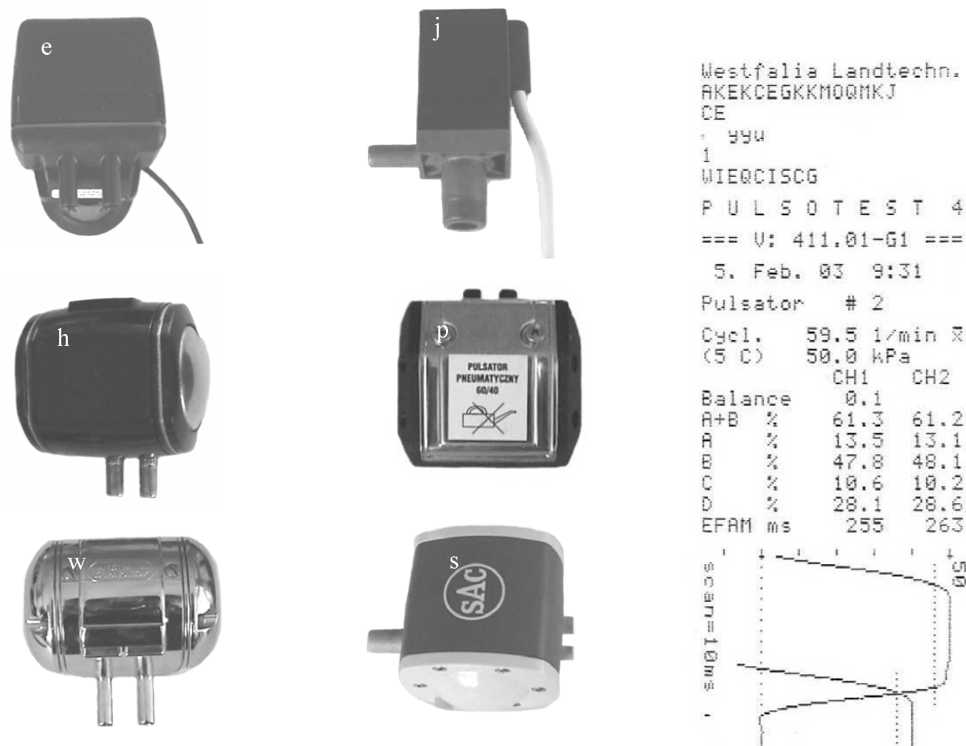
Badaniami objęto sześć typów pulsatorów (tabela 1, rys. 1). Badania zostały wykonane w laboratorium Instytutu Inżynierii Rolniczej we Wrocławiu, z użyciem dojarki rurociągowej. Układ podciśnieniowy współpracował z pompą o wydajności 51 m³/h oraz zaworem regulacji podciśnienia VACUREX a także 20 litrowym przechwytywaczem. Stanowisko badawcze składało się ze zbiornika cieczy, aparatu udojowego oraz urządzeń rejestrujących. W badaniach użyto wody destylowanej jako cieczy, która może zastąpić ciepłe mleko. Natężenie strumienia masy cieczy zmieniano w zakresie od 0 do 8 l·min⁻¹ co 2 l·min⁻¹ za pomocą rotometru. W trakcie badań zastosowano jedno podciśnienie robocze 50 kPa oraz cztery długości strzyków: 100, 75, 62, 50 mm. Pulsatory współpracowały z dwoma rodzajami gum strzykowych. Zastosowano kolektor o pojemności 500 cm³. Dokonano pomiarów zmian objętości komory podstrzykowej gum strzykowych dla różnych długości strzyka i podciśnień systemowych (tabela 2). Do pomiarów dynamicznych parametrów pracy pulsatorów podczas symulowanego doju wykorzystane zostało urządzenie Pulsotest 4. Otrzymane z urządzenia wyniki w formie wydruków (rys. 1) posłużyły do odczytu procentowego udziału trwania poszczególnych faz doju.

Tabela 1. Parametry badanych pulsatorów
Table 1. Parameters of analysed pulsators

Typ pulsatora		Ilość cykli [1/min]	Stosunek taktu ssania do masażu
e	elektropneumatyczny EP - 2090	60	60 : 40
j	elektroniczny do doju jednoczesnego Afikim	55	60 : 40
s	hydropulsator Unipuls 2	60	60 : 40
w	pneumatyczny Constant	61	60 : 40
h	hydropulsator HP 100	62	70 : 30
p	hydropulsator Polanes	61	60 : 40

Tabela 2. Zmiana objętości komory podstrzykowej w badanych gumach strzykowych dla różnej długości strzyka i wartości podciśnienia systemowego 50 kPa
Table 2. Change of volume in the chamber under the teat in the examined teat rubbers for various teat lengths and values of the system negative pressure 50 kPa

Typ gumy		Zmiana objętości komory pod strzykiem ΔV_{ks} [cm ³] dla poszczególnych penetracji			
		50 mm	62 mm	75 mm	100 mm
Podciśnienie [kPa]					
38	50	41,07	38,85	34,41	23,87
68	50	20,54	18,32	14,99	5,55



Rys. 1. Pulsatory użyte w badaniach oraz przykładowy zapis parametrów pracy pulsatora przez urządzenie Pulsotest 4

Fig. 1. Pulsators used in the tests and an example of pulsator work parameters recorded by the Pulsotest 4 apparatus

Wyniki badań

Część laboratoryjna badań obejmowała analizę wpływu zmiennych niezależnych tj. natężenia przepływu cieczy mlekozastępczej Q_m , penetracji strzyka P_e , rodzaju pulsatora oraz typu gumy strzykowej na zmienne zależne tj. fazę maksymalnego podciśnienia b i stosunek czasu ssania do masażu t_{ss}/t_m (zmiennie zależne). Dla wykazania zależności pomiędzy zmiennymi wykonano wieloczynnikową analizę wariancji przy pomocy aplikacji Statgraphics 6.0, a jej wyniki zestawiono w tabeli 3. Na podstawie wyników analizy wariancji można stwierdzić, iż zmienne niezależne zastosowane w doświadczeniu w istotny sposób wpływają na czas trwania fazy maksymalnego podciśnienia b i stosunek czasu ssania do masażu t_{ss}/t_m , na poziomie istotności $\alpha = 0,0000$. W celu zobrazowania otrzymanych wyników wieloczynnikowej analizy wariancji i odniesienia się do jej wyników przedstawiono przebiegi poszczególnych parametrów pracy pulsatora w funkcji strumienia masy cieczy mlekozastępczej dla poszczególnych pulsatorów oraz gum strzykowych biorących udział w badaniach.

Tabela 3. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji wpływu zmiennych niezależnych czynników doświadczenia na stosunek fazy ssania do masażu t_{ss}/t_m oraz fazę maksymalnego podciśnienia b

Table 3. The results of multi-factor analysis concerning the variance of the impact of variables of the experiment independent factors on the ratio of suction phase to massage t_{ss}/t_m , and on the phase of maximum negative pressure b

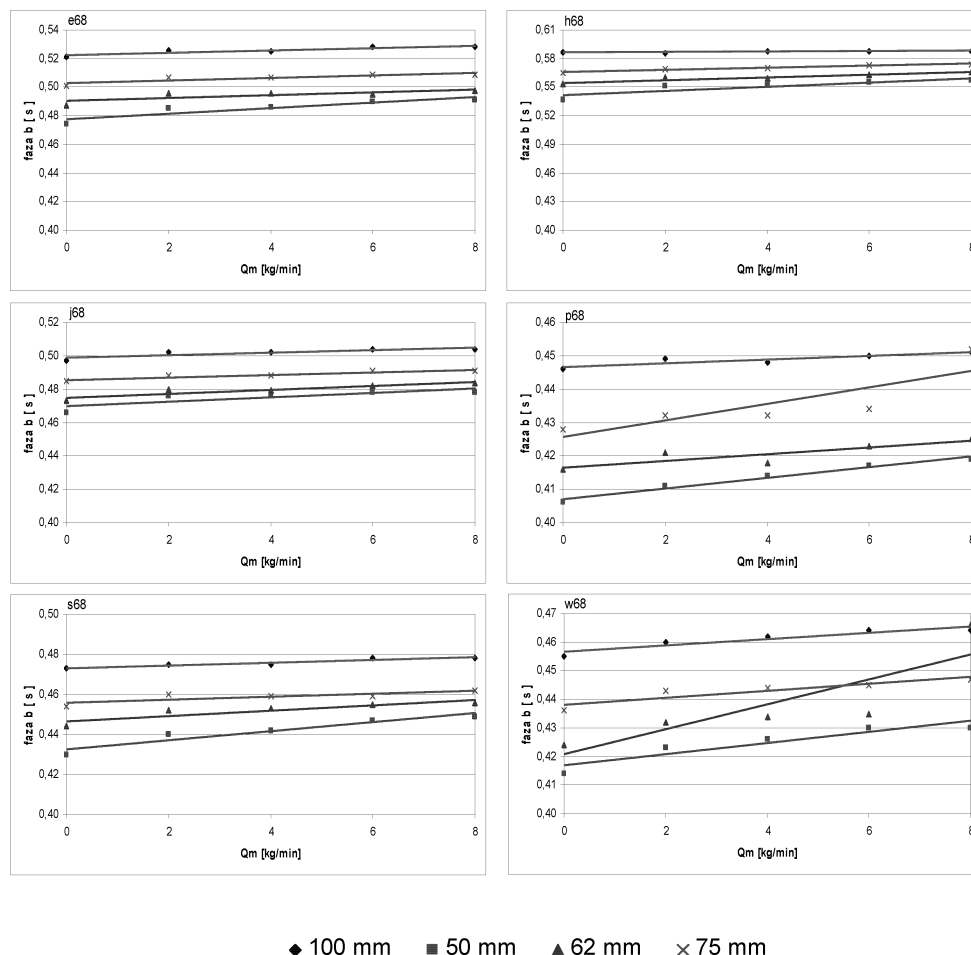
Zmienne zależne	Źródło zmienności	Stosunek fazy ssania do masażu t_{ss}/t_m	Faza maksymalnego podciśnienia b
Zmienne niezależne			
Typ gumy strzykowej	Poziom istotności α	0,00	0,00
	Wartość testu F	118,346	5371,801
Typ pulsatora	Poziom istotności α	0,00	0,00
	Wartość testu F	2637,206	3007,139
Penetracja strzyka P_e	Poziom istotności α	0,00	0,00
	Wartość testu F	7,352	482,738
Natężenie przepływu cieczy Q_m	Poziom istotności α	0,00	0,00
	Wartość testu F	63,900	44,382

Faza maksymalnego podciśnienia b decyduje w dużym stopniu o szybkości wydajania krowy. Optymalnym rozwiązaniem byłoby, aby jej wartość utrzymywała się na stałym poziomie niezależnie od wypływu mleka. Jak wykazały badania jest to jednak niemożliwe, co obrazują wykresy zestawione na rysunkach 2 i 3. Wraz ze wzrostem natężenia przepływu cieczy wydłuża się czas fazy b . Najdłuższe czasy tej fazy dochodzące do 0,6 s stwierdzono dla wariantu pulsatora z gumą strzykową h 68, przy najdłuższej zastosowanej penetracji strzyka 100 mm dla wszystkich zastosowanych w badaniach podciśnień systemowych oraz $Q_m = 8$ kg/min. Najniższe natomiast wartości rozpatrywanego parametru zaobserwowano w przypadku wariantów pulsatorów z gumą 38 i penetracją strzyka $P_e = 50$ mm. Długość trwania fazy maksymalnego podciśnienia nie przekracza wartości 0,54 s ($Q_m = 8$ kg/min). Biorąc pod uwagę wartości czasów fazy b dla podciśnień systemowych stwierdzono, że czasy te ulegają nieznacznie wydłużeniu wraz ze spadkiem wartości podciśnienia systemowego. Różnice natomiast czasów fazy b przy $P = 50$ kPa, natężeniu przepływu $Q_m = 0$ kg/min oraz najkrótszej penetracji strzyka dla zastosowanych w badaniach konfiguracji pulsatorów z gumami strzykowymi 68 i 38 wynosiły np. 0,15 s (pulsator „h”) do 0,05 s (pulsator „w”). Przy zastosowanym podciśnieniu systemowym 42 kPa różnice te wyniosły od 0,09 (pulsator „e”) do 0,04 (pulsator „j”).

W żadnym z wariantów nie stwierdzono spadku wartości czasu fazy b poniżej granicznej wartości zalecanej przez normy wynoszącej 30% cyklu.

Praca gumy strzykowej jest zależna w dużym stopniu do rodzaju pulsacji jak i od współczynnika pulsacji (stosunek taktu ssania do masażu). Czasy fazy ssania i masażu oraz ich stosunek mają duży wpływ na przebieg i szybkość doju [Wiercioch i inni 2000]. Optymalny stosunek fazy ssania do masażu wynosi 2,5:1. Przekroczenie stosunku pulsacji 3:1 powoduje skrócenie fazy masażu a tym samym osłabia odruch oddawania mleka [Szlachta 1986]. Analizując wykresy dotyczące stosunku faz ssania i masażu (rys. 4) dla poszczególnych pulsatorów współpracujących z dwoma typami gum strzykowych przy strumieniach

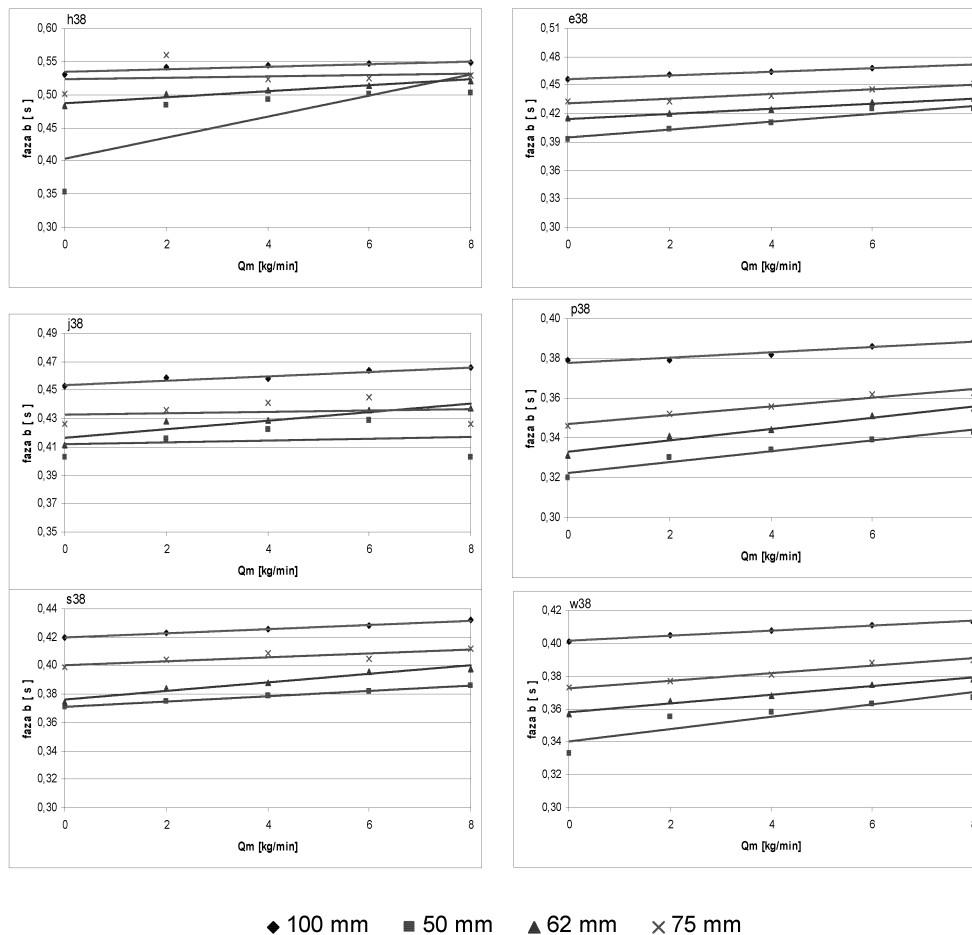
Analiza parametrów dynamicznych...



Rys. 2. Czas trwania fazy maksymalnego podciśnienia b w funkcji natężenia przepływu cieczy Q_m dla konfiguracji badanych pulsatorów z gumą strzykową 68, przy podciśnieniu roboczym 50 kPa i penetracjach strzyka 100, 75, 62, 50 mm

Fig. 2. Duration of the phase of maximum negative pressure b in function of liquid flow rate Q_m for the configuration of examined pulsators with teat rubber 68, at working negative pressure of 50 kPa and teat penetrations: 100, 75, 62, 50 mm

masy przepływającej cieczy można zauważyć, iż pulsator „h” charakteryzuje się najwyższym współczynnikiem pulsacji dla wszystkich badanych konfiguracji i zadanych penetracji strzyka wynoszącym średnio 2,5:1. Wartości tss/tm dla pozostałych pulsatorów, w zależności od rodzaju gumy strzykowej, zawierają się granicach od 1,4:1 do 2:1. Pulsatory, które pracują z wartością współczynnika pulsacji 1,5:1 nie zapewniają należytego czasu

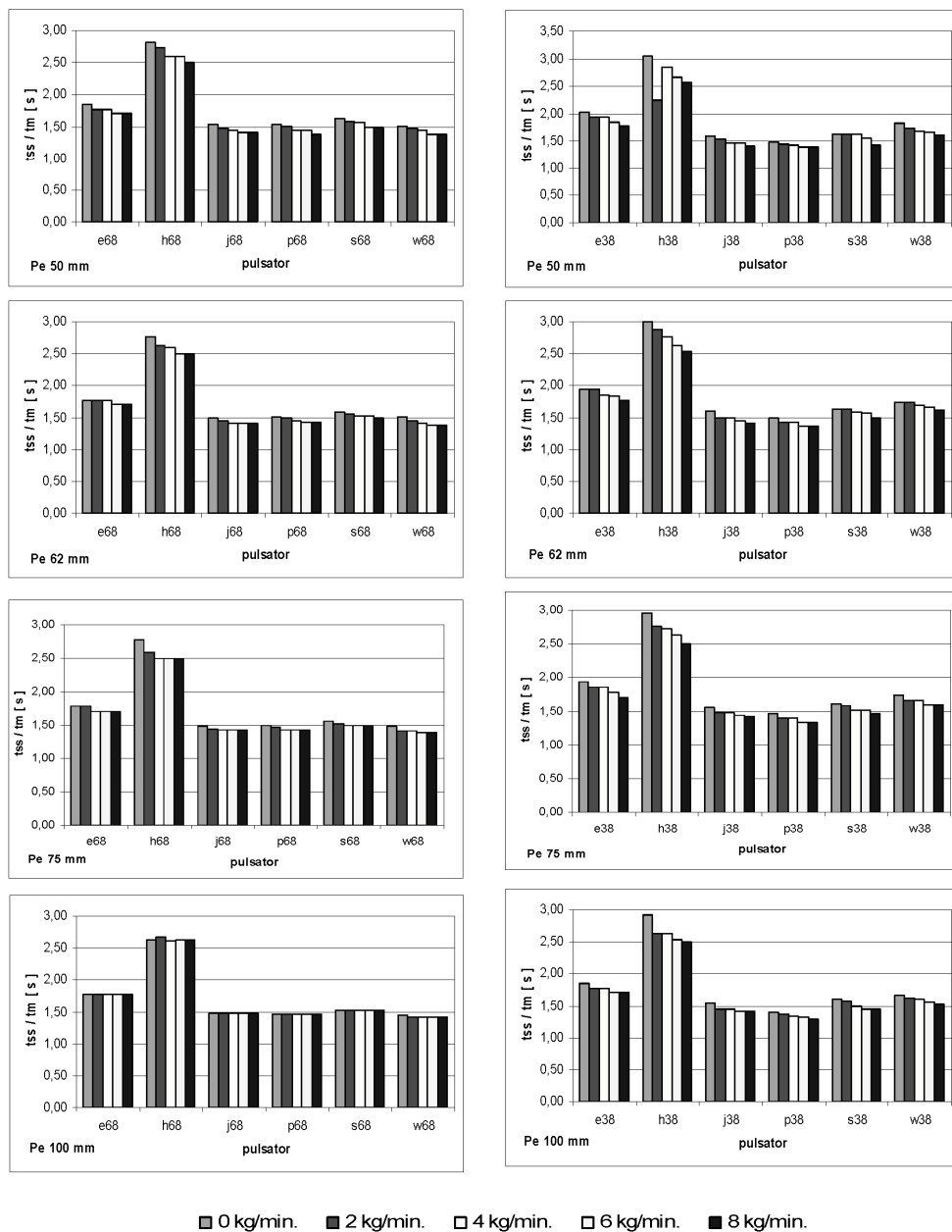


Rys. 3. Czas trwania fazy maksymalnego podciśnienia b w funkcji natężenia przepływu cieczy Q_m dla konfiguracji badanych pulsatorów z gumą strzykową 68, przy podciśnieniu roboczym 50 kPa i penetracjach strzyka 100, 75, 62, 50 mm

Fig. 3. Duration of the phase of maximum negative pressure b in function of liquid flow rate Q_m for the configuration of examined pulsators with teat rubber 68, at working negative pressure of 50 kPa and teat penetrations: 100, 75, 62, 50 mm

trwania fazy ssania, co może zakłócić prawidłowy przebieg doju oraz niecałkowite opróżnienie wymienia. Tak małym stosunkiem czasu ssania do masażu, cechowały się pulsatory j, p, w w wariacie z gumą strzykową 68 i przy natężeniu przepływu cieczy od 4 do 8 kg/min. Spośród pulsatorów współpracujących z gumą 38 najmniej korzystnym stosunkiem tss/tm charakteryzował się pulsator p gdzie niezależnie od zastosowanego podciśnienia i penetracji strzyka tss/tm dla tego pulsatora wynosiły poniżej 1,5:1. Kształtowanie się rozpatrywanego parametru w znacznym stopniu zależy od ilości przepływającej

Analiza parametrów dynamicznych...



Rys. 4. Wartości stosunku czasu ssania do masażu t_{ss}/t_m dla poszczególnych pulsatorów w konfiguracji z gumami strzykowymi 68 i 38 przy penetracji strzyka 50, 62, 75, 100 mm

Fig. 4. The values of the ratio of suction time to massage t_{ss}/t_m for individual pulsators in the configuration with teat rubbers 68 and 38 at teat penetrations: 50, 62, 75, 100 mm

przez aparat udojowy cieczy. Stopniowy wzrost wypływu cieczy wpływa na zmianę proporcji tss/tm dla wszystkich wariantów pomiarowych pulsatorów z gumami strzykowymi i penetracjami strzyka. I tak na przykład najbardziej wyraźną zmianą tss/tm cechował się pulsator h. Przy wartości przepływu strumienia masy cieczy wynoszącej 0 kg/min stosunek tss/tm wynosił 3:1 natomiast przy maksymalnym przepływie $Q_m = 8$ kg/min 2,5:1 ($P_e = 62$ mm, $P = 50$ kPa). Użycie różnych długości strzyków również wpływa na kształtowanie się stosunku tss/tm. Zastosowanie strzyka o długości 100 mm (guma strzykową 68, podciśnieniem 50 kPa), powoduje utrzymanie się stosunku tss/tm na stałym poziomie i wynosi dla pulsatora e 1,7:1, a dla pulsatorów j, p, oraz s 1,5:1. Biorąc pod uwagę wpływ gumy strzykowej na rozpatrywany parametr należy stwierdzić, iż dla pulsatorów współpracujących z gumą strzykową 68 stosunek tss/tm ulega obniżeniu w stosunku do konfiguracji z gumą strzykową 38.

Wnioski

1. Wartości wybranych i analizowanych parametrów pulsatorów w znacznym stopniu wiążą się z typem zastosowanego pulsatora, gumy strzykowej, wartością podciśnienia systemowego, penetracją strzyków oraz strumieniem masy cieczy przepływającej przez aparat udojowy.
2. Zmiany w długościach fazy cyklu roboczego b, na skutek zmieniających się zmiennych niezależnych doświadczenia powodują spadek stosunku czasu ssania do masażu tss/tm.
3. Zastosowane w badaniach pulsatory, zwłaszcza hydropulsatory, są wrażliwe na zmieniające się warunki doju. Szczególnie na zmiany podciśnienia systemowego, ilości przepływającej przez aparat cieczy i penetracji strzyka. Jak wykazały badania niezmiernie ważnym czynnikiem również wpływającym na stabilność parametrów pulsatora jest zastosowany typ gumy strzykowej.

Bibliografia

- Czarnociński F., Lipiński M.** 1998. Wpływ parametrów pracy pulsatorów na czas trwania doju ZPPNR zeszyt 454.
- Czarnociński F., Lipiński M.** 2000. Wpływ pracy pulsatora Stimopuls V na szybkość doju krów, Inżynieria Rolnicza. Nr 2(12). Kraków.
- Krzyś A.** 1999. Kształtowanie się podstawowych parametrów doju w warunkach obniżonego podciśnienia roboczego. Praca doktorska. AR Wrocław. Maszynopis.
- Wiercioch M., Szlachta J., Krzyś A., Luberański A.** 2000. Stabilność pulsacji w wybranych aparatach udojowych w funkcji zmieniającego się natężenia wypływu mleka. Inżynieria Rolnicza. Nr 2(12). Kraków.

ANALYSIS REGARDING DYNAMIC PARAMETERS OF PULSATORS IN THE CONDITIONS OF SIMULATED MECHANICAL MILKING

Abstract. The paper presents a comparative analysis for dynamic parameters of pulsators during milking simulated in a laboratory. The scope of the research covered pulsators for alternate and simultaneous milking. The Pulsotest 4 apparatus was used for measurements. Obtained results in printed out form were used to determine duration of the phase of maximum negative pressure b and the ratio of suction time to massage t_{ss}/t_m .

Key words: milking machine, pulsator, pulsator parameters

Adres do korespondencji:

Adam Luberański; luberanski@poczta.onet.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chelmońskiego 37/41
51-630 Wrocław