

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023

Cooperativitate cuantică între emițători (nuclee, atomi, puncte cuantice, molecule, biomolecule, meta materiale) și aplicarea acestora în informatică, bio-fotonică avansată optogenetică

Cifra proiectului 20.80009.5007.01 P1P2 0487

Limba română 1 pagină:

Este propus un model semiclasic (clasic a fost considerat câmpul electromagnetic ce descrie radiația ultravioletă de tip C (UVC) și câmpul cuantic al moleculelor) care descrie dependența ratei de dimerizare ADN/ARN în funcție de intensitatea radiației UVC. În special, un model neliniar este dezvoltat pe baza proceselor asemănătoare Raman din optica cuantică. Principalul rezultat al teoriei arată că procesul de dimerizare în ADN/ARN depinde puternic de intensitatea luminii UVC, dovedind astfel un posibil mecanism microscopic cuantic al interacțiunii luminii UVC cu ADN-ul. Pentru a conclud constatările teoretice am realizat câteva experimente, prin care am dorit să investigăm modul în care rata de inactivare a coloniilor de drojdie depinde de intensitatea iradierii UVC. Rezultatele experimentale evidențiază o scădere neliniară a coloniilor de drojdie reziduale în funcție de intensitatea procesului de iradiere. Totodată s-au studiat posibilitățile de optimizare a intensității radiațiilor UVC în echipamentul de decontaminare considerat prin utilizarea metamaterialelor. S-au dus discuții despre aplicarea unor astfel de echipamente în dezinfectia fluidelor (aer, apă, picături etc.), precum și pentru aerosolii infectați cu SARS-CoV-2.

În special acum când este totul poluat în jur, aplicarea metamaterialelor se bucură de popularitate în decontaminarea fluidelor și anihilarea agenților patogeni, care sunt prezente frecvent în fluidele poluate (de exemplu, apă, sânge, plasmă sanguină, aer sau alte gaze). Efectul de depoluare este în mare măsură sporit de iradierea UVC. Noutatea acestei contribuții vine din creșterea semnificativă prin ambalarea suprafeței totale a metamaterialelor în contact cu fluidele contaminate. Probele de metamaterial ambalate sunt supuse iradierii UVC, cu avantaje așteptate pentru sterilizarea implantului și prevenirea pe termen lung a infecțiilor nosocomiale (sau infecție intraspitalicească) pe zone clinice mari. Aspectul nou al investigației constă într-o combinație de elemente mari și mici ale metamaterialului pentru a optimiza efectele de mai sus legate de fluide și iradiere. Elementele mari permit radiației să pătrundă adânc în fluid, iar elementele mici dispersează în mod optim această radiație către regiunile mai adânci ale metamaterialului. Este propusă o schemă de împachetare a sferelor metamateriale mari, între sfere și fibre mai mici, pentru a promova o depoluare sporită împotriva agenților patogeni. S-a demonstrat că suprafața totală a metamaterialelor în contact cu fluidele/suprafețele contaminate este semnificativ crescută ca urmare a ambalării. Acest aspect important deschide, în opinia noastră, noi perspective de bun augur în construcția de noi echipamente cu sensibilitate ridicată în detectarea și decontaminarea microorganismelor.

5. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba engleză

Quantum cooperativity between emitters (nuclei, atoms, quantum dots, molecules, biomolecules, metamaterials) and its application in informatics, optogenetic advanced bio-photonics

Project number 20.80009.5007.01

English language 1 page:

A semiclassical (light classical and molecule quantum) model describing the dependence of DNA/RNA dimerization rate as function of the ultraviolet C (UVC) radiation's intensity was proposed. Particularly, a nonlinear model is developed based on the Raman-like processes in quantum optics. The main result of the theory shows that the process of dimerization in the DNA/RNA depends strongly on the UVC light's intensity, thus proving a possible quantum microscopical mechanism of the interaction of UV light with the DNA. In order to conclude the theoretical findings, we carried out some experiments, through which we wanted to investigate how the rate of inactivation of yeast colonies depends on the intensity of UVC irradiation. The experimental results evidence a nonlinear decreasing of the residual yeast colonies as a function of the intensity in the irradiation process. At the same time, the possibilities of optimizing the intensity of UVC radiation in the decontamination equipment considered by using metamaterials were studied. The application of such equipment in disinfection of fluids (air, water, droplets, etc.), as well for the SARS-CoV-2-infected aerosols, was discussed.

Especially now that everything around is polluted, the application of metamaterials enjoys popularity in the decontamination of fluids and the annihilation of pathogens, which are frequently present in polluted fluids (for example, water, blood, blood plasma, air or other gases). The depollution effect is largely enhanced by UVC irradiation. The novelty of this contribution comes from the significant increase by packing of the total surface of metamaterials in contact with contaminated fluids. Packed metamaterial samples are subjected to UVC irradiation, with expected advantages for implant sterilization and long-term prevention of nosocomial infections over large clinical areas. The novel aspect of the investigation consists of a combination of big and small elements of the metamaterial to optimize the above effects connected with fluids and irradiation. The big elements allow the radiation to penetrate deep inside the fluid, and the small elements optimally disperse this radiation toward deeper regions of the metamaterial. A packing scheme of smaller, in-between large metamaterial spheres and fibers is proposed for promoting enhanced depollution against pathogen agents. Was demonstrated that the total surface of metamaterials in contact with contaminated fluids/surface is significantly increased as a result of packing. This important aspect opens, in our opinion, new auspicious perspectives in the construction of new equipment with high sensitivity in the detection and decontamination of microorganisms.