

# 1:1 típusú agyagásványok adszorpciós tulajdonságainak és fotokatalitikus aktivitásának vizsgálata

## Investigation of the adsorption properties and photocatalytic activity of 1:1 type clay minerals

Fónagy Orsolya, Szabóné Bárdos Erzsébet, Horváth Ottó

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Természettudományi Központ  
Környezeti és Szervetlen Fotokémia Kutatócsoport  
fonagy.orsolya@mk.uni-pannon.hu

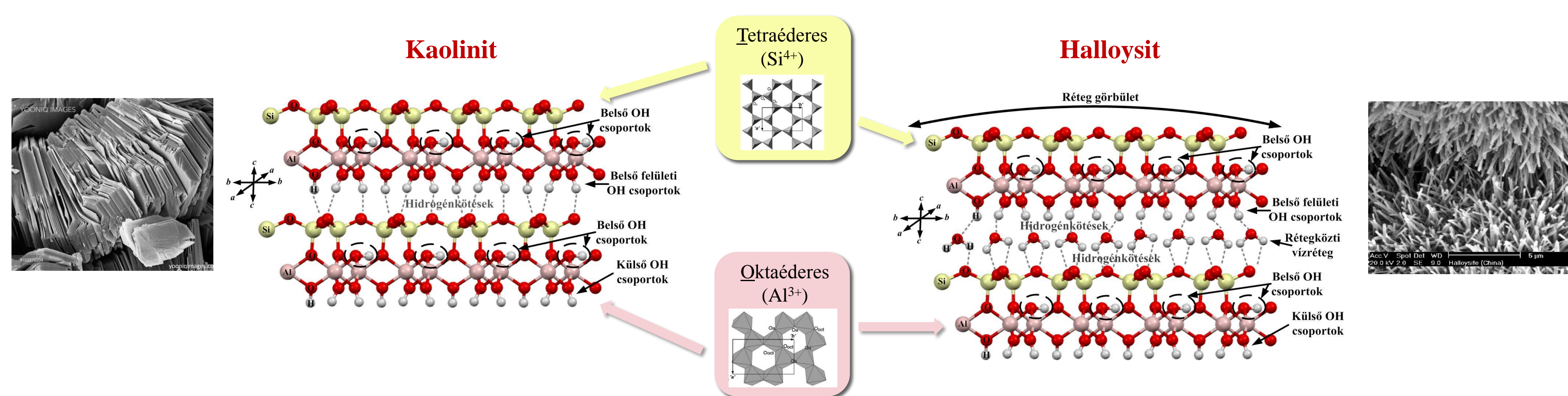
A különböző környezeti elemekben egyre több biológiailag nem, vagy csak részben lebomló vegyület halmozódik fel. Mindezek szükségessé teszik a szennyezések terjedését megakadályozó, új technológiák és anyagok fejlesztését. A természetes agyagásványokat főleg adalék- és töltőanyagként, valamint adszorbensként használják. Új innovatív területek számít heterogén fotokatalitikus alkalmazásuk, azonban hatásmechanizmusuk még nem tisztázott.

A heterogén fotokatalitikus szennyezőanyag eltávolításnak meghatározó lépése a vegyület adszorpciója a katalizátor felületén. Az 1:1 típusú agyagásványok fotokatalitikus aktivitásának vizsgálata szempontjából ezért kiemelten fontos az adszorpciós folyamat tanulmányozása. Munkánk során egy egyszerű modellvegyület, az oxálsav adszorpcióját vizsgáltuk meg különböző, 1:1 típusú agyagásványok (kaolinit, halloysit) felületén.

In the environmental elements more and more non-biodegradable or only partially degradable compounds accumulate. All of this necessitates the development of new technologies and materials that prevent the spread of these problematic pollutants. Natural clay minerals are mainly used as additives, polymer fillers and as adsorbents. Their heterogeneous photocatalytic application is considered a new innovative field, but their mechanism of action is not identified.

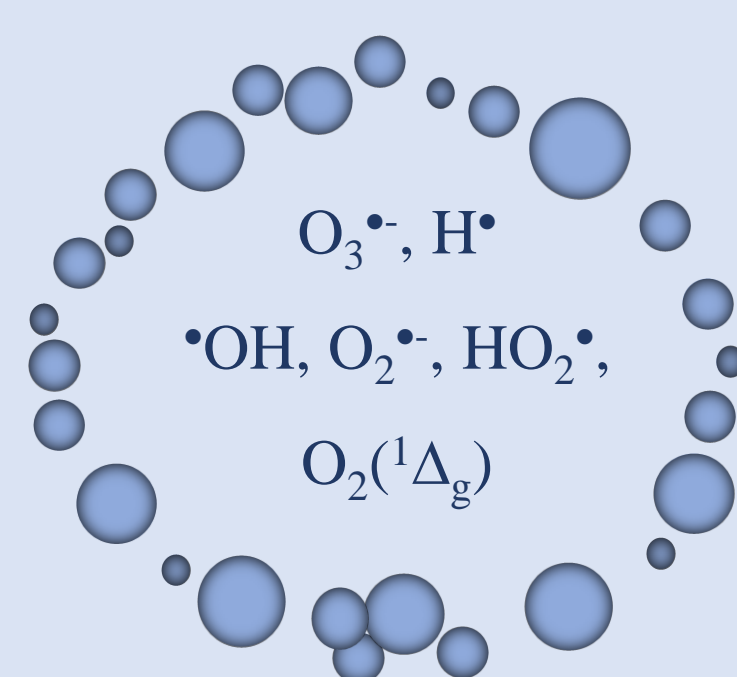
Adsorption of the organic compound on the surface of the photocatalyst is one of the decisive steps of the heterogeneous photocatalytic process. From the point of view of examining the photocatalytic activity of 1:1 type clay minerals, therefore, the study of the adsorption process is particularly important. The adsorption of a simple model compound, oxalic acid, was investigated on the surface of different 1:1 type clay minerals (kaolinite, halloysite).

### Természetes alapú katalizátorok - 1:1 típusú filloaluminoszilikátok



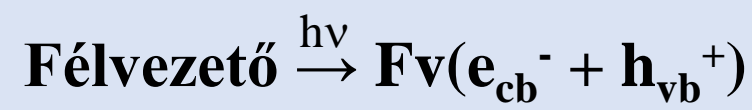
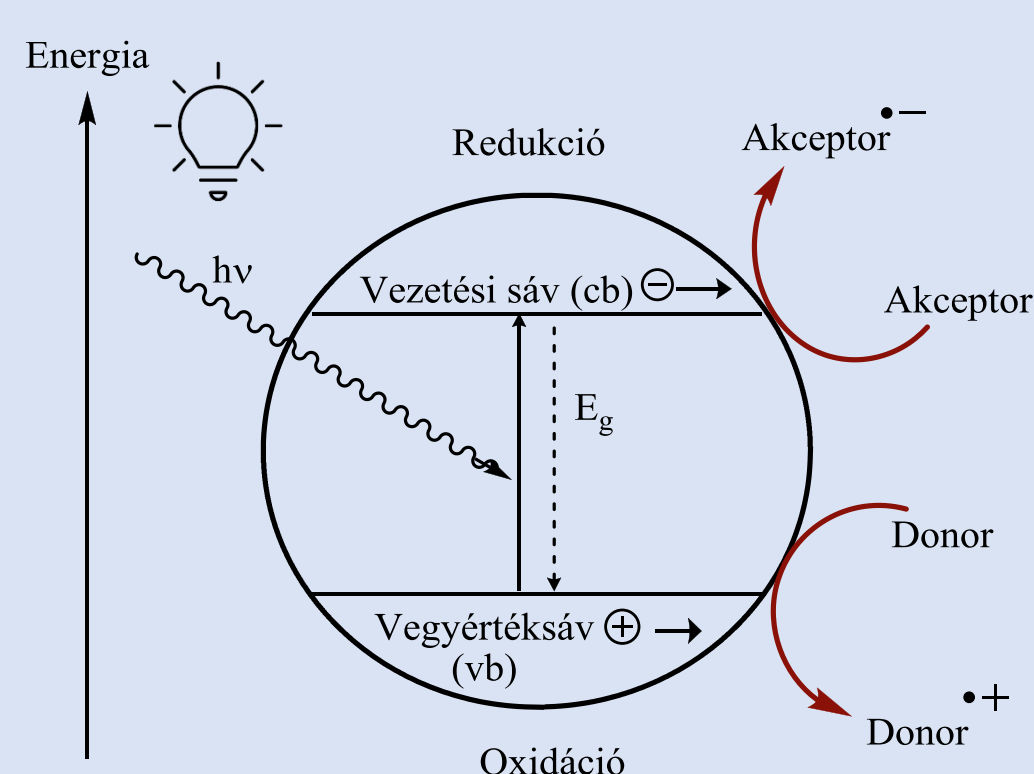
### Nagyhatékonyságú oxidációs eljárások

O<sub>3</sub>+UV  
VUV  
Foto-Fenton  
**Heterogén fotokatalízis**  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+UV  
Impulzus radiolízis



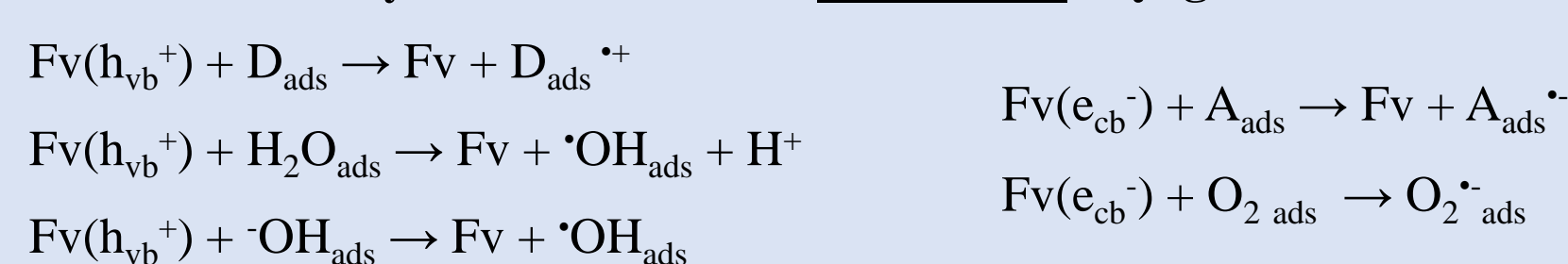
### Heterogén fotokatalízis

Egy félvezető részecskét a gerjesztési küszöbenergiájánál nagyobb energiájú fénnyel besugározva fotoindukált elektronok és lyukak keletkeznek, melyek gyorsan rekombinálódhatnak. A rekombinációval a katalizátor felületén töltésátviteli folyamatok versengenek, melyek során reaktív részecskék keletkeznek. A szerves szennyezők reagálhatnak ezen gyökökkel vagy közvetlenül a fotoindukált elektronokkal és lyukakkal is.



Rekombináció:  $Fv(e_{cb}^- + h_{vb}^+) \rightarrow Fv$

Töltés átviteli folyamatok a felületen **adszorbeált** anyagokkal:



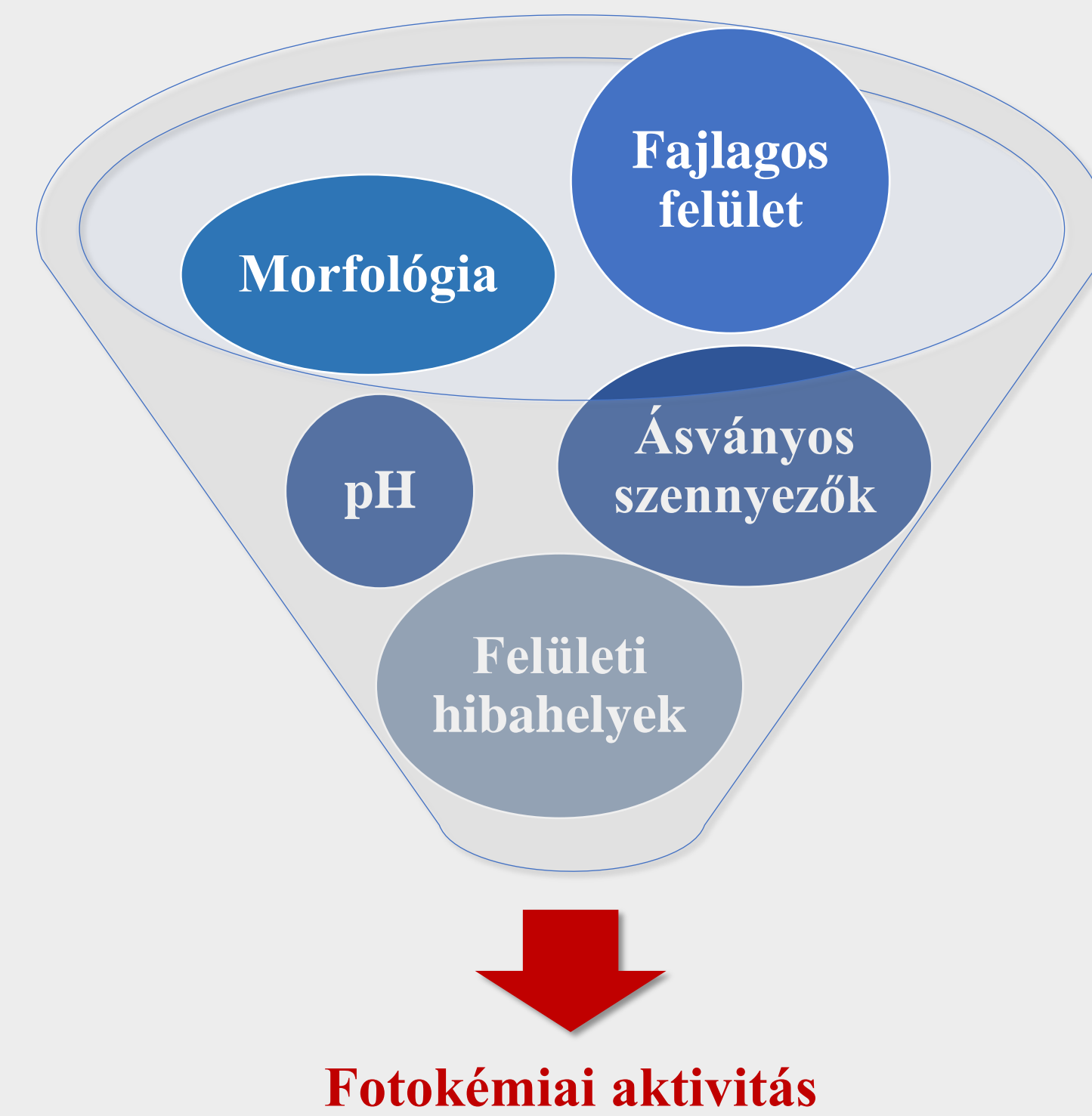
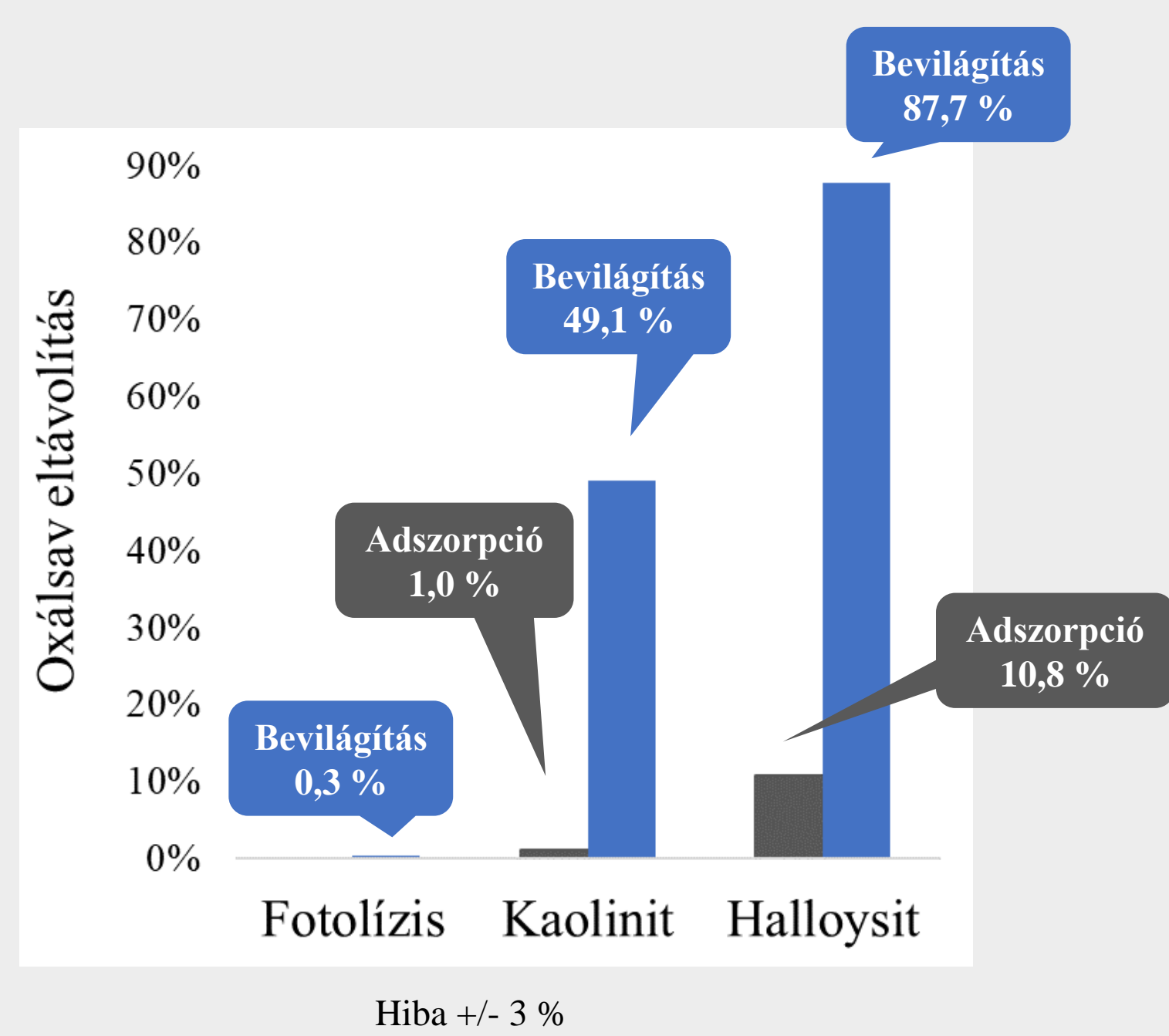
### Kísérleti körülmények

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Oxálsav koncentráció     | 10 <sup>-3</sup> mol/dm <sup>3</sup>             |
| Katalizátor koncentráció | 1 mg/cm <sup>3</sup>                             |
| Adszorpciós vizsgálatok  | Sötétben, folyamatos kevertetés mellett, 20 perc |
| Fotokémiai bevilágítás   | λ(max)= 365 nm                                   |

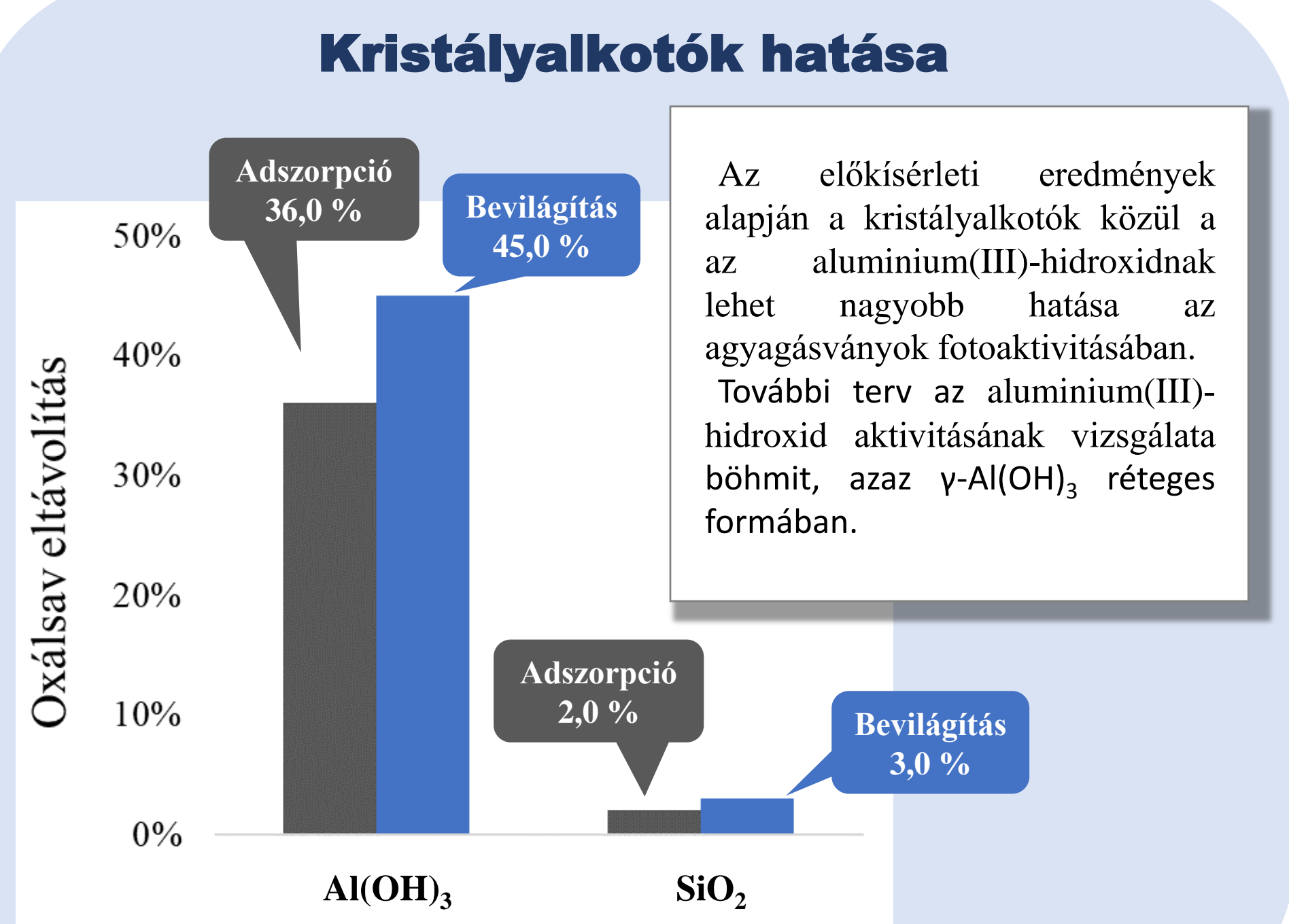
### Mi okozhatja a fotokatalitikus aktivitást?

Az agyagásványok fotoaktivitását önmagában eddig kevesen vizsgálták. Egyik elsőként *Kibanova és munkatársai* foglalkoztak a témával [1]. Metilénkék eltávolítását mérték egy kereskedelmi forgalomban kapható kaolinit esetében. A komponens eltávolításának határfoka a sötétben végzett vizsgálatokhoz képest bevilágítás esetén megnőtt, ami az agyagásvány fotoaktivitására enged következtetni. Az agyagásványok és a belőlük készített kompozit katalizátorok fotokatalitikus aktivitását általában különböző festékananyagok vagy más egyszerűbb, de aromás komponensek eltávolítási határfokával mérik [2–10]. A fotoaktivitást leggyakrabban az ásványos szennyezők hozzájárulásával magyarázzák.

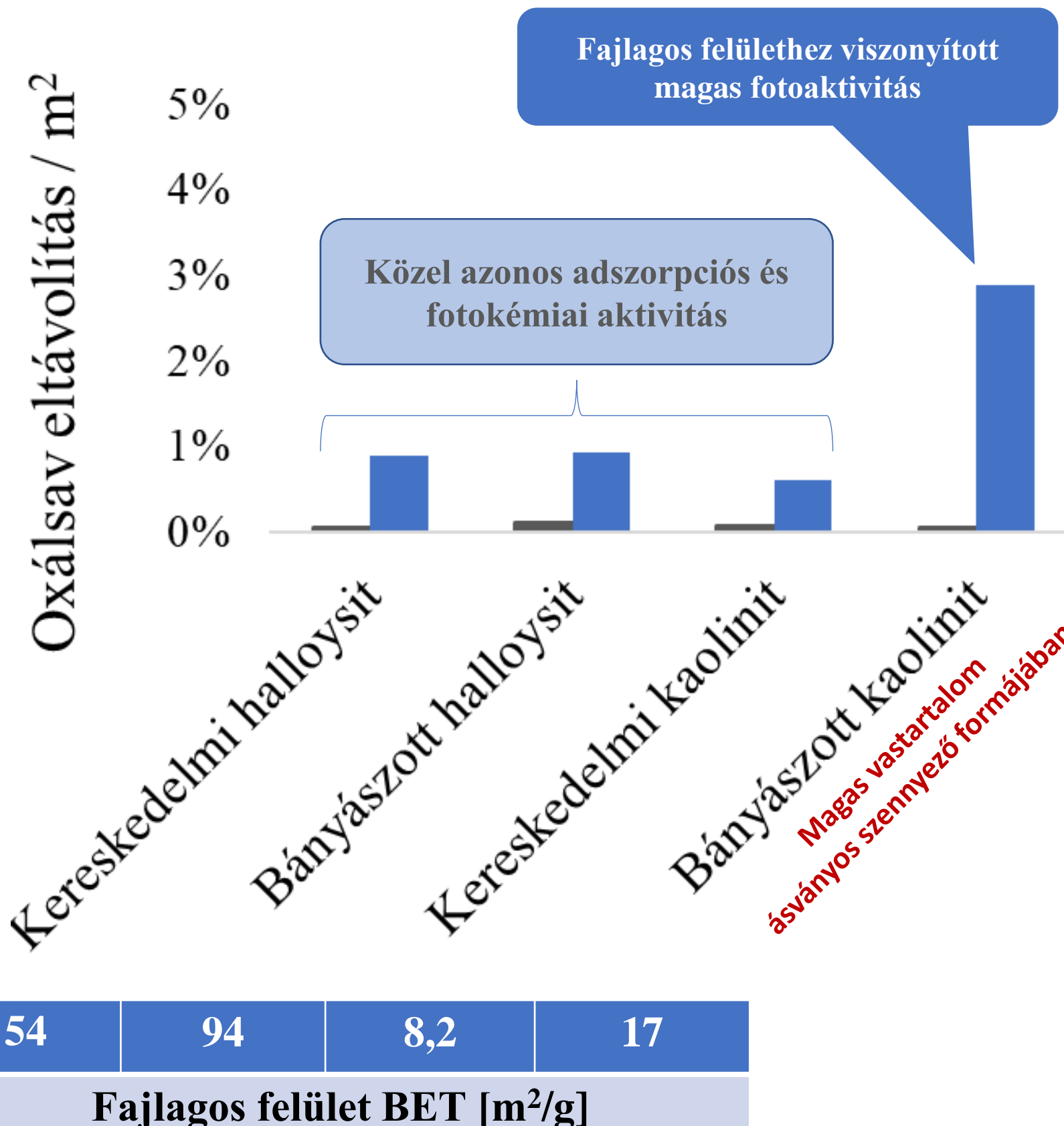
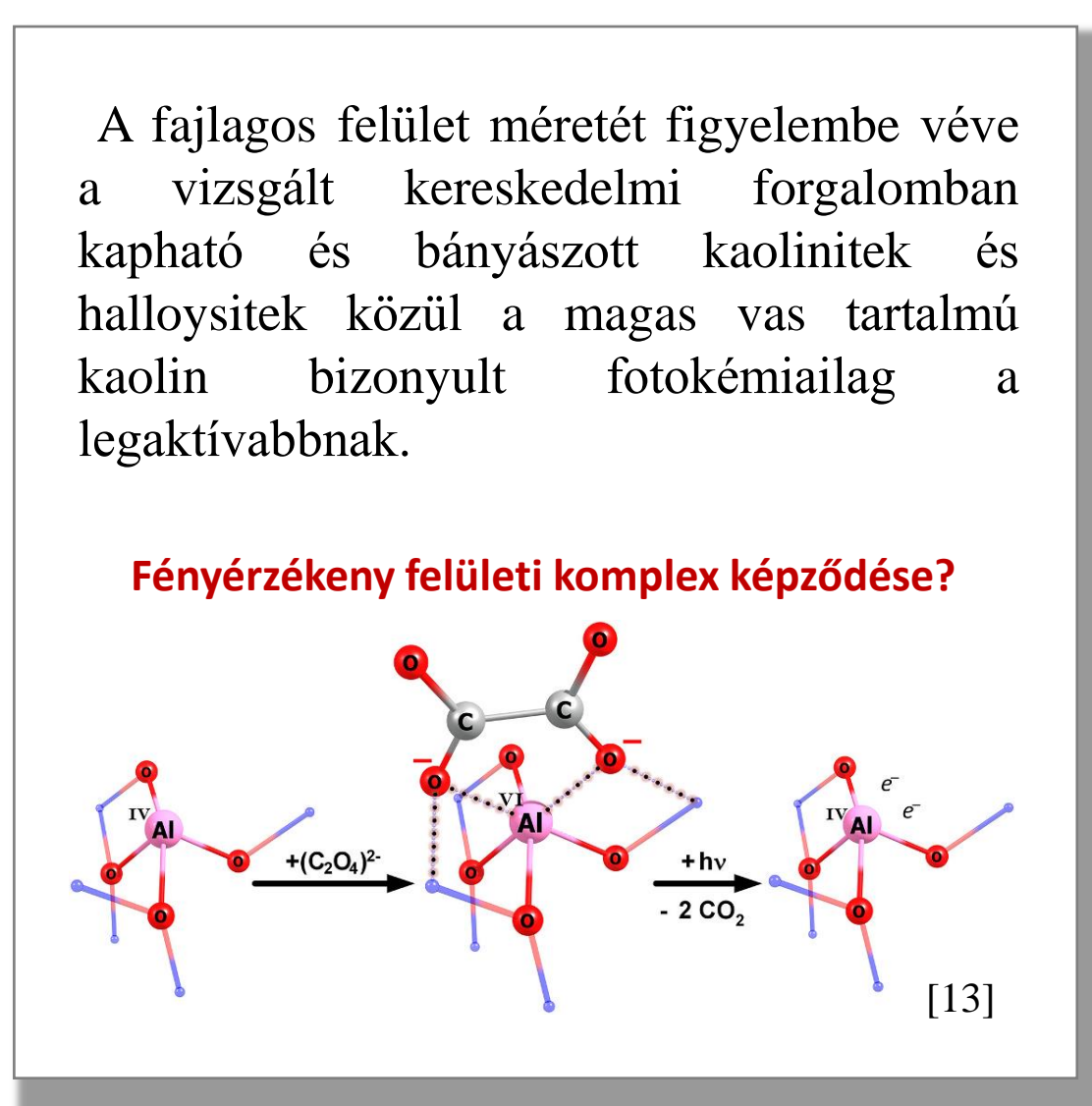
Az oxálsav a legegyszerűbb kétértékű karbonsav, melynek fotodegradációja termikusan stabil köztitermékek képződése nélkül megy végbe. *Zsírka és munkatársai* jó eredményeket értek el ezen modellvegyület eltávolításában több természetes és módosított agyagásvánnyal, többek között fotoaktív ásványos szennyezőt nem tartalmazó halloysit alkalmazásakor is [11–14]. Felmerül tehát a kérdés, hogy az ásványos szennyezők vajon milyen mértékben járulnak hozzá a megfigyelt jelenséghez és mennyire lehet aktív önmagában az agyagásvány.



### Fajlagos felületre normált oxálsav eltávolítás



Az előkísérleti eredmények alapján a kristályalkotók közül a az alumínium(III)-hidroxidnak lehet nagyobb hatása az agyagásványok fotoaktivitására. További terv az alumínium(III)-hidroxid aktivitásának vizsgálata bővíteni, azaz γ-Al(OH)<sub>3</sub> réteges formában.



### Irodalomjegyzék

- [1] doi.10.1016/j.catcom.2010.10.029
- [2] ISBN 978-0-12-816783-0
- [3] doi.10.1016/j.watres.2010.02.039
- [4] doi.10.1016/j.jhazmat.2011.01.106
- [5] doi.10.1016/j.jallcom.2016.10.036
- [6] doi.10.1016/j.apcatb.2014.07.018
- [7] doi.10.1016/j.clay.2011.05.017
- [8] doi.10.1016/j.catcom.2010.10.029
- [9] doi.10.1016/j.micromeso.2008.06.039
- [10] doi.10.1016/j.cej.2011.07.005
- [11] 10.1007/s10973-020-09350-2
- [12] doi.10.3390/iecms2021-09357
- [13] doi.10.1016/j.clay.2021.106222
- [14] doi.10.1016/j.clay.2020.105722

### Köszönetnyilvánítás

Fónagy Orsolya munkáját az Emberi Erőforrások Minisztériuma által adományozott NTP-NFTÖ-22-B-0198 számú Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj pályázat támogatta.