

# Nikkel-, kobalt- és mangán-ferrit típusú mágneses nanorészecskék antibakteriális hatásának és adszorpció tulajdonságának vizsgálata

Alberti Orsolya, Dr. Vanyorek László, Dr. Szóri-Dorogházi Emma  
Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet

**Bevezetés:** A megfelelő minőségű ivóvíz biztosítása egyre nagyobb problémát jelent világszerte. Munkánk olyan lehetséges vízisztítási technológiát mutat be, melyben mágneses nanorészecskék segítségével történik a mikroorganizmusok megkötése, illetve kiter a részecskék antibakteriális hatásának vizsgálatára is.

## Az ivóvíz szennyezettségét okozhatják:

- Nehézfémek
- Kémiai szennyező anyagok
- Patogén mikroorganizmusok:

*Escherichia coli* (Gram -)

Emésztőrendszer  
K vitamin

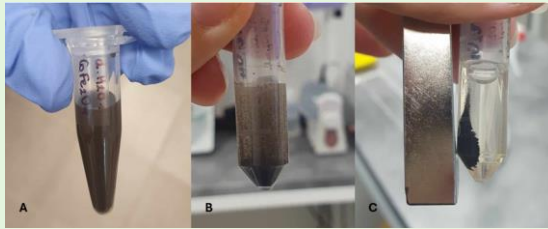


Bélrendszeri  
gyulladások



## Mágneses nanorészecskék (MNP-k)

- Méret: <100 nm
- Funkcionalizált felület
- Mágnesesség
- Tesztelt típusok:  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ ,  $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ ,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$



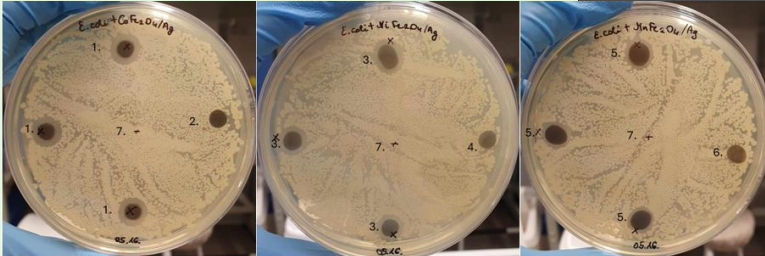
1. ábra  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  A) Diszperzió B) Ülepedés C) Mágneses fázisszéttválás

## Antibakteriális tesztek

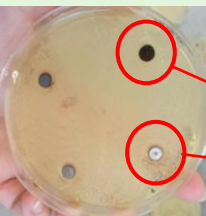
### Kivitelezés

- LB táptalajra *E. coli*  $10^{-2}$  hígítású baktérium szuszpenzió szélesztése (ez átlagosan  $3,2 \times 10^7$  cfu/ml)
- Adott koncentrációjú, 10  $\mu\text{l}$  mennyiségű MNP diszperzió cseppentése szélesztett lemezre
- Inkubálás
- Antibakteriális hatás esetén gátló zóna megjelenése a minta körül

Eredmények							
1. táblázat				2. táblázat			
Minta	Feltisztulási zóna átmérője [mm]	Minta	Feltisztulási zóna átmérője [mm]	Minta	Feltisztulási zóna átmérője [mm]	Minta	Feltisztulási zóna átmérője [mm]
$\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [30 mg/ml]	11,6	$\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [3 mg/ml]	8,9	$\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [1 mg/ml]	6,7	$\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [0,5 mg/ml]	6,9
$\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [30 mg/ml]	10,2	$\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [3 mg/ml]	8,6	$\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [1 mg/ml]	6,1	$\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [0,5 mg/ml]	7,2
$\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [30 mg/ml]	9,2	$\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [3 mg/ml]	8,2	$\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [1 mg/ml]	5,9	$\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ [0,5 mg/ml]	7,2



2. ábra: 1)  $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ , 2)  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ , 3)  $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ , 4)  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ , 5)  $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ , 6)  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ , 7) d.H2O



3. ábra:  $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ ,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$



$\text{CoFe}_2\text{O}_4$ : *E. coli* telepek ránóttek a mintára



$\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ : ezüst a felszínen, gátló hatás



4. ábra: 0,1 mg/ml-nél már nincs antimikrobiális hatás

## Adszorpció tesztek

### Kivitelezés

- LB táptalajra *E. coli*  $10^{-6}$  hígítású baktérium szuszpenzió szélesztése, ismert sejtkoncentráció
- 30 mg/ml koncentrációjú  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  MNP hozzáadása a baktérium szuszpenzióhoz
- Rotátor keverő 30 perc
- Mágneses tartó 30 perc  $\rightarrow$  fázisszéttválás
- Felülúszó kiszélesztése LB táptalajra
- Inkubálás

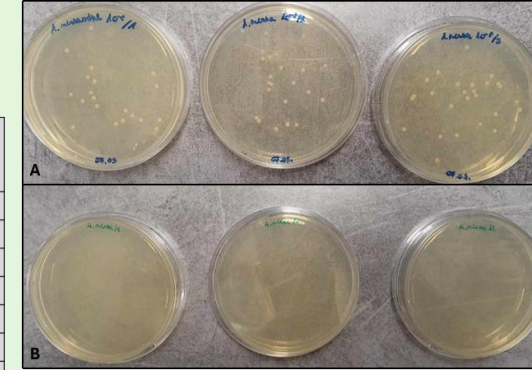
Eredmények		
$\text{CoFe}_2\text{O}_4$ koncentráció: 30 mg/ml	Kezdeti sejtkoncentráció [cfu/ml]	Felülúszóban lévő maradék sejtkoncentráció [cfu/ml]
	$2,8 \times 10^7$	0
	$1,8 \times 10^7$	0
	$1,2 \times 10^7$	0
	$1,7 \times 10^7$	0
	$1,9 \times 10^7$	0
	$2,7 \times 10^7$	0
	$1,0 \times 10^7$	0
	$2,9 \times 10^7$	0

### Eredmények

- A kiindulási sejtkoncentrációhoz képest az adszorpció utáni sejtkoncentráció 0 cfu/ml lett

### Következtetés

- $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  megkötötte a baktériumsejteket, ezáltal kitisztult a folyadék



5. ábra:

A)  $10^{-6}$  hígítású *E. coli* szuszpenzióból történt mintavétel (átlagos telepszám: ~30 cfu)

B) Mágneses tartóról felülúszóból történt mintavétel az adszorpciót követően (átlagos telepszám: 0)

## Összefoglalás

### Antibakteriális tesztek

Vizsgált MNP-k

- $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ,
- $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ,
- $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ,

- $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ ,
- $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ ,
- $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$

Testelt MNP-diszperziók koncentrációja

- 30 mg/ml,
- 3 mg/ml,
- 1 mg/ml,
- 0,5 mg/ml,
- 0,1 mg/ml

Antibakteriális hatás tesztelése

- $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ ,
- $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ ,
- $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-Ag}$

feltisztulási (baktériummentes) zóna a minta körül

Legkisebb gátló koncentráció

- 0,1-0,5 mg/ml között

### Adszorpció tesztek

Vizsgált MNP

- $\text{CoFe}_2\text{O}_4$

Testelt MNP-diszperzió koncentráció

- 30 mg/ml

Adszorpció hatékonyság

- 100 %

- A testelt nanorészecskék szerkezetüknek, funkcionizált felületüknek köszönhetően képesek (patogén) mikroorganizmusok reverzibilis megkötésére, elpusztítására.
- Mágneses tulajdonságuk megkönnyíti a részecskékhez kötött mikroorganizmusok elkülönítését a tisztított közegtől (pl. víztől).
- Az antibakteriális és adszorpció tulajdonságokkal rendelkező MNP-k ígéretes jelöltek lehetnek új típusú vízkezelési technológiák fejlesztéséhez.