

ANALIZA WYBRANYCH PARAMETRÓW SYMULOWANEGO DOJU MECHANICZNEGO PRZY PULSACJI PRZEMIENNEJ I JEDNOCZESNEJ Z ZASTOSOWANIEM APARATÓW UDOJOWYCH Z NIEKONWENCJONALNYMI PROFILAMI CZĘŚCI TRZONOWEJ GUM STRZYKOWYCH

Józef Szlachta, Adam Luberański, Aleksander Krzyś
Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Wykonano badania aparatów udojowych wyposażonych w niekonwencjonalne gumy strzykowe o profilach części trzonowej kwadratowej, trójkątnej oraz owalnej. Analizowano wpływ poszczególnych rozwiązań na spadki podciśnienia w cyklu, szybkość narastania podciśnienia na końcu strzyka i czas ssania podczas symulowanego doju mechanicznego.

Słowa kluczowe: dój mechaniczny, guma strzykowa, pulsacja jednoczesna i przemienna

Wstęp

Jednym z najważniejszych elementów aparatu udojowego wpływającym na sprawny, szybki i nieszkodliwy dla zwierzęcia dój jest guma strzykowa o optymalnej konstrukcji oraz jej parametry pracy, na które w istotny sposób wpływają fizyko – mechaniczne właściwości materiału użytego do jej produkcji. Najbardziej eksploatowaną częścią roboczą gumy strzykowej jest jej trzon (tuleja). W środowiskach badawczych panuje przekonanie, że wymiary gabarytowe trzonu gumy powinny być dostosowane do rozmiarów strzyków. Podobieństwo kształtów gumy i strzyka przyczynia się do mniejszego wciągania strzyka do kubka, a tym samym mniejsze rozciąganie jego tkanek [Szlachta, Wiercioch 1985].

Dotychczas producenci techniki udojowej oferowali szeroką gamę aparatów udojowych zróżnicowanych nie tylko pod względem budowy, ale także materiałów, z jakich zostały wykonane (w stosunku do starszych rozwiązań), z gumami o okrągłym profilu trzonowej części gumy strzykowej gwarantując lepsze dopasowanie aparatów udojowych do wymienia oraz korzystniejsze warunki ciśnieniowe w obrębie aparatu udojowego. Jednakże obecnie pojawiły się koncepcje aparatów udojowych z gumami strzykowymi o kwadratowych, trójkątnych i owalnych profilach trzonowej części gumy strzykowej. Są to rozwiązania niekonwencjonalne, mało znane i dotychczas jeszcze nierozpowszechnione.

Cel pracy

Celem pracy była analiza wpływu rodzaju pulsacji, penetracji strzyka, poziomu podciśnienia systemowego, natężenia strumienia masy cieczy mlekozastępczej na wybrane parametry ciśnieniowe doju charakteryzujące zastosowane gumy strzykowe o różnych profilach części trzonowej.

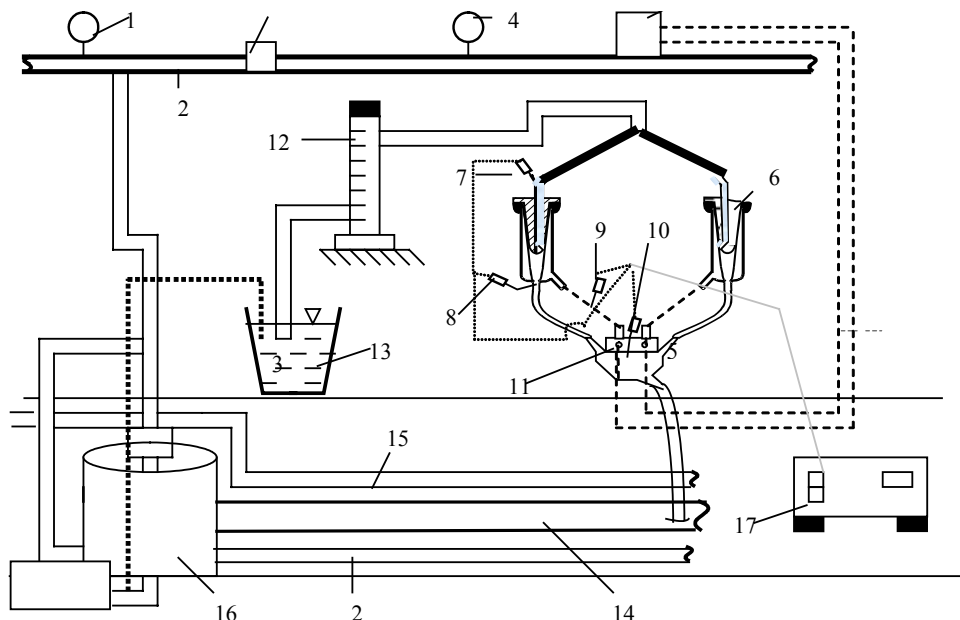
Materiał i metody

Badania przeprowadzono w Instytucie Inżynierii Rolniczej UP we Wrocławiu w warunkach laboratoryjnych. Badaniami objęto trzy typy gum strzykowych o różnych profilach poprzecznych części trzonowej (rys. 1), na stanowisku pomiarowym zbudowanym w oparciu o instalację dojarni typu „rybia ość” (rys. 2). Jako cieczy symulującej mleko użyto wody destylowanej. Natężenie strumienia masy cieczy przepływającej przez aparat udojowy zmieniane było w zakresie od 0 do $8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, za pomocą rotametu. Wartość podciśnienia roboczego wynosiła odpowiednio 48, 46, i 42 kPa przy penetracji strzyków 100, 60 i 50 mm w systemie pulsacji jednoczesnej i przemiennej. Gumy współpracowały z kolektorem o pojemności 500 cm^3 . Pomiarów zmian podciśnienia w komorze mlecznej kolektora, krótkim przewodzie pulsacyjnym, komorze podstrzykowej i na końcu strzyka dokonywano czujnikami podciśnienia PS-SM-100, z których sygnał po przetworzeniu był rejestrowany za pomocą rejestratora.



Rys. 1. Gumy strzykowe zastosowane w badaniach, kolejno od lewej: o profilu trójkątnym, owalnym i kwadratowym

Fig. 1. Teat rubber used in tests, from left: with triangular, oval and square profile



Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – regulator podciśnienia, 2 – rurociąg podciśnienia, 3 – pulsator do doju symultanicznego, 4 – wakuometr, 5 – pulsator do doju przemiennego, 6 – kubek udojowy, 7 – czujnik podciśnienia na końcu strzyka, 8 – czujnik podciśnienia w komorze podstrzykowej, 9 – czujnik podciśnienia w komorze międzyściennej, 10 – czujnik podciśnienia w komorze mlecznej kolektora, 11 – kolektor, 12 – rotametr, 13 – zbiornik z cieczą mlekozastępczą, 14 – rurociąg mleczny, 15 – rurociąg mycia i dezynfekcji, 16 – jednostka końcowa, 17 – rejestrator

Fig. 2. Measurement setup diagram: 1 – vacuum controller, 2 – vacuum pipeline, 3 – pulser for simultaneous milking, 4 – vacuum meter, 5 – pulser for alternate milking, 6 – teat cup, 7 – vacuum sensor at teat end, 8 – vacuum sensor in chamber under teats, 9 – vacuum sensor in chamber between walls, 10 – vacuum sensor in collector milk chamber, 11 – collector, 12 – rotameter, 13 – tank containing milk substitute liquid, 14 – milk pipeline, 15 – washing and disinfection pipeline, 16 – end unit, 17 – recorder

Wyniki badań

Na podstawie wyników wieloczynnikowej analizy wariacji (Statgraphics 6.0) zestawionych w tabeli 1 można stwierdzić, iż trzy poziomy podciśnienia systemowego, przy których przeprowadzono badania nie różnią się statystycznie dla szybkości narastania podciśnienia na końcu strzyka S_r . W przypadku rodzaju pulsacji Pls, typu gumy strzykowej G oraz penetracji strzyka P_e wykazano istotny wpływ tych zmiennych na wszystkie analizowane parametry tj. S_r , d_{psr} , t_{ss} . Natomiast natężenie strumienia masy cieczy mlekozastępczej Q_m wpływa istotnie na kształtowanie się szybkości narastania podciśnienia na końcu strzyka, jak również średni spadek podciśnienia w cyklu d_{psr} .

Tabela 1. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji (poziomy istotności)
Table 1. Results of multifactor variance analysis (significance levels)

Parametr	Źródło zmienności/poziomy istotności				
	Typ gumy G	Poziom podciśnienia P	Rodzaj pulsacji Pls	Penetracja strzyka Pe	Natężenie strumienia masy cieczy Qm
Liczba stopni swobody	2	2	1	3	4
Szybkość narastania podciśnienia na końcu strzyka Sr [kPa/s]	0,000	0,7496	0,000	0,000	0,000
Średni spadek podciśnienia w cyklu dpsr [kPa]	0,000	0,0126	0,000	0,000	0,000
Czas ssania tss [s]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,610

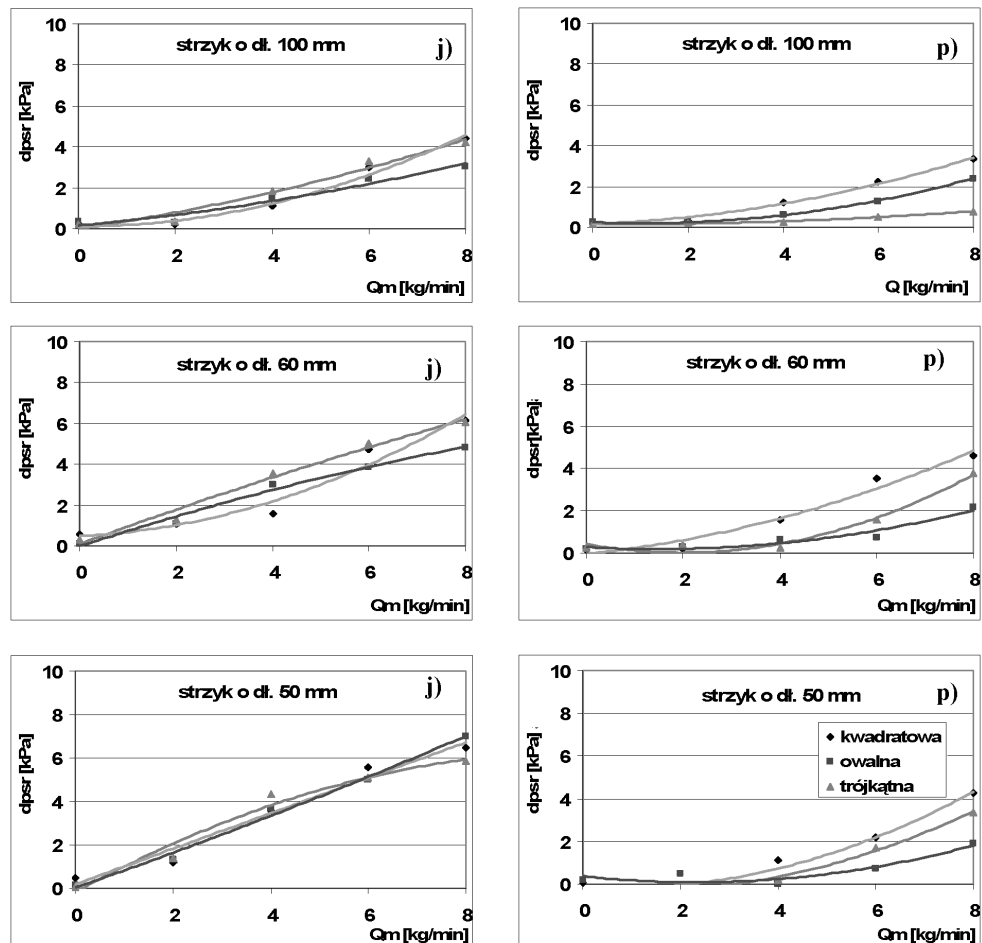
Źródło: badania własne

Posługując się metodą regresji liniowej wyznaczono zależności określające wpływ natężenia strumienia masy cieczy mlekozastępczej na średni spadek podciśnienia w cyklu dpsr, szybkość narastania podciśnienia na końcu strzyka Sr oraz czas ssania tss (rys. 3, 4, 5) przy pozostałych zmiennych niezależnych doświadczenia.

Na podstawie otrzymanych zależności, stwierdzono ścisłą zależność pomiędzy wpływem cieczy mlekozastępczej a dpsr i Sr dla poszczególnych gum strzykowych o niestandardowych profilach części trzonowej.

Wartość dpsr i jego zmiany pokazują możliwości aparatu do przyjęcia mleka z komory podstrzykowej do kolektora oraz zdolności do utrzymania się aparatu udojowego na krowich strzykach. Analiza zależności średniego spadku podciśnienia w cyklu dpsr potwierdza wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej. Dla wszystkich badanych wariantów gum strzykowych wartości dpsr wykazują tendencję rosnącą wraz ze zwiększaniem się natężenia strumienia masy przepływającej cieczy Qm. Największymi wartościami spadków podciśnienia w cyklu charakteryzował się wariant aparatu udojowego z gumą o profilu kwadratowym zarówno w przypadku pulsacji jednoczesnej jak i przemiennej odpowiednio na poziomie dochodzącym do 7 i 5 kPa przy najwyższych wartościach Qm i najkrótszych długościach sztucznego strzyka. Zarejestrowane wartości dpsr dla badanych wariantów gum strzykowych zawierają się w granicach wartości dpsr dla klasycznych rozwiązań gum strzykowych.

Szybki wzrost podciśnienia na końcu strzyka może powodować zjawisko zasysania resztek mleka z kolektora, aż do poziomu końca strzyka [Krzyś 1999]. Analiza dynamiki narastania podciśnienia na końcu strzyka Sr wskazuje, zgodnie z przeprowadzoną wieloczynnikową analizą wariancji, że zmiennymi niezależnymi doświadczenia, które mają zasadniczy wpływ na kształtowanie się wartości tego parametru jest rodzaj pulsacji, strumień natężenia przepływającej przez aparat cieczy Qm, typ aparatu oraz penetracja strzyka Pe.

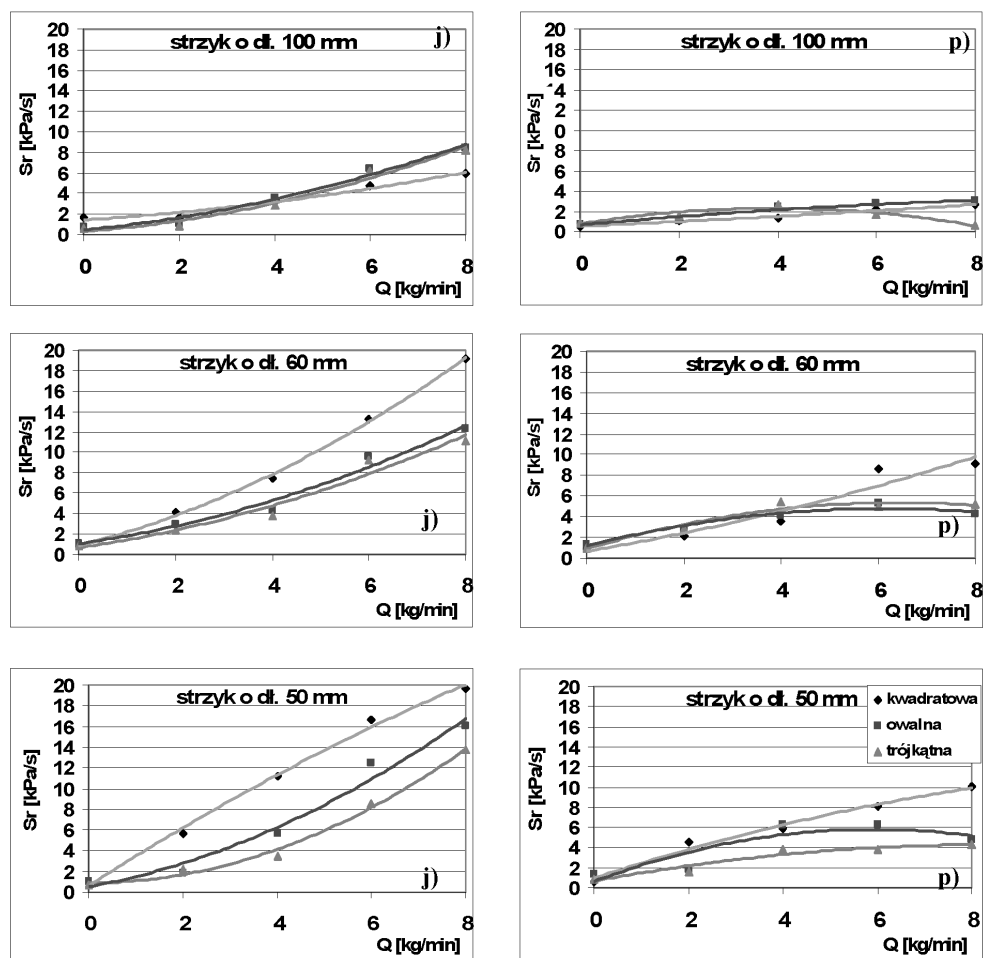


Rys. 3. Wartości średnich spadków podciśnienia w cyklu w funkcji strumienia masy przepływającej cieczy, przy długościach strzyków 100, 60, 50 mm, pulsacji jednoczesnej j i przemiennej p, podciśnieniu 42 kPa

Fig. 3. Values of mean negative pressure drops in a cycle in function of flowing liquid mass stream, for teat lengths: 100, 60, 50 mm; simultaneous and alternate pulsation p; negative pressure: 42 kPa

Najwyższe wartości S_r , podobnie jak dla większości rozpatrywanych parametrów w pracy zarejestrowano dla pulsacji jednoczesnej. W przypadku rozpatrywanego parametru wartości te kształtują się na poziomie ok. $20 \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$ dla maksymalnego wypływu cieczy i wariantu aparatu z gumą o profilu kwadratowym dla najkrótszych zastosowanych długości strzyków. W porównaniu z pulsacją przemianą są to wartości około 2 - krotnie wyższe. Najniższymi wartościami S_r charakteryzuje się natomiast aparat udajowy z gumą o profilu trójkątnym zarówno w kombinacji z pulsacją przemianą jak i jednoczesną, gdyż

osiągane wartości w całym zakresie przepływów cieczy przez aparat są najniższe i przy maksymalnym $Q_m = 8 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ kształtują się w granicach $14 \text{ kPa}\cdot\text{s}^{-1}$.

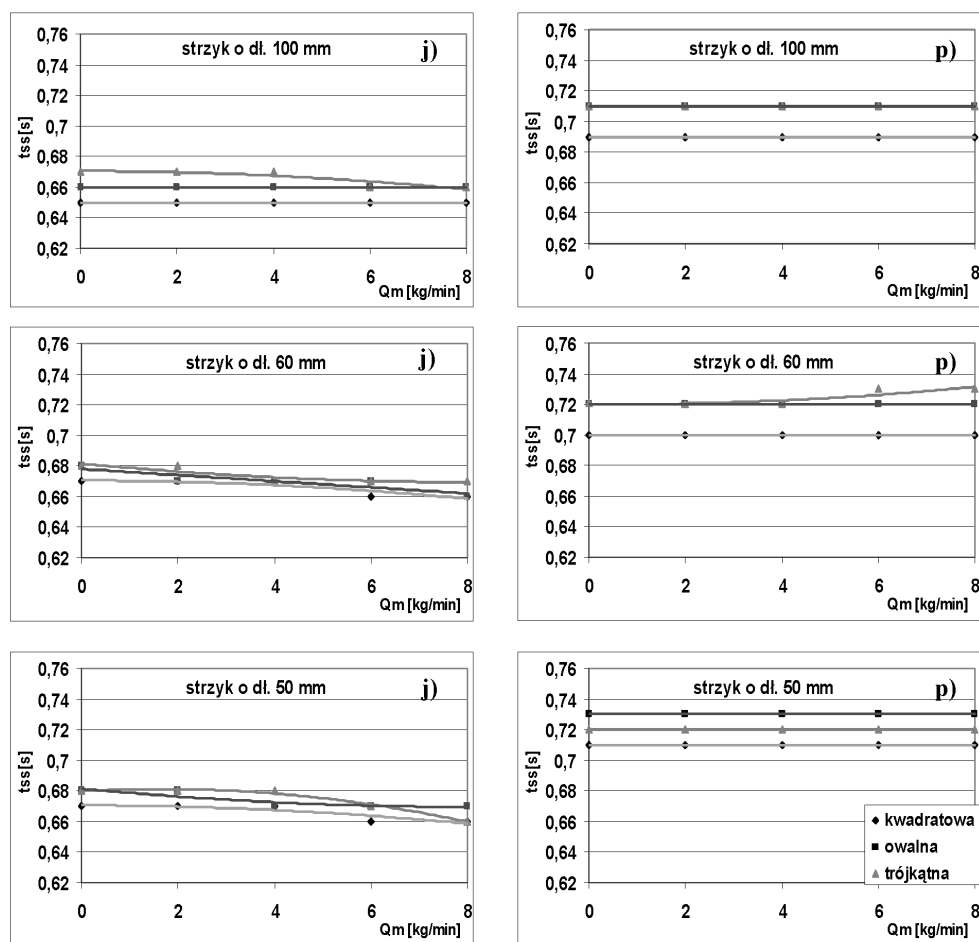


Rys. 4. Dynamika wzrostu podciśnienia na końcu strzyka w funkcji strumienia masy przepływającej cieczy, przy długościach strzyków 100, 60, 50 mm, pulsacji jednoczesnej j i przemiennej p, podciśnieniu 42 kPa.

Fig. 4. Dynamics of negative pressure increase at teat length in function of flowing liquid mass stream, for teat lengths: 100, 60, 50 mm; simultaneous and alternate pulsation p; negative pressure: 42 kPa.

Na przebieg i szybkość doju duży wpływ mają czasy fazy ssania i masażu oraz ich stosunek [Wiercioch i in. 2000]. Kształtowanie się zmian czasu ssania tss przedstawiono na rysunku 5. Analizując wykreślone zależności w funkcji Q_m stwierdzono, że wzrost strumienia masy przepływającej cieczy w przypadku doju z pulsacją jednoczesną powoduje

spadek wartości rozpatrywanego parametru dla wszystkich wariantów gum strzykowych zwłaszcza przy najkrótszych zastosowanych w doświadczeniu długościach strzyków. Podczas doju w systemie pulsacji przemiennnej wartości czasów ssania t_{ss} kształtują się na stałym poziomie w całym zakresie przepływów. Podsumowując tą część badań, najniższe wartości t_{ss} na poziomie 0,67 s zarejestrowano dla wariantu aparatu udojowego z gumą o profilu kwadratowym natomiast najwyższe w przypadku wariantu z gumą o profilu owalnym 0,73 s ($Pe = 50$ mm).



Rys. 5. Czas ssania w funkcji strumienia masy przepływającej cieczy, przy długościach strzyków 100, 60, 50 mm, pulsacji jednoczesnej j i przemiennnej p, podciśnieniu 42 kPa

Fig. 5. Suction time in function of flowing liquid mass stream, for teat lengths: 100, 60, 50 mm; simultaneous and alternate pulsation p; negative pressure: 42 kPa

Wnioski

1. Ocena pracy badanych wariantów aparatu udojowego z gumami strzykowymi o różnych (niestandardowych) profilach części trzonowej wykazała, że kształtowanie się wartości wybranych i analizowanych parametrów ciśnieniowych doju w znacznym stopniu mają związek z rodzajem pulsacji, strumieniem masy cieczy, penetracją strzyka oraz podciśnieniem systemowym.
2. Największymi wartościami spadków podciśnienia w cyklu oraz szybkości narastania podciśnienia na końcu strzyka charakteryzował się wariant aparatu udojowego z gumami o profilu kwadratowym zarówno w przypadku pulsacji jednoczesnej jak i przemiennej, odpowiednio na poziomie dochodzącym do 7 i 5 kPa oraz $20 \text{ kPa}\cdot\text{s}^{-1}$ przy najwyższych wartościach Q_m i najkrótszych długościach sztucznego strzyka.
3. Porównując analizowane wyniki badań gum o profilach niestandardowych z danymi literaturowymi obejmującymi wyniki odnośnie wyników badań wariantów o profilach standardowych (profil okrągły części trzonowej) warto podkreślić, iż niejednokrotnie warianty standardowe charakteryzowały się mniej korzystnymi parametrami doju, co dowodzi, iż istnieje możliwość skutecznego doju gumami o profilu kwadratowym, owalnym oraz trójkątnym w dojarni, ze wskazaniem na stosowanie pulsacji przemiennej, najlepiej z pulsatorem zapewniającym możliwie stabilne warunki pulsacji.

Bibliografia

- Krzyś A.** 1999. Kształtowanie się podstawowych parametrów doju w warunkach obniżonego podciśnienia roboczego. Praca doktorska. Maszynopis AR Wrocław.
- Szlachta J., Wiercioch M.** 1985. Wpływ typu i naciągu gumy strzykowej oraz parametrów pulsatora na intensywność masażu strzyka na przykładzie urządzenia Duovac. Zesz. Nauk. AR Wrocław 156. s. 51-60.
- 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. Kraków. s. 183-190.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2010 jako projekt badawczy nr N 313 293234

ANALYSIS OF SELECTED PARAMETERS OF SIMULATED MACHINED MILKING FOR ALTERNATE AND SIMULTANEOUS PULSATION, USING MILKING APPARATUS-ES WITH UNCONVENTIONAL PROFILES OF TEAT RUBBER CORE SECTIONS

Abstract. The research allowed to examine milking apparatuses possessing unconventional teat rubbers with square, triangular and oval core section profiles. The researchers analysed the impact of individual solutions on vacuum (negative pressure) drops in a cycle, the rate of negative pressure increase at teat end, and suction time during simulated machined milking.

Key words: machined milking, teat rubber, simultaneous and alternate pulsation

Adres do korespondencji:

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