

## **WAHANIA PODCIŚNIENIA W APARATACH UDOJOWYCH PRZY OBNIŻONYM PODCIŚNIENIU SYSTEMOWYM W DOJARNI TYPU „RYBIA OŚĆ”**

Adam Luberański, Marian Wiercioch, Aleksander Krzyś, Józef Szlachta  
*Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** Analizowano wpływ obniżenia podciśnienia systemowego w dojarni „rybia ość” z 42 do 36 kPa na wahania podciśnienia w trzech typach aparatów udojowych nowej generacji. Wykazano, stosując analizę statystyczną, zależności zmiennych niezależnych doświadczenia na wahania podciśnienia w obrębie zastosowanych w badaniach aparatów udojowych. Obniżenie wartości podciśnienia systemowego poniżej stosowanych w praktyce (44 - 46 kPa) nie wpływa na wartość wahań podciśnienia.

**Słowa kluczowe:** dój mechaniczny, aparat udojowy, parametry doju

### **Wstęp**

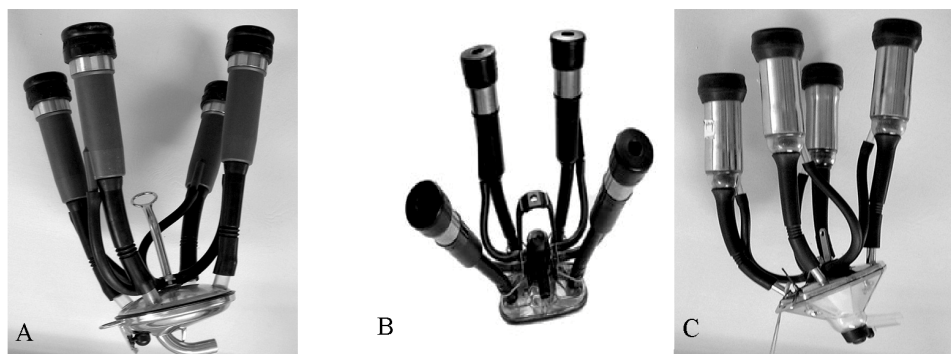
Podczas doju mechanicznego niezwykle ważną rolę odgrywa podciśnienie systemowe i jego stabilizacja w procesie doju mechanicznego. Jest to jeden z czynników decydujących w znacznym stopniu o przebiegu mechanicznego doju, szybkości i dokładności wydajania krowy, a także stanie zdrowotnym wymion. Wytwarzane przez pompę próżniową podciśnienie ma za zadanie [Kupczyk 1999]: pokonanie oporu i otwarcie zwieracza strzyka, utrzymanie aparatu udojowego na strzykach, zdajanie mleka z zatoki mleczonej i jego sprawny transport do bańki lub rurociągu mleczonego. Do niedawna stosowanym podciśnieniem w instalacjach udojowych było 50,7 kPa, które obecnie uważa się za zbyt wysokie [Woyke i in. 1993]. Działa ono destrukcyjnie na tkankę strzyków i jest przyczyną podrażnień i zapalenia wymion. Aby zapobiec takim objawom w nowych typach dojarek zaczęto obniżać wartość podciśnienia. Zalecana jego wartość wynosi obecnie od 48 kPa do 40 kPa [Woyke i in. 1993]. Kingwill i in. [1977] nie zauważyli jednak różnic w negatywnym wpływie podciśnień w przedziale 40 - 53 kPa na kondycję wymion. Potwierdzają to również Sagi i in. [1980], którzy stwierdzili, że podciśnienie robocze w granicach 40-50 kPa nie powoduje istotnych różnic w wypływie mleka i czasie doju.

## Cel badań

Celem badań była analiza cyklicznych wahań podciśnienia dla wybranych aparatów udojowych przy obniżonych wartościach podciśnienia systemowego (w stosunku do obecnie stosowanych w dojarniach) podczas symulowanego doju mechanicznego.

## Metodyka badań

Badaniami objęto trzy typy aparatów udojowych (rys.1) charakteryzujących się odmienną konstrukcją oraz parametrami eksploatacyjnymi (tabela 1).



Rys. 1. Aparaty udojowe zastosowane w badaniach A - Uniflow 2, B - Harmony Plus, C -Diamond  
 Fig. 1. Milking units used in the experiments A - Uniflow 2, B - Harmony Plus, C- Diamond

Tabela 1. Charakterystyka badanych aparatów udojowych  
 Table 1. Description of the researched milking unit

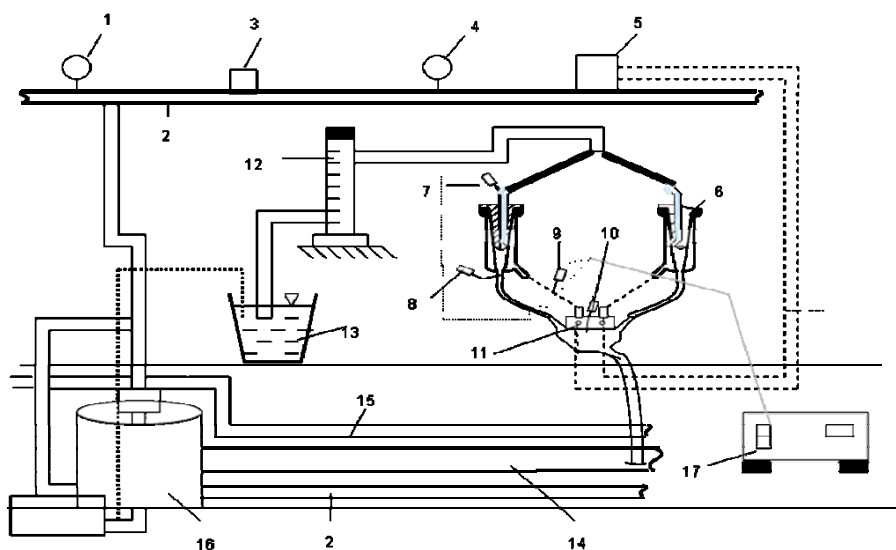
Nazwa aparatu	Uniflow 2	Harmony Plus	Diamond
Pojemność kolektora [cm <sup>3</sup> ]	420	450	500
Symbol gumy strzykowej	252 15.010	999009-01	020138
Masa aparatu udojowego [g]	1728	1700	2381
Średnica wewnętrzna krótkiego przewodu mlecznego [mm]	14	12	10

Źródło: opracowanie własne

Badania przeprowadzono w Instytucie Inżynierii Rolniczej we Wrocławiu w warunkach laboratoryjnych na stanowisku pomiarowym zbudowanym w oparciu o instalację dojarni typu „rybia ość” (rys. 2). Natężenie strumienia masy cieczy przepływającej przez aparat udojowy zmieniano w zakresie od 0 do 8 kg·min<sup>-1</sup>, co 2 kg·min<sup>-1</sup>, za pomocą rotametu. Wartości podciśnienia roboczego wynosiły odpowiednio 42, 40, 38, 36 kPa przy penetracji strzyków 100, 75, 62 i 50 mm. Pomiary zmian podciśnienia w komorze mlecznej kolektora,

## Wahania podciśnienia...

krótkim przewodzie pulsacyjnym, komorze podstrzykowej i na końcu strzyka dokonywano czujnikami podciśnienia PS-SM-100 w systemie pulsacji jednoczesnej i przemiennej, z których sygnał po przetworzeniu rejestrowany był za pomocą rejestratora. Rejestrator ten zapewniał równoczesny zapis z wszystkich czujników z częstotliwością 100 prób na sekundę. Dane z rejestratora przekazywane były do komputera przez łącze COM. Następnie dane przetworzone zostały za pomocą programu „Grafakw” i poddane dalszej obróbce w programie Excel.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 - regulator podciśnienia, 2 - rurociąg podciśnieniowy, 3 - pulsator do doju symultanicznego, 4 - wakuometr, 5 - pulsator do doju przemianowego, 6 - kubek udojowy, 7 - czujnik podciśnienia na końcu strzyka, 8 - czujnik podciśnienia w komorze podstrzykowej, 9 - czujnik podciśnienia w komorze pulsacyjnej, 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. The scheme of the measurement stand: 1 - negative pressure regulator 2 - negative pressure pipeline, 3 - simultaneous milking pulsators, 4 - vacuum gauge, 5 - alternating milking pulsator, 6 - teat cup 7 - negative pressure sensor on the end of a teat, 8 - negative pressure sensor in an under-teat chamber, 9 - negative pressure sensor in a pulsator chamber, 10 - negative pressure sensor in a milk chamber of a claw, 11 - claw 12 - rotameter 13 - tank with milk substitutive liquid 14 - milk pipeline 15 - cleaning and disinfection pipeline, 16 - final unit 17 - registrator

Do pomiarów współczynników oraz liczby cykli na minutę pulsatorów zastosowanych w badaniach wykorzystano urządzenie Pulsotest 4 a ich wartości przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Parametry eksploatacyjne pulsatorów  
Table 2. Operating parameters of pulsators

Typ pulsatora	Stosunek taktu ssania do masażu	Liczba cykli na minutę [ $1 \cdot \text{min}^{-1}$ ]	Współczynnik pulsatora [%]
Elektropneumatyczny EP2090 (DeLaval) (pulsacja przemienna)	60 : 40	60	65
Elektroniczny (S.A.E AFIKIM) (pulsacja symultaniczna)	60 : 40	55	60

Źródło: opracowanie własne

## Wyniki badań

Wahania podciśnienia w obrębie aparatu udojowego są szkodliwym czynnikiem wpływającym na częstsze powstawanie mastitis [Mein i in. 1973, Worstorff 1985]. Powodować mogą również niedostateczne lub nierównomierne pobudzenie krwi do doju, wydłużenie się czasu doju. Utrzymanie stabilnej wartości podciśnienia w obrębie aparatu udojowego jest w praktyce niemożliwe. Na spadki oraz wahania podciśnienia wpływa szereg czynników, z których dominujące znaczenie ma natężenie strumienia masy przepływającej cieczy oraz rozwiązania konstrukcyjne aparatu udojowego [Luberański 2002]. Natomiast wartość podciśnienia systemowego w zakresie od 50 do 42 kPa nie ma istotnego wpływu na rozpatrywany parametr [Luberański 2002; Luberański i in. 2010]

Analiza otrzymanych wyników badań potwierdza dotychczasowe doniesienia przytaczane w literaturze przedmiotu. Uzasadnia to w pełni przeprowadzona wieloczynnikowa analiza wariancji (tabela 3) wykonana aplikacją statystyczną Statgraphics 6.0, która wykazała, że w istotny sposób ( $\alpha = 0,0000$ ) na wahania podciśnienia  $dp$  wpływają wszystkie zmienne niezależne doświadczenia oprócz zastosowanych podciśnień systemowych ( $\alpha = 0,93$ ).

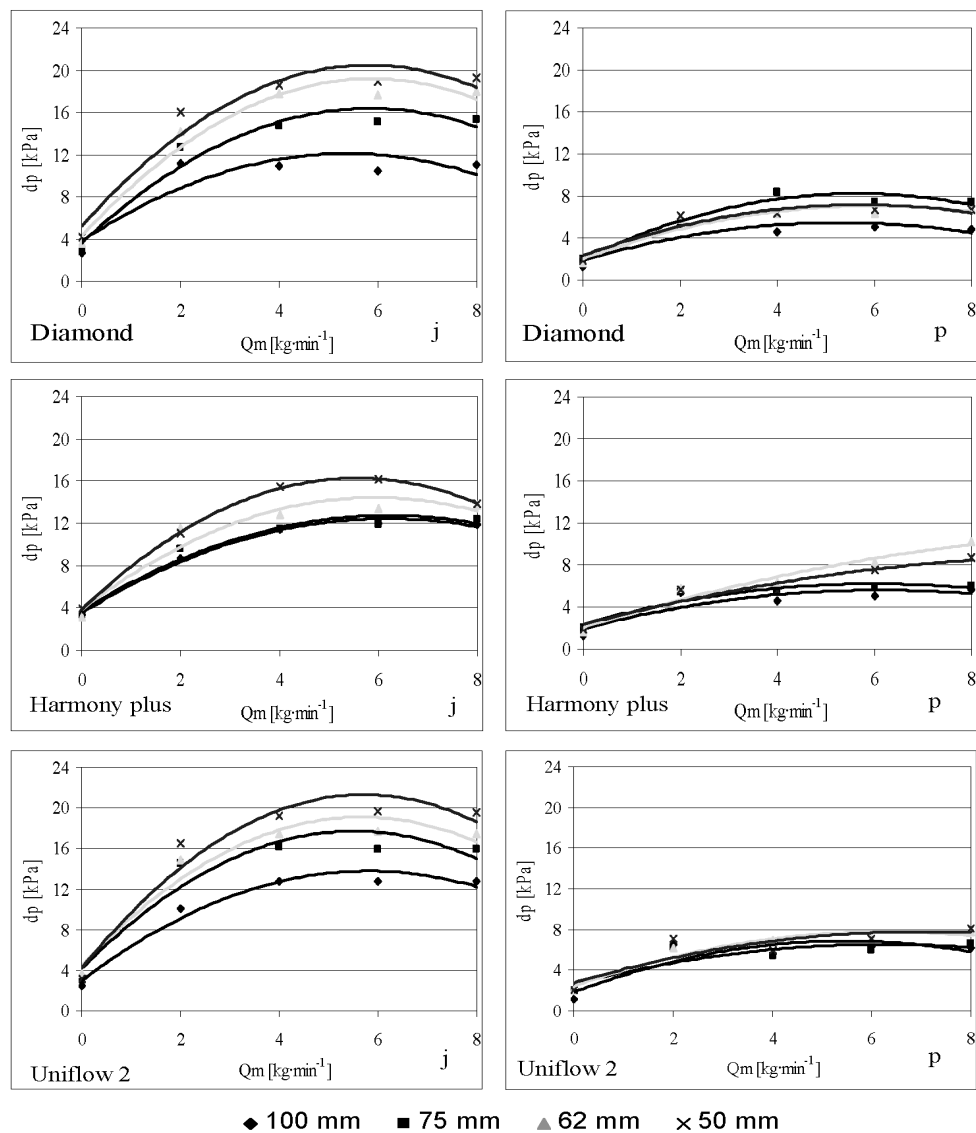
Tabela 3. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji wpływu zmiennych niezależnych doświadczenia na wahania podciśnienia w cyklu  $dp$

Table 2. Results of the multifactorial variance analysis of the influence of the experiment independent variables on the negative pressure variation in the  $dp$  cycle

Parametr	Źródło zmienności	Typ aparatu	Podciśnienie	Penetracja strzyka	Rodzaj pulsacji	Przepływ cieczy mlekozastępczej
	Ilość stopni swobody	2	3	3	1	4
Typ aparatu	Poziom istotności $\alpha$	0,00	0,9315	0,00	0,00	0,00
	Wartość testu F	11,531	0,147	22,898	823,625	224,374

Źródło: obliczenia własne

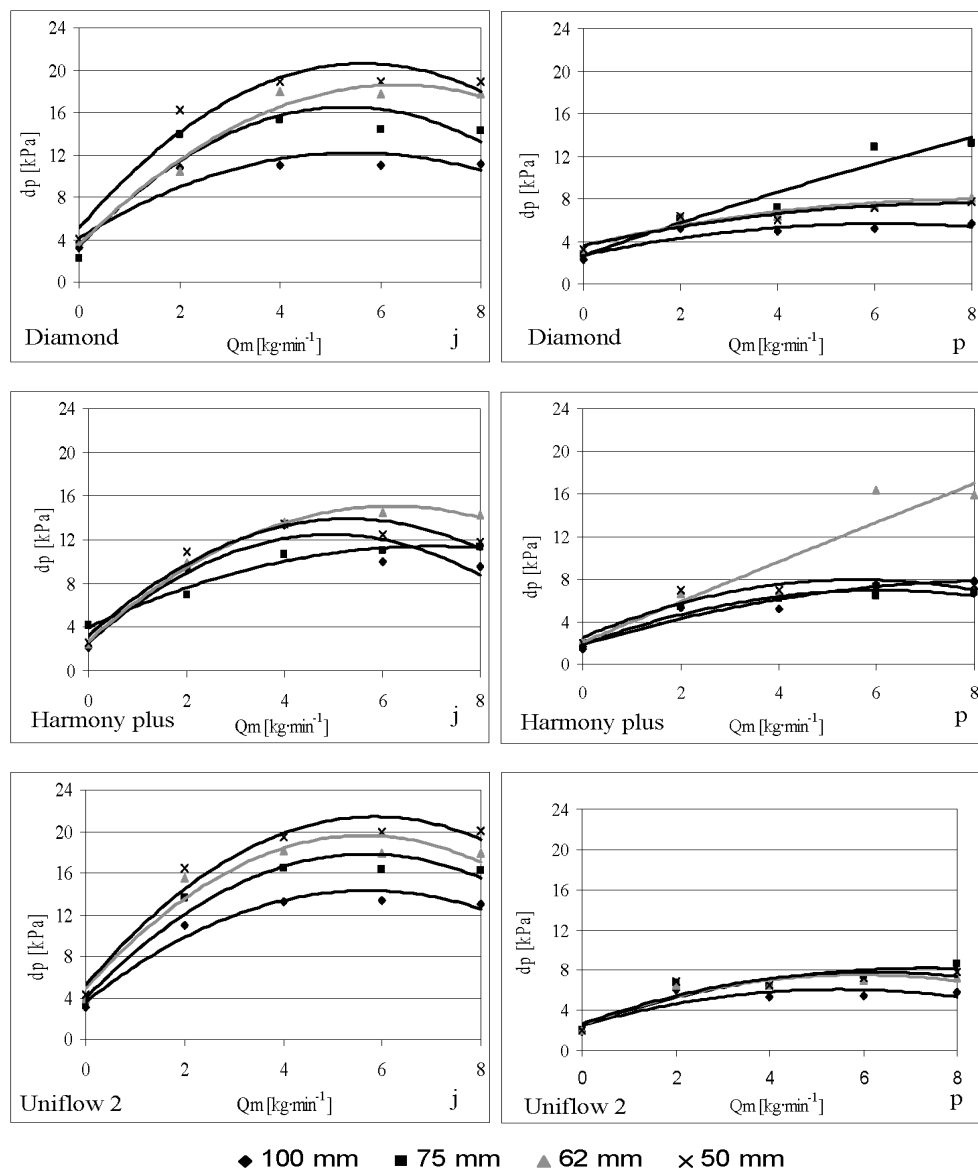
Na rysunkach 3 i 4 zestawiono przykładowe zależności wahań podciśnienia w funkcji strumienia masy przepływającej przez aparat cieczy  $Q_m$  dla różnych zastosowanych w badaniach penetracji strzyka  $Pe$ , rodzajów pulsacji  $Pl$  oraz aparatów udojowych dla podciśnień systemowych 40 i 36 kPa. Z uwagi na duże podobieństwo przebiegów przy 42 i 38 kPa odstąpiono od ich szczegółowej analizy.



◆ 100 mm    ■ 75 mm    ▲ 62 mm    × 50 mm

Źródło: obliczenia własne

Rys. 3. Wpływ natężenia strumienia masy przepływającej cieczy  $Q_m$  na kształtowanie się wartości wahania podciśnienia w cyklu  $dp$  aparatami udojowymi przy podciśnieniu 40 kPa, penetracji strzyka 100, 75, 62, 50 mm z zastosowaniem pulsacji jednoczesnej i przemiennej  
 Fig. 3. Influence of intensity of flowing liquid stream mass  $Q_m$  on formation of the negative pressure variation values in the  $dp$  cycle with milking units at the negative pressure of 40kPa, the teat penetration of 100, 75, 62, 50 mm with the use of simultaneous and alternative pulsation



Rys. 4. Wpływ natężenia strumienia masy przepływającej cieczy  $Q_m$  na kształtowanie się wartości wahań podciśnienia w cyklu  $dp$  aparatami udojowymi przy podciśnieniu 36 kPa z zastosowaniem pulsacji jednoczesnej i przemiennnej

Fig. 4. Influence of intensity of flowing liquid stream mass  $Q_m$  on formation of the negative pressure variations values in the  $dp$  cycle with milking units at the negative pressure of 36 kPa, with the use of simultaneous and alternative pulsation

Na przedstawionych rysunkach można dostrzec, iż dla rozpatrywanych wartości podciśnień systemowych, przy pulsacji jednoczesnej i przemiennej wahania podciśnienia kształtują się na podobnym poziomie w całym zakresie zmian  $Q_m$ . Oceniając aparaty udojowe stwierdzono, że największą skłonnością do wysokich wahań podciśnienia cechowały się aparaty Diamond jak również Uniflow 2 zwłaszcza przy pulsacji jednoczesnej, przy maksymalnym strumieniu przepływającej cieczy oraz najkrótszej długości strzyka ( $Pe=50$  mm), gdzie wartość ta była na poziomie 20 kPa. Aparat Harmony Plus w analogicznych warunkach generował wahania podciśnienia w granicach 16 kPa. Zastosowanie natomiast pulsacji przemiennej powoduje znaczne ograniczenie wzrostu dp. Zakres wartości rozpatrywanego parametru dla wszystkich badanych aparatów zawiera się w granicach od 8 do 12 kPa, co stanowi wartości w danych warunkach nawet o ok. 8 kPa niższe w porównaniu z zastosowaną pulsacją jednoczesną. Oprócz typu pulsacji znaczący wpływ na przebiegi zmian wahań podciśnienia w aparacie udojowym ma długość strzyka. Wyraźną redukcję dp zaobserwowano przy zmianie długości zastosowanych w badaniach strzyków. Wydłużenie strzyka z 50 do 100 mm spowodowało spadek dp o ok. 8 kPa dla wariantu pomiarowego - pulsacja jednoczesna, aparaty Diamond i Uniflow 2. W konfiguracji w/w aparatów z pulsacją przemienną zakres zmian wahań podciśnienia wyniósł od 2 do 4 kPa. Nieco stabilniejszymi warunkami pracy cechował się aparat Harmony Plus. Zmiana długości strzyków, zwłaszcza podczas doju symultanicznego, powodowała wahania podciśnienia maksymalnie do 4 kPa. Są to o połowę niższe wartości w stosunku do pozostałych aparatów.

## Wnioski

1. Obniżenie podciśnienia roboczego poniżej wartości stosowanych w dojarniach do poziomu 40, 38 lub 36 kPa przy pulsacji przemiennej i symultanicznej nie redukuje i nie wpływa na zmiany wahań podciśnienia w żadnym z badanych aparatów.
2. Dokonana analiza porównawcza wykazała, że wahania podciśnienia dla aparatu Harmony Plus przy zastosowaniu pulsacji jednoczesnej kształtowały się najkorzystniej, nie przekraczając poziomu 16 kPa. Oznacza to, że w stosunku do pozostałych aparatów udojowych użytych w doświadczeniu są to wartości o ok. 4 do 8 kPa niższe.
3. Użyte w badaniach aparaty udojowe, charakteryzujące się nowoczesną konstrukcją, dają możliwość skutecznego doju przy obniżonym podciśnieniu systemowym w dojarni, ze wskazaniem na stosowanie pulsacji przemiennej, najlepiej generowanej pulsatorem zapewniającym możliwie stabilne warunki pulsacji.

## Bibliografia

- Kingwill R.G., Dodd F.H., Neave F.K.** 1977. Vacuum fluctuations. Machine milking. National Inst. for Res. Dairying, Shinfield, Reding.
- Kupczyk A.** 1999. Doskonalenie warunków doju mechanicznego ze szczególnym uwzględnieniem podciśnienia w aparacie udojowym. Inżynieria Rolnicza. Nr 3(9). s. 9-31.
- Luberański A.** 2002. Stymulacyjna funkcja gumy strzykowej w procesie mechanicznego doju krów. Rozprawa doktorska. AR Wrocław. Maszynopis.

- Luberański A., Szlachta J., Krzyś A., Wiercioch M.** 2010. Wahania podciśnienia w aparatach udojowych z gumami strzykowymi o kwadratowym, trójkątnym oraz owalnym profilu części trzonowej. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 2(120). s. 33-40.
- Mein G.A., Thiel C.C.** 1973. Friction between the teat and teatcup liner during milking. *J. Dairy Res.* 40. s. 191-206.
- Sagi R., Scott N.R., Merrill W.G.** 1980. Milk flow patterns and machine milking. *Tras. ASAE* 23, 5. s. 1283-1286.
- Worstorff H.** 1985. Zum Entwicklungsstand und einigen Tendenzen in der Melktechnik. *Landtechnik*. 5. s. 216-218.
- Woyke W., Hamann J., Osteras O., Mayntz M.** 1993. Wpływ parametrów pracy dojarek mechanicznych na tkanki strzyków. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* z. 410. s. 93-96.

## **OSCILLATION OF NEGATIVE PRESSURE IN MILKING UNITS WITH THE LOWERED SYSTEM NEGATIVE PRESSURE IN HERRINGBONE MILKING PARLOURS**

**Abstract.** The influence of lowering the system negative pressure in herringbone milking parlours from 42 to 36 kPa on negative pressure variations in three types of milking units of new generation. The statistical analysis proved the dependence of independent variables of the experiment on negative pressure variations within milking units used in the experiment. Lowering the value of the system negative pressure above those used in practice (44 - 46 kPa) does not influence the value of the negative pressure variations.

**Key words:** machine milking, milking unit, milking parameters

**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