

# Pr<sup>3+</sup>-допирани флуорапатитни нанокристали као мултифункционални наноматеријал: од структуре и луминесценције до потенцијалних биомедицинских примена

Др Душан В. Милојков

Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд, Србија

Флуорапатитни нанокристали допирани јонима ретких земаља представљају перспективну класу мултифункционалних наноматеријала за биомедицинске примене захваљујући комбинацији високе биокompatибилности, хемијске стабилности и подесивих луминесцентних својстава. Посебну пажњу привлаче системи допирани јонима празеодимијума (Pr<sup>3+</sup>), чија сложена електронска структура омогућава емисију у широком спектралном опсегу, од ултраљубичасте до инфрацрвене области, укључујући интензивне прелазе у видљивом делу спектра погодне за флуоресцентно биоснимање.

У овом предавању биће представљени резултати истраживања синтезе, структурне карактеризације и оптичких својстава Pr<sup>3+</sup>-допираних флуорапатитних нанокристала добијених методом ко-преципитације. Посебан фокус биће стављен на утицај концентрације допанта и термичког третмана на кристалну структуру, стабилност фазе и луминесцентни одговор материјала. Комбинација експерименталних метода омогућила је разумевање механизма уградње Pr<sup>3+</sup> јона у флуорапатитну решетку и њихове улоге у формирању емисионих центара одговорних за карактеристичне зелене и наранџасте емисије. Биће дискутовани и резултати *in vitro* испитивања биокompatибилности и хемокомпатибилности, као и интеракције нанокристала са ћелијама канцера коже и плућа. Добијени резултати показују да Pr<sup>3+</sup>-допирани флуорапатитни нанокристали поседују ниску цитотоксичност, способност интрацелуларне локализације и стабилан луминесцентни сигнал који омогућава њихову примену као контрастних агенаса за флуоресцентно биоснимање. Посебно су се издвојили узорци са 0,5 ат.% Pr<sup>3+</sup>, који остварују оптималан однос између структурних и оптичких карактеристика и омогућавају биоснимање коришћењем ексцитације и емисије у видљивом делу спектра. Предавање ће дати преглед савремених приступа развоју апатитних нанофосфора и указати на потенцијал Pr<sup>3+</sup>-допираних флуорапатитних нанокристала као платформе за будуће дијагностичке, терапијске и тераностичке примене у биомедицини у видљивој области спектра.



Pr<sup>3+</sup>-допирани флуорапатитни нанокристали – платформа за будуће дијагностичке, терапијске и тераностичке примене у биомедицини коришћењем ексцитације и емисије у видљивом спектралном опсегу.

# Pr<sup>3+</sup>-Doped Fluorapatite Nanocrystals as a Multifunctional Nanomaterial: From Structure and Luminescence to Potential Biomedical Applications

Dr. Dušan V. Milojkov

*Institute for Technology of Nuclear and Other Mineral Raw Materials, Belgrade, Serbia*

Rare-earth-ion-doped fluorapatite nanocrystals represent a promising class of multifunctional nanomaterials for biomedical applications due to their combination of high biocompatibility, chemical stability, and tunable luminescent properties. Particular attention has been devoted to systems doped with praseodymium ions (Pr<sup>3+</sup>), whose complex electronic structure enables emission across a broad spectral range, from the ultraviolet to the infrared region, including intense transitions in the visible spectral range suitable for fluorescent bioimaging.

This lecture will present the results of research on the synthesis, structural characterization, and optical properties of Pr<sup>3+</sup>-doped fluorapatite nanocrystals obtained by the co-precipitation method. Special emphasis will be placed on the influence of dopant concentration and thermal treatment on the crystal structure, phase stability, and luminescent response of the material. The combination of experimental techniques enabled a detailed understanding of the incorporation mechanism of Pr<sup>3+</sup> ions into the fluorapatite lattice and their role in the formation of emission centers responsible for the characteristic green and orange luminescence. The results of *in vitro* biocompatibility and hemocompatibility studies, as well as investigations of nanocrystal interactions with skin and lung cancer cells, will also be discussed. The obtained results demonstrate that Pr<sup>3+</sup>-doped fluorapatite nanocrystals exhibit low cytotoxicity, the ability for intracellular localization, and a stable luminescent signal, making them suitable as contrast agents for fluorescent bioimaging. Samples containing 0.5 at.% Pr<sup>3+</sup> were found to be particularly promising, providing an optimal balance between structural and optical properties and enabling bioimaging using excitation and emission within the visible spectral region. The lecture will provide an overview of contemporary approaches to the development of apatite-based nanophosphors and highlight the potential of Pr<sup>3+</sup>-doped fluorapatite nanocrystals as a platform for future diagnostic, therapeutic, and theranostic applications in biomedicine operating within the visible spectral range.

