

*Magdalena Jasińska, Józef Szlachta, Tomasz Pawlak
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu*

WIELOKRYTERIALNA METODA OCENY PARAMETRÓW PRACY URZĄDZEŃ UDOJOWYCH

Streszczenie

Analizowano parametry doju różnych aparatów udojowych przy pulsacji jednoczesnej i przemiennej oraz przy użyciu kolektorów odpowiednio o pojemności 310 cm³ i 480 cm³. Dla każdego wariantu stosowano cztery zestawy gum strzykowych o zróżnicowanej konstrukcji. Metoda oceny punktowej parametrów pracy pozwoliła na ich oszacowanie w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa doju w aspekcie wymagań norm ISO i zaleceń IDF.

Słowa kluczowe: aparaty udojowe, parametry pracy, odchylenie od normy

Wstęp i cel pracy

W świetle obowiązywania standardów w chowie zwierząt użytkowych, nowoczesne metody produkcji mleka i jego przetworów wymagają ścisłego przestrzegania norm krajowych, międzynarodowych oraz dyrektyw Unii Europejskiej [Romaniuk 2003]. Wymagania te dotyczą każdego etapu produkcji mleka: od utrzymania krów, poprzez żywienie i proces doju mechanicznego aż do wstępnej obróbki mleka (chłodzenia). Przestrzeganie wymogów unijnych w znaczący sposób wpływa na jakość pozyskiwanego mleka. Dodatkowym aspektem, a koniecznym do prawidłowego przeprowadzenia doju mechanicznego, są warunki ciśnieniowe panujące w aparacie udojowym podczas doju [Krzyś i in. 2000]. Kształtowanie się parametrów doju zależne jest od natężenia wypływu mleka oraz w bardzo dużym stopniu od zastosowanego aparatu udojowego [Lipiński, Czarnociński 1996]. Istotne w tym względzie jest przeprowadzenie analizy i oceny urządzeń udojowych, pozwalającej na zweryfikowanie parametrów pracy aparatu udojowego pod kątem odnoszącym się do jakości realizacji procesu doju. Dotychczasowa diagnostyka urządzeń udojowych pozwalała na indywidualną ocenę każdego z analizowanych parametrów pracy aparatu udojowego [Szlachta 1986; Szlachta 1998; Szlachta 2000]. Niemniej jednak, biorąc od uwagę możliwe wielopłaszczyznowe, negatywne oddziaływanie środków technicznych na gruczoł mlekowy krowy (z jednej strony – przepływy zwrotne i przenoszenie drobnoustrojów, a z drugiej – rozeta

i wycinowanie błony śluzowej kanału strzykowego) należy zauważyć, że kompleksowe ujęcie diagnostyki urządzeń udojowych może mieć znaczenie zarówno poznawcze jak i użytkowe.

Mając powyższe na uwadze, celem pracy było dokonanie analizy przydatności wielokryterialnej metody diagnostyki opartej na 14-stu parametrach pracy aparatu udojowego, do charakteryzowania warunków i przebiegu doju. Parametrami tymi są:

- czas ssania – t_{ss} [s],
- czas masażu – t_m [s],
- średnie podciśnienie ssania – p_{ss} [kPa],
- średnie podciśnienie masażu – p_m [kPa],
- amplituda podciśnienia ssania – a_{ps} [kPa],
- amplituda podciśnienia masażu – a_{pm} [kPa],
- wahania podciśnienia w cyklu – dp [kPa],
- średnie podciśnienie w cyklu – $dpsr$ [kPa],
- czas fazy otwierania się gumy – $St1$ [s],
- czas narastania podciśnienia – $St1p$ [s],
- wzrost podciśnienia – $Sdp1$ [kPa],
- dynamika wzrostu podciśnienia – Sr [kPa/s],
- różnica podciśnień (koniec strzyka – kolektor) – $dp1max1$ [kPa],
- dynamika przepływu powrotnego – Pp [N s].

Material i metody

Badania przeprowadzono dla dwóch typów pulsacji: przemiennej i jednoczesnej. W ramach każdej pulsacji badaniami objęto osiem wariantów aparatów udojowych, różniących się typem i pojemnością kolektora oraz typem gumy strzykowej (tabela 1).

Tabela 1. Warianty aparatów udojowych

Table 1. Varieties of milking machines

Oznaczenie aparatu udojowego	Typ kolektora (pojemność)	Typ gumy strzykowej	Średnica krótkich przewodów mlecznych [mm]
A	Clearflow (310 cm ³)	SL 2 CTF	9,5
B		SL 2 CTF WT	8,25
C		FL 7 S	8,25
D		FL 7 W WT	10
E	Diamond (480 cm ³)	SL 2 CTF	9,5
F		SL 2 CTF WT	8,25
G		FL 7 S	8,25
H		FL 7 W WT	10

Podstawowym kryterium oceny była odchyłka (O) między wartością zmierzoną (W_{zm}) a zalecaną (W_{zal}) dla danego parametru, wyrażona w procentach:

$$O = \frac{W_{zm} - W_{zal}}{W_{zal}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Odchyłka liczona była dla każdego z 14 parametrów pracy aparatu udojowego. Następnie, zgodnie z założeniami wielokryterialnej metody, obliczono średnią wartość odchyłki dla każdego z 8 badanych aparatów udojowych. Ustalono, iż miernikiem przydatności aparatu udojowego będzie wskaźnik charakteryzujący jego funkcjonalność, wyrażony modułem różnicy średniej odchyłki \bar{O} i odchylenia standardowego σ :

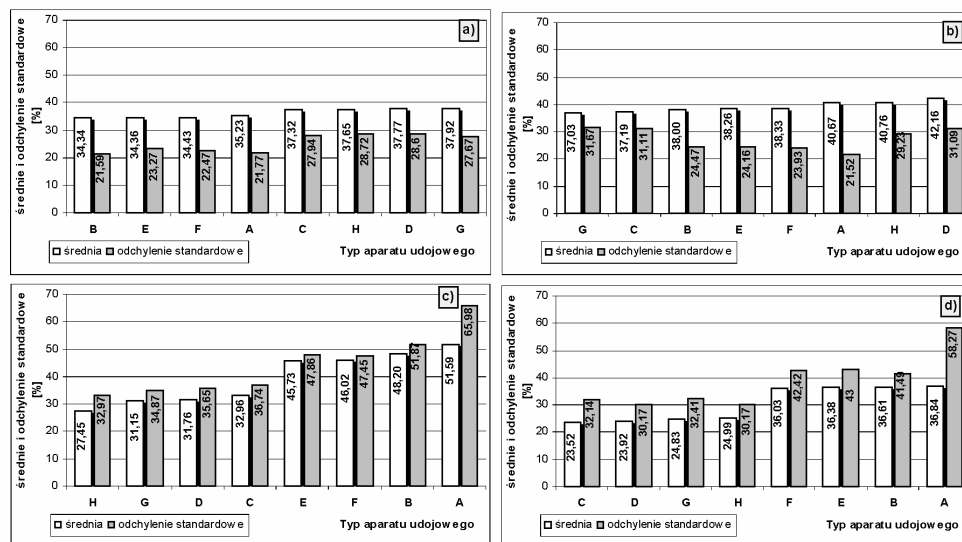
$$W = |\bar{O} - \sigma| \quad (2)$$

Najwyższą przydatność funkcjonalną będzie posiadał aparat udojowy, którego wskaźnik będzie miał wartość najmniejszą.

W badaniach laboratoryjnych stosowano wypływy cieczy mlekozastępczej (wody) o wartości $Q_m = 0$ kg/min i 4 kg/min. Intensywność wypływu cieczy $Q_m = 0$ kg/min charakteryzuje dój na sucho, zaś intensywność wypływu mleka $Q_m = 4$ kg/min jest typowa dla wysokowydajnych krów. Wyniki badań terenowych potwierdziły, że z takim natężeniem wypływu mleka mamy do czynienia przy doju krów o wysokiej wydajności mlecznej przez okres od pół do kilku minut doju [Luberański 2002]. Przy wyliczaniu wartości średnich i odchyłeń standardowych odchyłek analizowanych parametrów dla intensywności wypływu mleka $Q_m = 0$, ze względu na zerowe zmierzone wartości, nie uwzględniono przepływu powrotnego (Pp) i różnicy ciśnień pomiędzy końcem strzyka i kolektorem ($dp1max1$).

Wyniki badań

Analiza rysunku (wykresu) 1a pozwala zauważyć, że różnica pomiędzy średnią wartością odchyłek a odchyleniem standardowym przy przepływie $Q_m = 0$ kg/min oscyluje na poziomie 9 ÷ 13% dla każdego aparatu. Oznacza to, wahania nie są znaczne i można przyjąć, iż kształtują się na zbliżonym poziomie. Natomiast przy przepływie cieczy $Q_m = 4$ kg/min wystąpiły znaczące różnice pomiędzy średnią odchyłką a odchyleniem standardowych dla poszczególnych typów aparatów udojowych (rys. 1c), co – zgodnie z założeniami wielokryterialnej metody oceny aparatów udojowych – potwierdza wskaźnik charakteryzujący funkcjonalność aparatu udojowego (rys. 2c). Jest on najmniejszy dla aparatu F (1,43%), a największy dla aparatu A (14,39%).

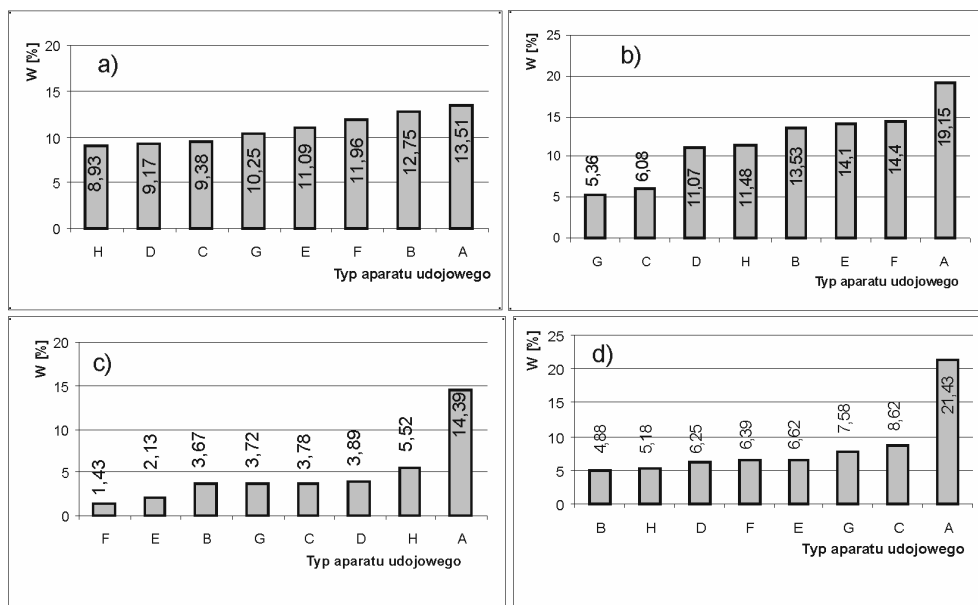


Rys. 1. Zestawienie średnich wartości odchyłek oraz odchyłeń standardowych wyrażonych w procentach dla analizowanych aparatów dla: a) pulsacji jednoczesnej i przepływu $Q_m = 0$ kg/min; b) pulsacji przemiennnej i przepływu $Q_m = 0$ kg/min; c) pulsacji jednoczesnej i przepływu $Q_m = 4$ kg/min; d) pulsacji przemiennnej i przepływu $Q_m = 4$ kg/min

Fig. 1. Juxtaposition of average deviation values and standard deviations expressed as percentage of the analysed milking machines for: a) simultaneous pulsation and flow $Q_m = 0$ kg/min; b) alternate pulsation and flow $Q_m = 0$ kg/min; c) simultaneous pulsation and flow $Q_m = 4$ kg/min; d) alternate pulsation and flow $Q_m = 4$ kg/min

Analiza wartości zamieszczonych na rysunku 2b i 2d prowadzi do stwierdzenia, iż przy przepływie $Q_m = 0$ kg/min wskaźnik charakteryzujący funkcjonalność aparatu udojowego jest najmniejszy dla aparatu G (5,36%), a największy dla aparatu A (19,15%). Natomiast przy $Q_m = 4$ kg/min wskaźnik charakteryzujący funkcjonalność aparatu udojowego wynosi odpowiednio: dla aparatu B (4,88%), a dla aparatu A (21,43%).

Analiza porównawcza uwzględniająca nowy wskaźnik użyteczności aparatu udojowego, oparty na 14-stu parametrach, wykazała, iż najmniej funkcjonalnym aparatem udojowym – w każdym badanym przypadku – jest aparat A, składający się z kolektora Clearflow 310 cm³ i współpracujący z gumami strzykowymi SL 2 CTF.



Rys. 2. Wykresy wskaźnika charakteryzującego funkcjonalność aparatu udojowego wyrażonego w procentach dla badanych aparatów dla: a) pulsacji jednoczesnej i przepływu $Q_m = 0$ kg/min; b) pulsacji przemiennnej i przepływu $Q_m = 0$ kg/min; c) pulsacji jednoczesnej i przepływu $Q_m = 4$ kg/min; d) pulsacji przemiennnej i przepływu $Q_m = 4$ kg/min

Fig. 2. Graphs of the indicator characterising the functionality of the milking machine, expressed as percentage of the analysed milking machines for: a) simultaneous pulsation and flow $Q_m = 0$ kg/min; b) alternate pulsation and flow $Q_m = 0$ kg/min; c) simultaneous pulsation and flow $Q_m = 4$ kg/min; d) alternate pulsation and flow $Q_m = 4$ kg/min

Wnioski

Przy natężeniu wypływu mleka $Q_m = 4$ kg/min (dla obu pulsacji) obserwuje się wyższe wartości wskaźnika funkcjonalności aparatu udojowego w porównaniu z wartościami uzyskanymi przy natężeniu $Q_m = 0$ kg/min, co wskazuje na celowość oceny funkcjonalnej aparatów pracujących przy $Q_m > 0$. Opisanie parametrów pracy aparatu udojowego za pomocą średniej wartości odchyłki pomiędzy parametrami zmierzonymi i zalecanymi daje możliwość wielokryterialnej oceny funkcjonalności aparatu udojowego. Średnia wartość odchyłki wyrażona w procentach może być wskaźnikiem charakteryzującym funkcjonalność aparatów udojowych, choć wymaga to przeprowadzenia badań z uwzględnieniem szerszego zakresu natężeń wypływu mleka.

Magdalena Jasińska, Józef Szlachta, Tomasz Pawlak

Bibliografia

Krzyś A., Szlachta J., Wiercioch M., Luberański A. 2000. Warunki ciśnieniowe wybranych aparatów udojowych przy doju krów wysokomlecznych dla czterech konfiguracji instalacji udojowej. *Inżynieria Rolnicza 2*, s. 91- 99.

Lipiński M., Czarnociński F. 1996. Analiza zmian podciśnienia zachodzących w aparacie udojowym Hormony. *Roczniki AR Poznań, 276, Roln. 46*, s. 45- 51.

Normy ISO 5707

Romaniuk W. 2003. Standardy dla gospodarstw rolnych. Projekt Bliźniaczy Phare PI/IB/2001/AG/03, Warszawa.

Szlachta J. 1996. Studia nad wybranymi elementami budowy i użytkowania aparatu udojowego. Rozprawa habilitacyjna. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. Nr 58. Wrocław.*

Szlachta J. 1998. Diagnostyka aparatów udojowych w aspekcie zachowania parametrów doju. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. Konferencje. s. 35- 49.*

Szlachta J. 2000. Ocena punktowa wybranych aparatów udojowych na podstawie wyników badań eksperymentalnych. *Inżynieria Rolnicza 2*, s. 15- 22.

MULTICRITERIA METHOD OF EVALUATION OF FUNCTIONING PARAMETERS OF SELECTED MILKING UNITS

Summary

Milking parameters of various milking units have been analyzed of simultaneous and alternate pulsation with the use of claws of respective capacity 310 cm³ and 480 cm³. Four sets of liners of different construction were used for each variant. Evaluation of functioning parameters enabled their assessment in respect of milking security in relation to ISO and IDF requirements.

Key words: milking unit, parameters of work, deviation of norm