

MŰEGYETEM 1782

„A jövő Te vagy!”

ÚNKP-s kutatások és kiválóságok a Műegyetemen

2022. május 25.

INNOVÁCIÓS ÉS TECHNIKAI KUTATÁSOK
NEMZETI KUTATÁSI FELADATAK ÉS INNOVÁCIÓS FELMÉRÉSEK
A Nemzeti Kiválóság Program

MŰEGYETEM 1782

Infravörös tartományban gerjeszthető fotoaktív bevonatok fejlesztése

Kémia tudomány szekció

- Borbás Balázs
- Másodéves BSc hallgató
- Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
- ÚNKP-21-1-I-BME-170
- Témavezető: Hörvölgyi Zoltán, konzulens: Tegze Borbála

NIR → Látható UV

UCNP-kitózán kompozit
pórusos titán-dioxid
kompakt szilika
üveghordozó

INNOVÁCIÓS ÉS TECHNIKAI KUTATÁSOK
NEMZETI KUTATÁSI FELADATAK ÉS INNOVÁCIÓS FELMÉRÉSEK
A Nemzeti Kiválóság Program

MŰEGYETEM 1782

Kutatási terv – Célkitűzéseim

Felkonvertáló nanorészecskék előállítása

Szuszpenziók jellemzése

Kompozit bevonatok előállítása

Sugárzási kölcsönhatások vizsgálata szuszpenzióban és bevonatokban

INNOVÁCIÓS ÉS TECHNIKAI KUTATÁSOK
NEMZETI KUTATÁSI FELADATAK ÉS INNOVÁCIÓS FELMÉRÉSEK
A Nemzeti Kiválóság Program

MŰEGYETEM 1782

Elméleti bevezetés I. – A felkonvertálás jelensége

- Anti-Stokes hatás
- Két vagy több foton egymást követő elnyelése után egy, nagyobb energiájú foton emittálása
- Hosszú élettartamú gerjesztett energiaszintek

NIR → NaYF₄ Yb, Tm → UV → kék → vörös

INNOVÁCIÓS ÉS TECHNIKAI KUTATÁSOK
NEMZETI KUTATÁSI FELADATAK ÉS INNOVÁCIÓS FELMÉRÉSEK
A Nemzeti Kiválóság Program

MŰEGYETEM 1782

Elméleti bevezetés II. – A felkonvertáló nanorészecskék (UCNP)

UCNP

Alapváz

Nehezen gerjeszthető

NaYF₄, LaF₃

Érzékenyítő ion

Gerjeszthető, energiaátadásra képes

Yb³⁺, Nd³⁺

Aktiváló ion

Felkonvertáló emisszióra képes

Tm³⁺, Er³⁺, Ho³⁺

Energiaátadás

GSA: alapállapotú elnyelés
G: alapállapothoz tartozó energiaszint
E₁, E₂: gerjesztett energiaszintek

INNOVÁCIÓS ÉS TECHNIKAI KUTATÁSOK
NEMZETI KUTATÁSI FELADATAK ÉS INNOVÁCIÓS FELMÉRÉSEK
A Nemzeti Kiválóság Program

MŰEGYETEM 1782

Elméleti bevezetés III. – A felkonvertálás potenciális hasznosításai

NIR-gerjesztés → Anti-Stokes hatás → Energiaátadás

- Bioanalitika
- Napelemcella^[1]
- Fotodinamikus rákterápia^[2]
- Öntisztító felületek
- Fotokatalitikus folyamatok

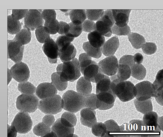
[1] Qiu, J., Jia, Q., Zhou, D. & Yang, Z. Recent progress in upconversion luminescence enhancement in rare-earth-doped inorganic glass-ceramics. *J. Rare Earths* 34, 367 (2016).

[2] Bagheri, A., Arandyan, H., Boyer, C. & Lin, M. Luminescence-Doped Upconversion Nanoparticles: Emerging Intelligent Light-Activated Drug Delivery Systems. *Adv. Sci.* 3, 1500437 (2016).

INNOVÁCIÓS ÉS TECHNIKAI KUTATÁSOK
NEMZETI KUTATÁSI FELADATAK ÉS INNOVÁCIÓS FELMÉRÉSEK
A Nemzeti Kiválóság Program

α - NaYF₄ : 20% Yb³⁺, 0,5 % Tm³⁺ mikrofázisok előállítása

Szolvotermális eljárás



TEM-felvétel^[1]

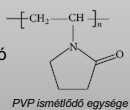
Átlagos átmérő: 34 ± 7 nm

Prekursorok

Szervetlen nátrium- és lantanidasók

PVP, felületi stabilizáló anyag

Vízben, alkoholban diszpergálható mikrofázisok



PVP ismétlődő egysége

Etilén-glikol, oldószer

Kritikus pont feletti nyomás és hőmérséklet: megfelelő reakciósebesség

[1] Simon, D. Többszörös átváltás, és illatanyagok előállítását nátrium-áram-fluorid felületi reakciók részecskéi szintézise és vizsgálata – Önkéntes feladat, BME, Fizikai Kémia és Anyagudományi Tanszék, Kötőkönyv Csoporthoz (2019)



Kompozit bevonatok képzése

Üveghordozóra:

- szilika védőréteg
- mezopórusos titán-dioxid bevonat
- kitozán biopolimer mátrixban diszpergált UCNP

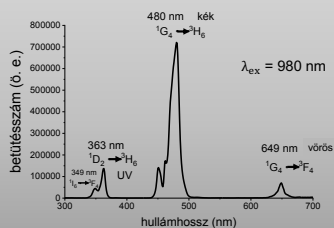
UCNP-kitozán kompozit
pórusos titán-dioxid
kompakt szilika
üveghordozó

Forgótárcsás („spin-coating”) módszer

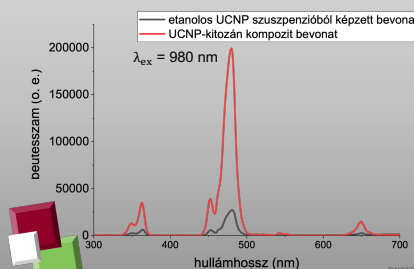


Etanolos UCNP-szuszpenzió emissziós spektruma

A mikrofázisok elnyelési maximuma: 975 nm hullámhossznál.



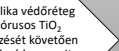
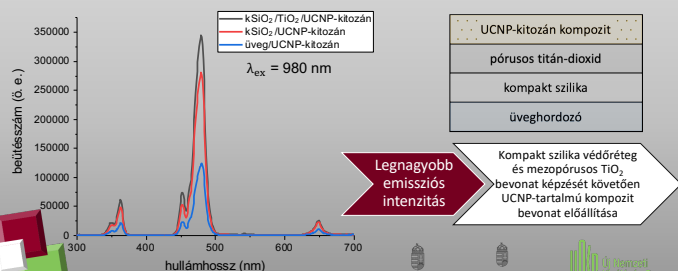
UCNP-tartalmú kompozit bevonatok emissziós spektruma



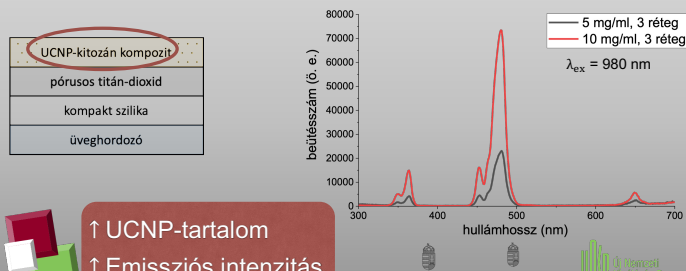
A kitozán biopolimer vizes oldata megfelelő mátrixanyagnak bizonyult.



Bevonatok emissziós intenzitásának befolyásolása I.

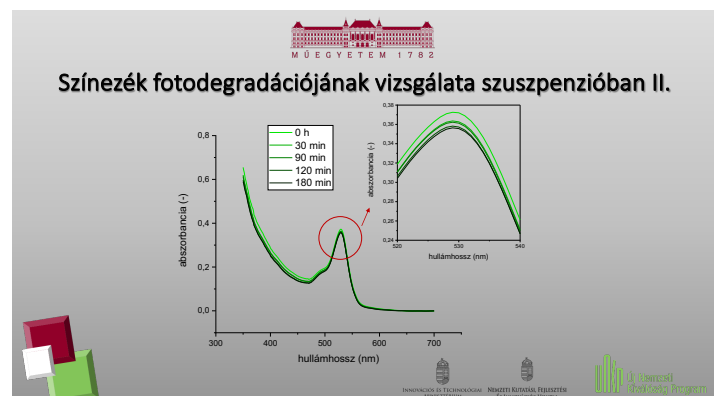
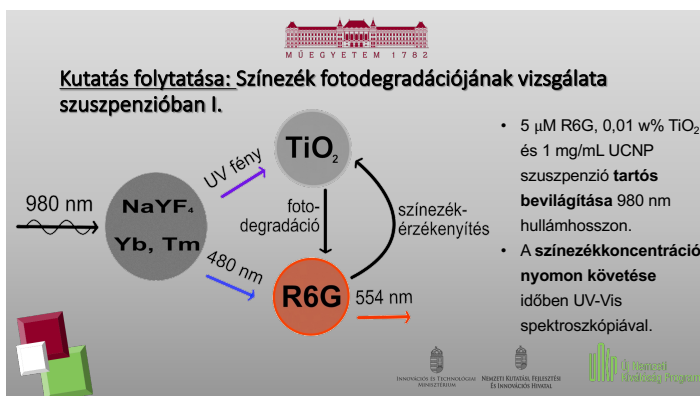
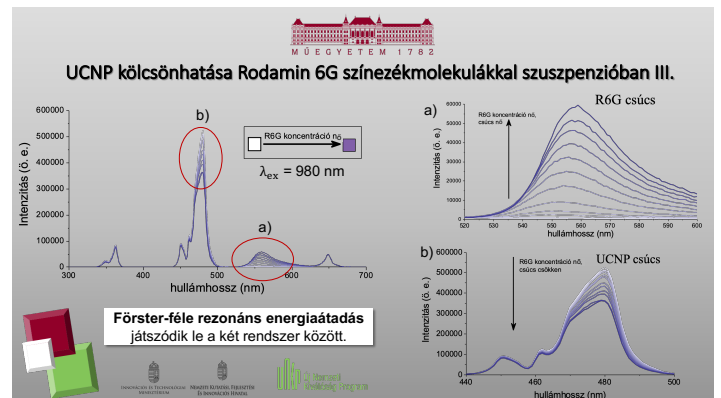
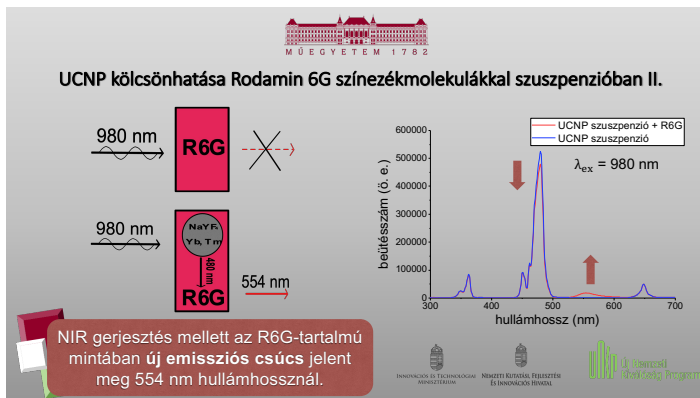
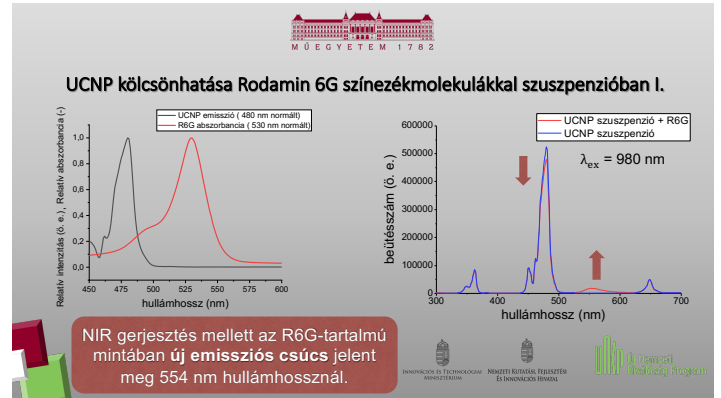
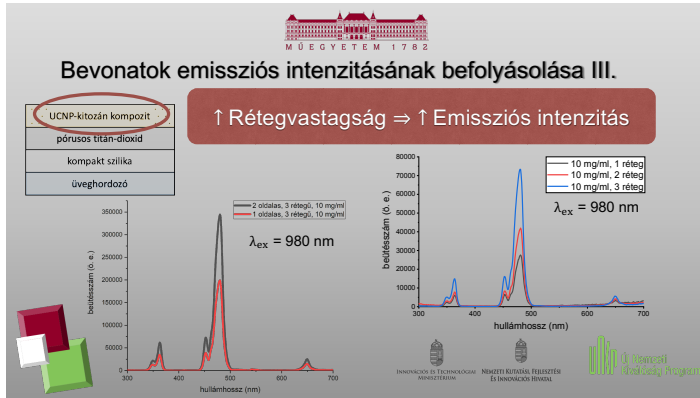


Bevonatok emissziós intenzitásának befolyásolása II.



↑ UCNP-tartalom
↑ Emissziós intenzitás





Fotodegradációs kísérlet fejlesztési ötletei

Er³⁺ aktiváló iont tartalmazó UCNP használata

Intenzívebb UV-emisszió

Más színezék modellanyag választása

Nagyobb fokú átfedés gerjesztő felkonvertáló emisszió és abszorpciós csúcs között

Színezék TiO₂ felületén való adszorpciója

Jelentősebb színezékérzékenyítő-hatás

Eltérő mátrixban való vizsgálat

Mikrofázisok fotokorróziójának csökkentése



Konklúzió – összevetés a vállalásokkal

- ✓ Kari TDK részvétel 2021-ben
- Kari TDK részvétel 2022-ben
- ✓ Szent-Györgyi Albert Konferencia részvétel
- ✓ Jelen konferencián való részvétel
- Záró beszámoló elkészítése

Előállítottam intenzív emissziót mutató **felkonvertáló részecskéket**.

Az előállított mikrofázisok **kitozán-alapú kompozit bevonatban** megőrizték intenzív anti-Stokes emisszióikat.

Sugárzási kölcsönhatást mutattam ki szuszpenzióban UCNP és Rodamin 6G színezékmolekulák között.

Távlati célom az energiaátadási folyamatok kiterjesztése TiO₂ fotokatalizátorral történő **fotodegradációs folyamatokra**



Köszönöm a figyelmet!

unkp.bme.hu

