

Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0134-12**Štúdium interakcie plazmy s bunkou pre bio-dekontamináciu a medicínske aplikácie**Zodpovedný riešiteľ **Doc. RNDr. Zdenko Machala, PhD.**

Príjemca

Univerzita Komenského v Bratislave

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Katedra astronómie, fyziky Zeme a meteorológie, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
2. Katedra experimentálnej fyziky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK
3. Katedra biochémie, Prírodovedecká fakulta UK
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. INP Greifswald, Nemecko
2. Technická Univerzita Lublin, Poľsko
3. Ústav fyziky plazmatu, AV ČR, Česko
4. Univerzita Padova, Taliansko
5. Ruhr Univerzita Bochum, Nemecko
6. University of California Berkeley, USA
7. VUT Brno, Česko
8. A. I. Cuza University Iasi, Rumunsko
9. AIST Tsukuba, Japonsko

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Hensel K., Kučerová K., Tarabová B., Janda M., Machala Z., Sano K., Mihai C. T., Gorgan L. D., Jijie R., Pohoata V., Topala I., Effects of air transient spark discharge and helium plasma jet on water, bacteria, cells and biomolecules, Biointerphases 10 (2), 029515 (2015), 19 SCI citácií

2. Z. Kovařová, M. Zahoran, A. Zahoranová and Z. Machala: Streptococci biofilm decontamination on teeth by low-temperature air plasma of dc corona discharges, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 47 (2014) 224014, 11 SCI citací
3. M. Janda, V. Martišoviř, K. Hensel and Z. Machala: Generation of antimicrobial NO_x by atmospheric air transient spark discharge, *Plasma Chem. Plasma Process.* 36, 767-781 (2016), 5 SCI citací
4. Z. Kovařová, M. Leroy, C. Jacobs, M.J. Kirkpatrick, Z. Machala, F. Lopes, C.O. Laux, M.S. DuBow and E. Odic: Atmospheric pressure argon surface discharges propagated in long tubes: physical characterization and application to bio-decontamination. *J. Phys. D: Appl. Phys.* 48 (2015) 464003, 4 SCI citací
5. B. Pongrác, H.H. Kim, M. Janda, V. Martišoviř, Z. Machala, Fast imaging of intermittent electro-spraying of water with positive corona discharge, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 47, 315202 (2014), 3 SCI citací
6. Janda M., Martišoviř V., Dvonč L., Hensel K., Machala Z., Measurement of the electron density in transient spark discharge, *Plasma Sources Sci. Technol.* 23, 065016 (2014), 3 SCI citací
7. Pongrác B., Kim H.H., Negishi N., Machala Z., Influence of water conductivity on particular electro-spray modes with dc corona discharge — optical visualization approach, *Eur. Phys. J. D* 68, 224 (2014), 2 SCI citací
8. M. Janda, Z. Machala, L. Dvonč, D. Lacoste, and C.O. Laux, Self-pulsing discharges in pre-heated air at atmospheric pressure, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 48 (2015) 035021, 2 SCI citací
9. D. Martinický, M. Zvarík, L. Šikurová, I. Lajdová, L. Hunáková: Fluorescence analysis of urine and its potential for ovarian cancer screening, *Neoplasma* 62, 3, (2015) 500-506, 2 SCI citácie
10. M. Zvarík, D. Martinický, L. Hunáková, L. Šikurová: Differences in pteridine urinary levels in patients with malignant and benign ovarian tumors in comparison with healthy individuals, *J. Photochemistry & Photobiology, B: Biology* 153 (2015) 191–197, 2 SCI citácie
11. Z. Kovařová, M. Leroy, M.J. Kirkpatrick, E. Odic, Z. Machala: Corona discharges with water electro-spray for *Escherichia coli* biofilm eradication on a surface, *Bioelectrochem.* 112, 91–99 (2016), 1 SCI citácia
12. M. Janda, V. Martišoviř, K. Hensel and Z. Machala: Study of transient spark discharge focused at NO_x generation for biomedical applications, *J. Phys.: Conf. Series* 768, 012009 (2016), 1 SCI citácia
13. M. Morvová Jr., I. Lajdová, V. Spustová, M. Zvarik, and L. Šikurová: The effect of vitamin D3 supplementation on intracellular calcium and plasma membrane calcium ATPase activity in early stages of chronic kidney disease, *Physiological Research.* 63, Supl. 4, S593-S599 (2014), 1 SCI citácia
14. I. Lajdová, V. Spustová, A. Oksa, Z. Kaderjaková, D. Chorvát Jr., M. Morvová Jr., L. Šikurová, and A. Marcek Chorvátová: The Impact of Vitamin D3 Supplementation on Mechanisms of Cell Calcium Signaling in Chronic Kidney Disease, *BioMed Research International*, Article ID 807673 (2015), 1 SCI citácia
15. Z. Machala, D.B. Graves: Frugal Biotech Applications of Low-Temperature Plasma, *Trends Biotechnol.* 1542 (2017) 1-3, doi: 10.1016/j.tibtech.2017.07.013
16. M. Janda, V. Martišoviř, A. Buček, K. Hensel, M. Molnár, and Z. Machala: Influence of repetition frequency on streamer-to-spark breakdown mechanism in transient spark discharge, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 50 (2017) 425207
17. M. Janda, T. Hoder, A. Sarani, R. Brandenburg, Z. Machala: Cross-correlation spectroscopy study of the Transient Spark discharge in atmospheric pressure air, *Plasma Sources Sci. Technol.* 26 (5), 055010 (2017)
18. B. Pongrác, F. Krčma, L. Dostál, H.H. Kim, T. Homola, and Z. Machala: Effects of corona space charge polarity and liquid phase ion mobility on the shape and velocities of water jets in the spindle jet and precession modes of water electro-spray, *J. Aerosol. Sci.* 101, (2016) 196-206

19. Z. Tučeková, Z. Kovaľová, A. Zahoranová, Z. Machala, M. Černák: Inactivation of *Escherichia coli* on PTFE surfaces by Diffuse Coplanar Surface Barrier Discharge, *Eur. Phys. J.: Appl. Phys.* 75, 24711 (2016)
20. Dvonč L., Janda M.: Study of transient spark discharge properties using kinetic modeling, *IEEE Trans. Plasma Phys.* 43 (8), 2562-2570 (2015)
21. N. Toth Hervay, E. Goffa, A. Svrbicka, Z. Simova, P. Griac, I. Jancikova, D. Gaskova, M. Morvova, L. Sikurova, and Y. Gbelska: Deletion of the PDR16 gene influences the plasma membrane properties of the yeast *Kluyveromyces lactis*, *Can. J. Microbiol.* 61: 273–279 (2015)
22. P. Krupski, M. Kwiatkowski, P. Terebun, J. Diatczyk, H.D. Stryczewska, J. Pawlat, Z. Machala, K. Hensel: Application of miniature glidarc to rejection of bacterial contamination from the teflon surface [Zastosowanie reaktora plazmowego „Miniaturized GlidArc” w usuwaniu kontaminatu bakteryjnego z powierzchni teflonu], *Przeglad Elektrotechniczny* 92 (6), 127-130 (2016)

Uplatnenie výsledkov projektu

medicína, hygiena, diagnostika rýchlych dejov, analytika vody, environment, poľnohospodárstvo, spracovanie potravín

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Základným cieľom projektu bola aplikácia studenej plazmy generovanej elektrickými výbojmi vo vzduchu pri atmosférickom tlaku na rôzne mikroorganizmy a ich spoločenstvá (biofilmy) vo vode a na povrchoch, skúmanie plazmou indukovaných procesov v bunkách mikroorganizmov, vyšších organizmov a v tkanivách a optimalizácia procesov plazmovej bio-dekontaminácie. Porovnaním rôznych druhov plazmových výbojov a priameho a nepriameho pôsobenia plazmy na bunky sme sčasti rozlíšili úlohy jednotlivých agentov (faktorov) plazmy a odhalili význam vody interagujúcej s plazmou pri týchto procesoch, najmä elektrostatickým rozprašovaním. Komplexná elektrická a optická diagnostika časového vývoja fyzikálnych procesov vo výbojoch v/bez prítomnosti vody v nanosekundovom časovom rozlíšení bola prepojená s analýzou plazmochemických procesov vo vzduchu i vode a vyvolanými biologickými procesmi v bunkách baktérií, kvasiniek i cicavcov, a niektorých tkanivách. Toto prepojenie nám umožnilo hlbšie pochopenie mechanizmov interakcie plazmy a bunky pre bio-dekontamináciu a rôzne medicínske aplikácie. Jedným z najdôležitejších výsledkov je popísanie procesov interakcie plazmy s vodou, ktoré vedú k vzniku tzv. plazmou aktivovanej vody s antibakteriálnymi účinkami pôsobiacimi aj niekoľko hodín po plazmovom opracovaní. Výsledky tohto multidisciplinárneho projektu sú využiteľné v medicíne pri dezinfekcii, sterilizácii, v zubnom lekárstve i liečbe rakoviny, ako aj v poľnohospodárstve a spracovaní potravín.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The fundamental objective of the project was the application of cold plasma generated by DC, pulsed, and surface discharges in air at atmospheric pressure to various microorganisms and their communities (biofilms) in water and surfaces and subsequent investigations of plasma induced responses in the cells of microorganisms, higher organisms and tissues. We optimized the processes of plasma bio-decontamination of microbes in water and on surfaces, including resistant forms of bacterial biofilms. By comparing several types of plasma discharges and directs with indirect application of plasmas to cells we were able to partly elucidate the roles of separate plasma agents (components) and understand the importance of water interacting with plasmas in these processes, especially electrostatic spraying. Complex electrical and optical diagnostics of the time evolution of physical processes in the discharges with and without water presence in nanosecond time resolution was synthesized

with investigations of plasma chemical processes in air and water and induced biological processes in the cells of bacteria, yeast and mammals, and some tissues. This synthesis enables us to deeper understand mechanisms of interaction of plasma and cells for bio-decontamination and multiple medical applications. One of the most important results of the project is the description of processes of the interaction of plasma with water that leas to the formation of “plasma activated water“ with antibacterial effects even after several hours post plasma treatment. The results of this multidisciplinary project can be used in medicine for disinfection, sterilization, in dentistry and cancer therapies, as well as agriculture and food processing, e.g. fruit juices.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Doc. RNDr. Zdenko Machala, PhD.

V Bratislave 27. 10. 2017

Štatutárny zástupca príjemcu

prof. RNDr. Karol Mičieta, CSc.

V Bratislave 27. 10. 2017

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu