

## ANALIZA PRZYDATNOŚCI WYBRANYCH CIECZY JONOWYCH DO KONSERWACJI STRZYKÓW SZTUCZNEGO WYMIENIA BIONICZNEGO

Feliks Czarnociński, Marian Lipiński

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

**Streszczenie.** W pracy badano przydatność wybranych cieczy jonowych do konserwacji strzyków. Użyto pięć wybranych cieczy jonowych i dla porównania wodny roztwór formaliny (5%). Po 5. i 10. dobach konserwacji przeprowadzono pomiary elastyczności i twardości próbek. Wyniki są niejednoznaczne. Należy kontynuować badania nad zastosowaniem innych cieczy jonowych do konserwacji strzyków, które można by zastosować w laboratoryjnym wymieniu bionicznym.

**Słowa kluczowe:** strzyk, konserwacja, ciecz jonowa

### Wprowadzenie i cel badań

Jedną z metod poszerzającą stan wiedzy o przebiegu procesu doju mechanicznego są badania laboratoryjne. Polegają one głównie na tym, że w czasie doju pozorowanego, w ściśle kontrolowanych warunkach przepływu cieczy, mierzy się przebiegi podciśnienia w różnych punktach aparatu udojowego [Szlachta, Wiercioch 1984; Butler, Hillerton 1989; Czarnociński, Lipiński 1995; Luberański i in. 2006]. Ważnym wyposażeniem badawczym jest w nich sztuczne wymię, standardowo zaopatrzone w strzyki wykonane z materiału sztywnego, odbiegającego właściwościami mechanicznymi od żywej tkanki krowich strzyków. Z tego powodu wysuwane są zastrzeżenia dotyczące poprawności metodycznej takich pomiarów. Jednak wielu autorów nie dostrzega w tym większych problemów, podkreślając przede wszystkim występowanie niewielkiego błędu pomiarowego.

Pojawiły się jednak koncepcje, aby strzyki sztuczne zastąpić bionicznymi czyli zakonserwowanymi strzykami pochodzącymi od krów z uboju [Lipiński, Czarnociński 1998]. Kluczowym problemem jest znalezienie substancji chemicznej, konserwującej strzyki w taki sposób, aby ich właściwości były zbliżone do żywych. Wydaje się, że badania doju pozorowanego będą wtedy wierniej odzwierciedlały zjawiska zachodzące w czasie doju rzeczywistego.

Do konserwacji tkanek zwierzęcych można wykorzystać wiele związków, w tym być może ciecze jonowe. Są to związki chemiczne składające się wyłącznie z jonów. Cechują się umiarkowaną temperaturą topnienia (poniżej 100°C) oraz posiadają szereg cennych właściwości, jak: niepalność, niska prężność par, łatwa mieszalność z wodą lub rozpuszczalnikami organicznymi. Ze względu na znikomą lotność są uważane za bezpieczne dla

środowiska. Ciecze jonowe, zwłaszcza czwartorzędowe sole amoniowe, znajdują coraz szersze zastosowanie w różnych dziedzinach nauki i gospodarki. Wykorzystywane są jako: substancje aktywne w reakcjach, różnorodne rozpuszczalniki i stabilizatory. Można też stosować je do konserwacji drewna i papieru oraz balsamowania i utrwalania tkanek miękkich [Majewski i in. 2003; Pernak, Chwała 2003;].

Celem badań było określenie przydatności wybranych cieczy jonowych do konserwacji strzyków krowich, które można by zastosować w laboratoryjnym wymieniu bionicznym do prowadzenia pomiarów warunków ciśnieniowych w czasie doju pozorowanego.

## Materiał i metoda badań

Strzyki były amputowane bezpośrednio po uboju krów. W ciągu 1,5 godziny dostarczono je do laboratorium Instytutu Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Po umyciu strzyków wypreparowywano z nich odcinki o długości 4-5 cm. Próbkę te poddano obserwacjom organoleptycznym (wygląd, struktura, wymiary). Sześć próbek zakonserwowano, a siódmą „świeżą” – poddano od razu badaniom elastyczności i twardości. Do konserwacji próbek zastosowano pięć cieczy jonowych oraz klasyczny płyn prosektoryjny czyli 5% wodny roztwór formaliny (tab. 1). Ciecze jonowe udostępnił autorom Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

Tabela 1. Ciecze jonowe do konserwacji strzyków  
Table 1. Ionic liquids for maintenance of teats

| Oznaczenie | Wzór                    | Nazwa                                     |
|------------|-------------------------|---|
| CJ 1       | [DDA][NO <sub>3</sub> ] | Azotan didecyldimetyloamoniowy            |
| CJ 2       | [DDA][DL-mleczan]       | DL-mleczan didecyldimetyloamoniowy        |
| CJ 3       | [DDA][L-mleczan]        | L-mleczan didecyldimetyloamoniowy         |
| CJ 4       | [BA][DL-mleczan]        | DL-mleczan benzalkoniowy                  |
| CJ 5       | [BA][L-mleczan]         | L-mleczan benzalkoniowy                   |
| F          | HCHO                    | 5% wodny roztwór formaliny (formaldehydu) |

*Źródło: zestawienie własne*

Po 5. i 10. dobach konserwacji próbki poddano ocenie organoleptycznej oraz oznaczono ich elastyczność i twardość.

Oznaczanie elastyczności strzyków przeprowadzono najbardziej rozpowszechnioną metodą pomiaru elastyczności przy odbiciu [PN-97/C-04255 1997]. Polega ona na uderzeniu próbki materiału obciążnikiem, zakończonym kulistym wgłębniakiem, przymocowanym do wahadła, opuszczanym z określonej wysokości i odczytaniu na skali aparatu Schoba stosunku wysokości odchylenia wahadła do wysokości jego spadku. Wynik pomiaru wyrażony jest w procentach. Każdą próbkę mierzono trzy razy w sześciu losowych punktach uderzenia, oddalonych minimum 10 mm od jej krawędzi. Jako wynik końcowy obliczano średnią arytmetyczną wartości otrzymanych w poszczególnych punktach. Obliczano też odchylenie standardowe.

Do pomiarów twardości strzyków zastosowano metodą Schoppera [PN-EN ISO 2039-1 2004], w której w materiał wciska się stalową kulkę, stosując obciążenie 9,81 niutonów. Głębokość odcisku odczytywano po 10 sekundach działania tej siły. Dla każdej próbki pomiar wykonywano w sześciu losowych miejscach, których środki odcisku musiały być oddalone więcej niż 10 mm od krawędzi. W każdym miejscu odcisku dokonywano trzech odczytów głębokości wgłębień.

Twardość  $H$  obliczano ze wzoru:

$$H = \frac{P}{\pi \cdot D \cdot h} \text{ [N}\cdot\text{mm}^{-2}] \quad (1)$$

gdzie:

- $P$  – przyłożone obciążenie [9,81 N],
- $D$  – średnica kulki [mm],
- $h$  – zagłębienie kulki odczytane ze skali aparatu [mm].

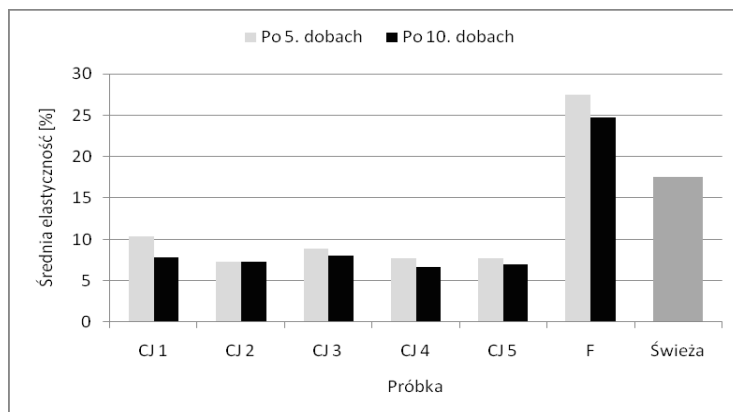
Dla każdej próbki obliczano średnią twardość i odchylenie standardowe.

## Wyniki badań

Po 5. dobach konserwacji cieczami jonowymi wszystkie strzyki wyraźnie się skurczyły. Ponadto zmienił się ich wygląd oraz struktura powierzchni skóry i tkanki wewnętrznej. Skóra próbki zakonserwowanej CJ 1 była podobna do świeżej próbki, ale miała barwę bardziej białą. Zarówno skóra, jak i tkanka wewnętrzna miały gąbczastą strukturę. Powierzchnie skóry strzyków zakonserwowanych cieczami CJ 2 – CJ 5 były stwardniałe, pomarszczone i popękane. W największym stopniu dotyczyło to próbek konserwowanych cieczami CJ 4 i CJ 5. Tkanka wewnętrzna próbek zakonserwowanych cieczami CJ 2 i CJ 3 miała jednolitą strukturę, była miękka i jaśniejsza niż ich skóra. Natomiast strzyki utrwalone cieczami CJ 4 i CJ 5 na przekroju były jednolite kolorystycznie i strukturalnie, nie było wyraźnych różnic pomiędzy zakonserwowaną skórą i tkanką wewnętrzną. Powierzchnia strzyka konserwowanego roztworem formaliny była gęsto pomarszczona, ale miękka i elastyczna oraz kolorystycznie bardzo podobna do strzyka świeżego. Na przekroju poprzecznym widać było doskonale zachowaną strukturę tkanki wewnętrznej wraz z wszystkimi naczyniami.

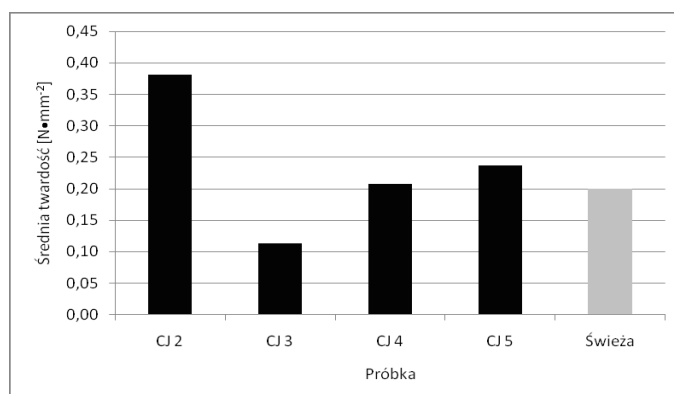
Po odkształceniu poprzecznym, strzyk konserwowany roztworem formaliny wracał do pierwotnego kształtu natychmiast po ustaniu obciążenia. We wszystkich strzykach utrwalonych cieczami jonowymi powrót ten następował bardzo powoli.

Wyniki określenia średniej elastyczności przedstawiono na rysunku 1. Najwyższą elastyczność posiadał strzyk konserwowany w roztworze formaliny i po 5. dobach wynosiła ona ponad 27%. Elastyczność strzyków utrwalonych cieczami jonowymi była wielokrotnie niższa i wynosiła w granicach 7-10%. Spośród nich najelastyczniejszą była próbka CJ 1, następnie CJ 3, a najmniej elastyczną próbka CJ 2. Po 10. dobach elastyczność prawie wszystkich strzyków zmniejszyła się o 1,5-3,0%. Nie uległa zmianie jedynie w strzyku zakonserwowanym cieczą CJ 2. Natomiast średnia elastyczność świeżej próbki wynosiła 17,5%.



Rys. 1. Średnia elastyczność próbek zakonserwowanych i próbki świeżej  
 Fig. 1. Average elasticity of preserved samples and of fresh sample

Pomiar twardości próbek po 5. dobach konserwacji nie był możliwy przy zastosowaniu oryginalnego wgłębnika o średnicy 10 mm, ponieważ przy każdej próbce następowało jego nadmierne zagłębianie w materiał. W związku z tym w badaniach po 10. dobach konserwacji zdecydowano się na zmodyfikowanie metody pomiaru. Polegało to na zastąpieniu standardowego wgłębnika kulką stalową o średnicy 24,7 mm. Mimo tego, nadal nie było możliwe przeprowadzenie pomiarów twardości próbek zakonserwowanych cieczą CJ 1 i roztworem formaliny. Na rysunku 2 przedstawiono wyniki twardości pozostałych próbek. Spośród nich największą średnią twardość, wynoszącą  $0,38 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$  – miała próbka utrwalona cieczą CJ 2, a najmniejszą  $0,11 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$  – cieczą CJ 3. Średnie twardości świeżej próbki i zakonserwowanych cieczami CJ 4 i CJ 5 wyniosły odpowiednio:  $0,20$ ;  $0,21$  i  $0,24 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ .



Rys. 2. Średnia twardość próbek zakonserwowanych po 10. dobach i próbki świeżej  
 Fig. 2. Average hardness of preserved samples after 10 days and of fresh sample

## Wnioski

1. Po konserwacji cieciami jonowymi nastąpiło znaczne zmniejszenie wymiarów wszystkich fragmentów strzyków. Zmieniła się także ich barwa oraz struktura powierzchni skóry i tkanki wewnętrznej. W próbce konserwowanej roztworem formaliny wszystkie te zmiany były zdecydowanie mniejsze.
2. Elastyczność strzyków konserwowanych cieciami jonowymi była około dwukrotnie niższa niż strzyka świeżego po uboju. Natomiast strzyk konserwowany roztworem formaliny jako jedyny miał elastyczność wyższą niż świeża próbka.
3. Mimo modyfikacji metody pomiaru twardości nie było możliwe zmierzenie próbek zakonserwowanych cieczą jonową CJ 1 i roztworem formaliny. Spośród pozostałych największą twardość wykazały próbki utwalone cieczą CJ 2, a najmniejszą – cieczą CJ 3.
4. Należy kontynuować badania nad zastosowaniem do konserwacji strzyków innych cieczy jonowych mimo, że niektóre z nich są bardzo drogie.

## Bibliografia

- Butler M.C., Hillerton J.E.** 1989. Methods of assessing teatcup liner performance. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 44. s. 77-86.
- Czarnociński F., Lipiński M.** 1995. Badania warunków ciśnieniowych panujących w wybranych aparatach udojowych. *Roczniki AR Poznań*. 274. Rolnictwo 46. s. 5-12.
- Lipiński M., Czarnociński F.** 1998. Koncepcja i wstępne badania bionicznego wymienia laboratoryjnego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z. 454. s. 331-337.
- Luberański A., Pawlak T., Szlachta J.** 2006. Stabilność podciśnienia w aparatach udojowych działających przemiennie i jednocześnie w różnych systemach doju. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 3(78). s. 247-254.
- Majewski P., Pernak A., Grzymisławski M., Iwanik K., Pernak J.** 2003. Ionic liquids in embalming and tissue preservation. Can traditional formalin-fixation be replaced safely? *Acta Histochemica*. 105(2), 135-142.
- Pernak J., Chwała P.** 2003. Synthesis and anti-microbial activities of choline-like quaternary ammonium chlorides, *European Journal of Medicinal Chemistry*, 38, s. 1035-1042.
- 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.
- PN-97/C-04255. 1997. Guma. Oznaczanie elastyczności wulkanizatów przy odbiciu metodą Schoba.
- PN-EN ISO 2039-1. 2004. Tworzywa sztuczne. Oznaczanie twardości. Część 1: Metoda wciskania kulki.

## **USABILITY ANALYSIS FOR SELECTED IONIC LIQUIDS FOR THE MAINTENANCE OF TEATS IN ARTIFICIAL BIONIC UDDER**

**Abstract.** The work involved examination of selected ionic liquids for maintenance of teats. The researchers used five selected ionic liquids, and for comparison – purposes – water solution of formalin (5%). The elasticity and hardness of samples was measured after 5 and 10 days of maintenance. The results are ambiguous. It is necessary to continue studies on employing other ionic liquids for the maintenance of teats, which could be used in a laboratory bionic udder.

**Key words:** teat, maintenance, ionic liquid

**Adres do korespondencji:**

Feliks Czarnociński; e-mail: [fczar@up.poznan.pl](mailto:fczar@up.poznan.pl)  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 50  
60-637 Poznań