

Ultrazvuková dezintegrace bakteriálního biofilmu

P. Schovanec <petr.schovanec@tul.cz>, D. Jašíková, K. Havlíček, M. Nechanická, J. Čech, J. Eichler, P. Šubrtová

ABSTRAKT

Práce se zaměřuje na modifikaci ultrazvukového vlnění s proměnnou časovou smyčkou a frekvencí. V práci se popisuje metodika a zařízení s cílem dezintegrace bakteriálního biofilmu.

ÚVOD

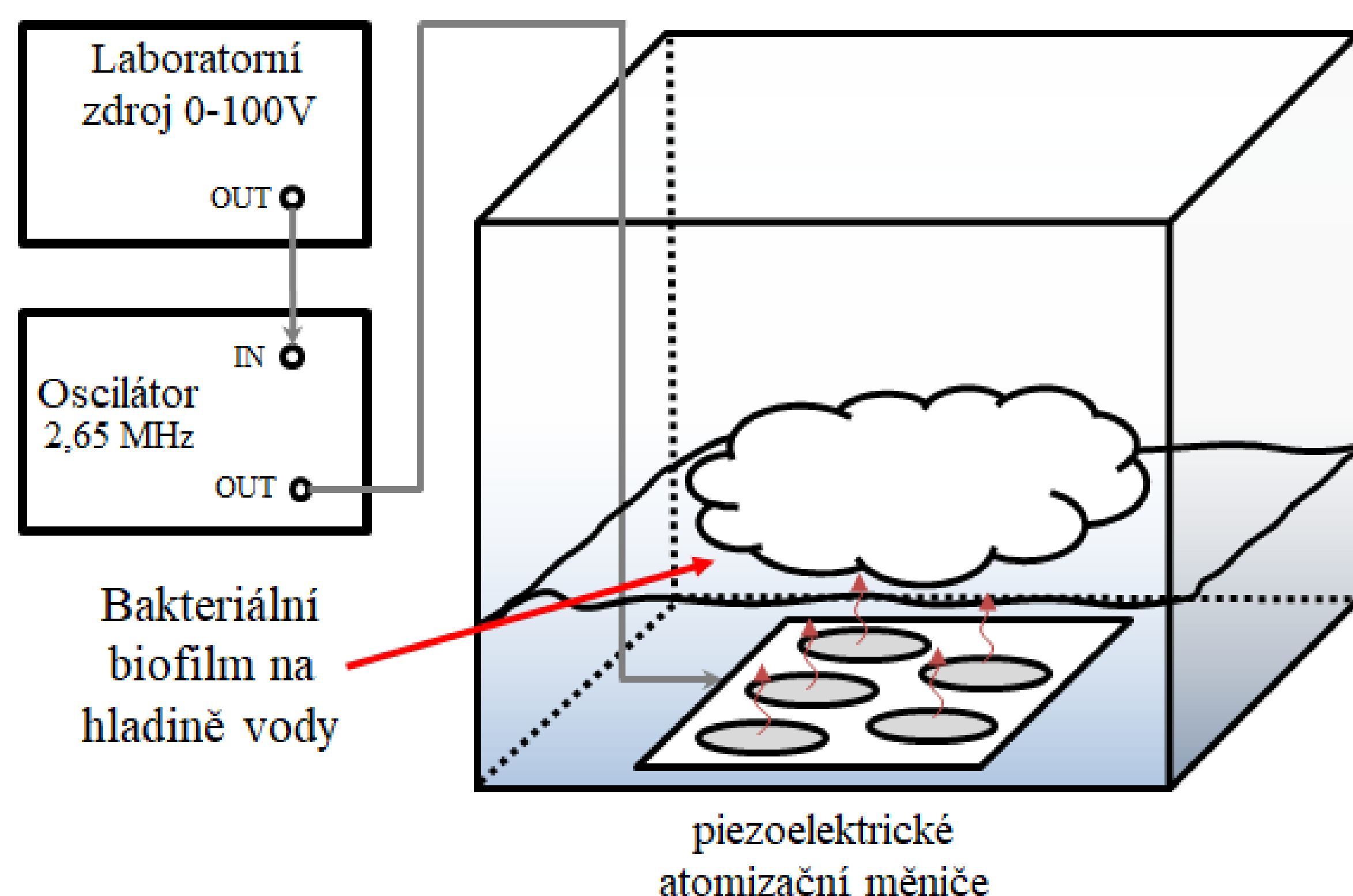
Bakterie v suspenzi jsou často formovány do vloček, zatímco bakterie na povrchu vytvářejí biofilm. V obou případech jsou buňky obklopeny tzv. extracelulárními polymerními látkami, které zajišťují vysokou míru ochrany před chemickými nebo termálními účinky sterilace.

Ultrazvuk je schopen dezintegrovat bakteriální vločky tj. biofilm a inaktivovat bakteriální buňky, a to prostřednictvím součinnosti řady fyzikálních, mechanických a chemických účinků vyplývajících z akustické kavitace, tj. (vysoký gradient tlaku v podobě rázové vlny a lokálního silového účinku).

METODIKA

Fyzikální podstatou jevu je vyvolání akustické vlny, která způsobí lokální nárůst rychlosti v kapalině tj. (gradient rychlosti), který je provázen lokální změnou tlaku, která se navenek projeví tvorbou kavitující bublinky. Bublinka velmi rychle imploduje a kolabuje směrem k blízkému povrchu, tento efekt je provázen rázovou vlnou. Takto vyvolaný mechanický účinek na povrch dosahuje až 18kPa [5].

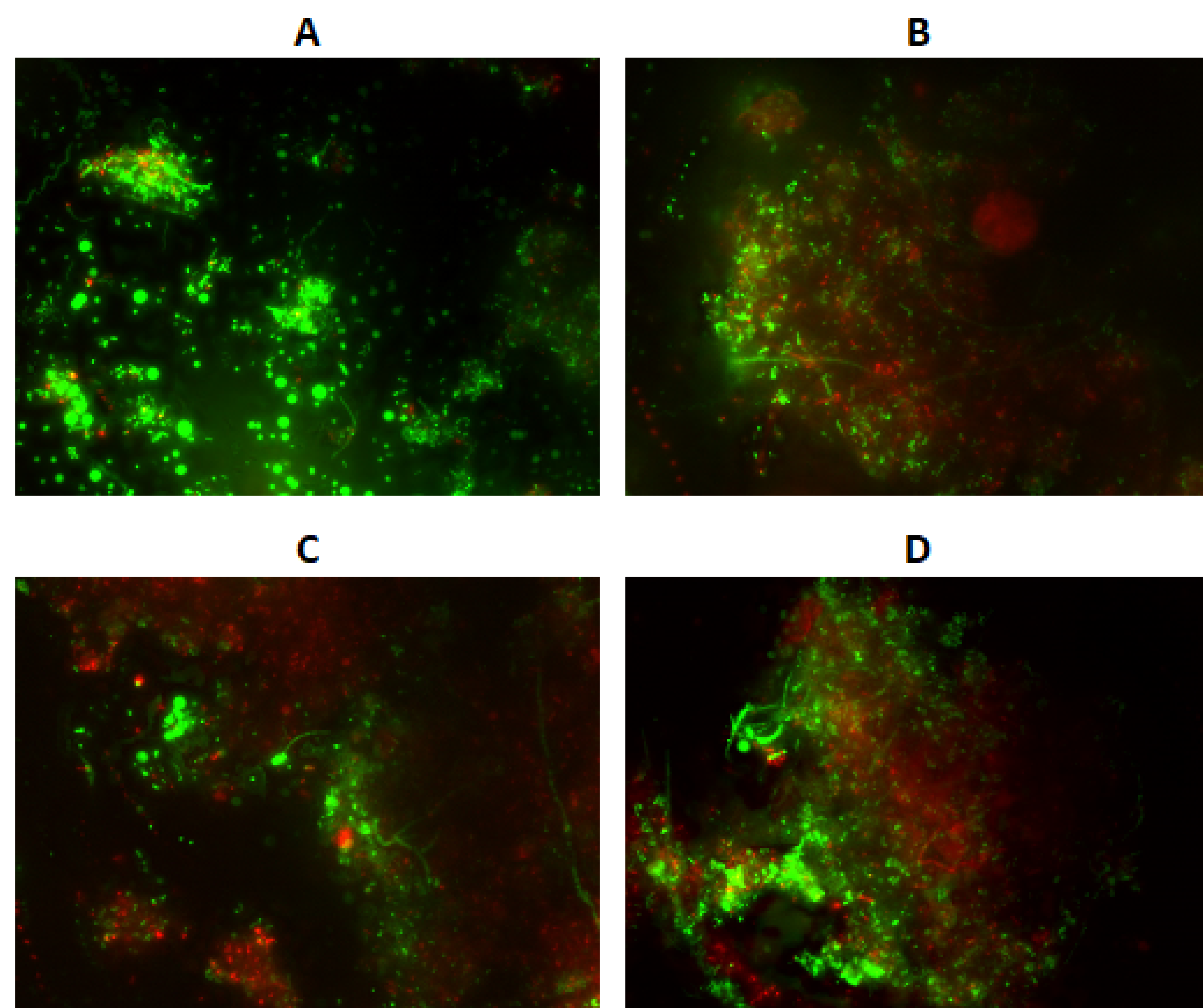
Jedná se o tlak dostatečně velký k rozrušení buněčných struktur. Ultrazvukové vlny pronikají do hlubších struktur, proto tento jev může probíhat uvnitř poréz-ních, vlákenných materiálů.



VÝSLEDKY A DISKUZE

Při působení signálu o frekvenci 1,65 MHz, tj. rezonanční frekvenci piezoelektrických měničů, byla zcela zásadní výška hladiny nad piezoelektrickými prvky.

Na obrázku jsou uvedeny snímky z mikroskopu pomocí metody Live/Dead, kde živé bakterie jsou zvýrazněny zeleně a mrtvé bakterie červeně. Na snímku A je vidět počáteční vzorek bez působení ultrazvuku. Na snímcích B až D jsou zachyceny vzorky bakterií, které byly odebrány vždy po 1 minutě působení ultrazvuku, ale při různých výškách hladiny nad piezoelektrickými měniči. Vzorek B byl odebrán z hladiny o výšce 2 cm nad měniči, vzorek C z hladiny 3 cm a poslední vzorek D byl odebrán z hladiny 2 cm, ale s upraveným výkonem oscilátoru, tak aby atomizace neboli kavitací efekt zasahovala co nejvíce v bakteriálním biofilmu.



REFERENCE

- [1] IZADIFAR, Z., et al. Mechanical and biological effects of ultrasound: A review of present knowledge. *Ultrasound in Med. & Biol.*, 43 (6), 1085-1104, 2017. ISSN 0301-5629.
- [2] ASHOKKUMAR, M. The characterization of acoustic cavitation bubbles – An overview. *Ultrasonics Sonochemistry*. 18, 864-872, 2011. ISSN 1350-4177.
- [3] KHMELEV, V.N., et al. Ultrasonic Device for Foam Destruction. In 2007 8th Siberian Russian Workshop and Tutorial on Electron Devices and Materials, pp. 252–254., 2007.
- [4] LEONELLI, C., MASON, T.J. Microwave and ultrasonic processing: Now a realistic option for industry. *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 49, 885–900., 2010.
- [5] HELLMAN, A.N., et al. Biophysical response to pulsed laser microbeam-induced cell lysis and molecular delivery. *J. Biophoton.* 1 (1), 24-35., 2008. ISSN 1864-0648.
- [6] PITT, W. G., & ROSS, S. A. (2003). Ultrasound increases the rate of bacterial cell growth. *Biotechnology progress*, 19(3), 1038–1044. <https://doi.org/10.1021/bp0340685>
- [7] Joyce E, Al-Hashimi A, Mason TJ. Assessing the effect of different ultrasonic frequencies on bacterial viability using flow cytometry. *J Appl Microbiol.* 110(4): 862-870;2011.doi:10.1111/j.1365-2672.2011.04923.x

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2021.