

## Taak 3.2 – P-terugwinning van LFD met Fe-gemodificeerde biochar

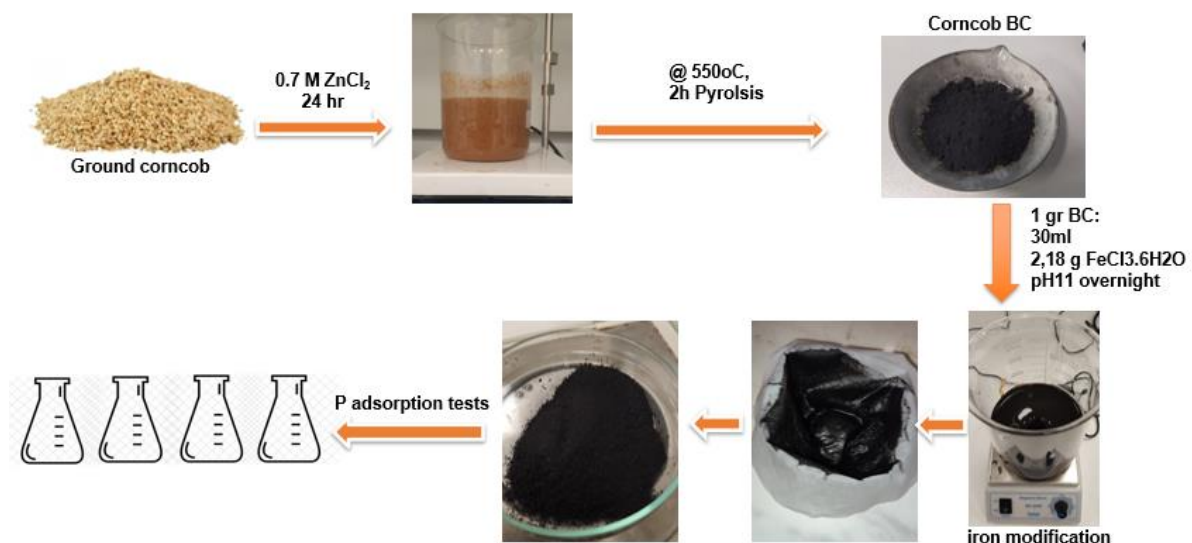
### Doelstelling

Het doel van deze opdracht is het beoordelen van de toepasbaarheid van Fe-gemodificeerde biochar als adsorbens voor fosfaatterugwinning uit de vloeibare fractie van digestaat (LFD). Hoewel biochar een relatief goedkoop adsorbens is, maakt het negatief geladen oppervlak het ongeschikt voor fosfaatadsorptie. Om de fosfaatadsorptie-efficiëntie te verbeteren, wordt biochar meestal gemodificeerd met ijzer (Michalekova-Richveisova et al., 2017). In deze studie werden biocharmonsters afkomstig van maïskolven, waarvan de fosfaataffiniteit is verbeterd door ijzermodificatie, getest in batchproeven op laboratoriumschaal met synthetische- en digestaat monsters voor fosfaatterugwinning.

### Opzet/Parameters

#### Bereiding van Fe-gemodificeerde biochar:

Biochar werd geproduceerd uit gemalen maïskolf door pyrolyse in een stikstofatmosfeer bij 550 °C gedurende 2 uur. Het modificatieproces volgde de methode beschreven door Yang et al. (2018) (Figuur 1).



Figuur 1. Fe-gemodificeerde biochar productie diagram.

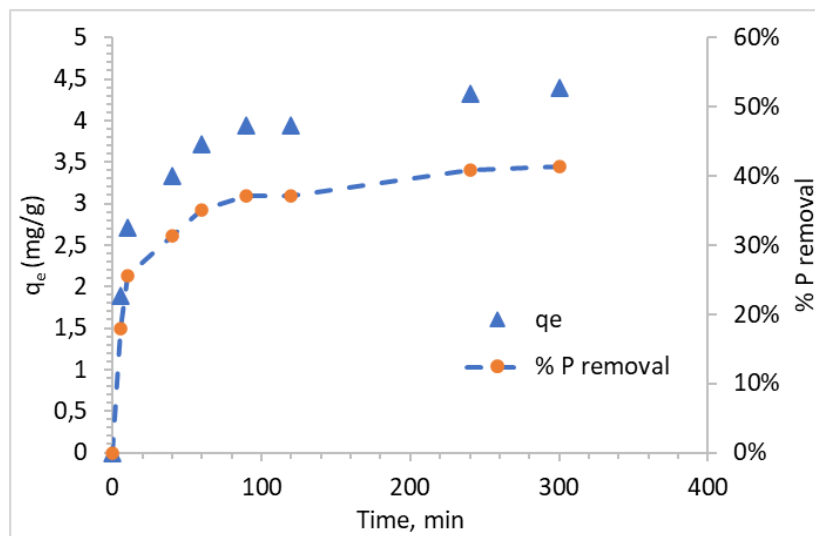
#### Adsorptie kinetiek en isotherm modellen:

Om de fosfaatadsorptieprestaties van Fe-gemodificeerde biochar te beoordelen, werden kinetische experimenten en adsorptie-isotherm testen uitgevoerd met een synthetische fosfaatoplossing. Voor de kinetische experimenten werd 100 ml van een synthetische oplossing met 22,5 mg/L PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P gebruikt. Ongeveer 0,2 g Fe-gemodificeerde biochar werd toegevoegd aan bekers, die vervolgens gedurende 5 uur werden geschud. Regelmatig werden monsters genomen voor fosfaatanalyse.

De isotherm experimenten werden uitgevoerd in bekertjes van 100 ml met 50 ml oplossing die verschillende concentraties fosfaat bevatte (10-1000 mg/L PO<sub>4</sub>-3-P) bij pH 7. Ongeveer 0,1 gr Fe-gemodificeerde biochar werd toegevoegd aan elke kolf, die vervolgens werd geschud op een rondschildapparaat gedurende 24 uur. De fosfaatadsorptieprestaties van Fe-gemodificeerde biochar werden verder getest met echt digestaat afkomstig van een kippenmestvergister op laboratoriumschaal, dat 230 mg/L PO<sub>4</sub>-3-P bevat. De experimenten werden uitgevoerd met 50 ml digestaat en verschillende doseringen biochar (2-52 g/L).

## Resultaten

Figuur 2 toont de adsorptiekinetiek voor fosfor (P) aan Fe-gemodificeerde biochar uit synthetische oplossingen. De kinetische tests duurden 5 uur, en tonen dat het adsorptie-evenwicht voor fosfaat binnen de eerste 90 minuten werd bereikt, met een fosfaatverwijderingsefficiëntie van 40%. Na 90 minuten werd slechts een lichte toename in adsorptiecapaciteit waargenomen.



Figuur 2. Adsorptiekinetiek voor fosfor (P) aan Fe-gemodificeerde biochar.

Adsorptie-isothermexperimenten werden uitgevoerd bij pH 7 gedurende 24 uur, een duur die volgens de kinetische tests zeker voldoende was om een evenwicht te bereiken (Figuur 2). De isothermresultaten worden weergegeven in Tabel 1, terwijl de modelparameters verkregen uit het 'fitten' van de experimentele gegevens zijn samengevat in Tabel 2.

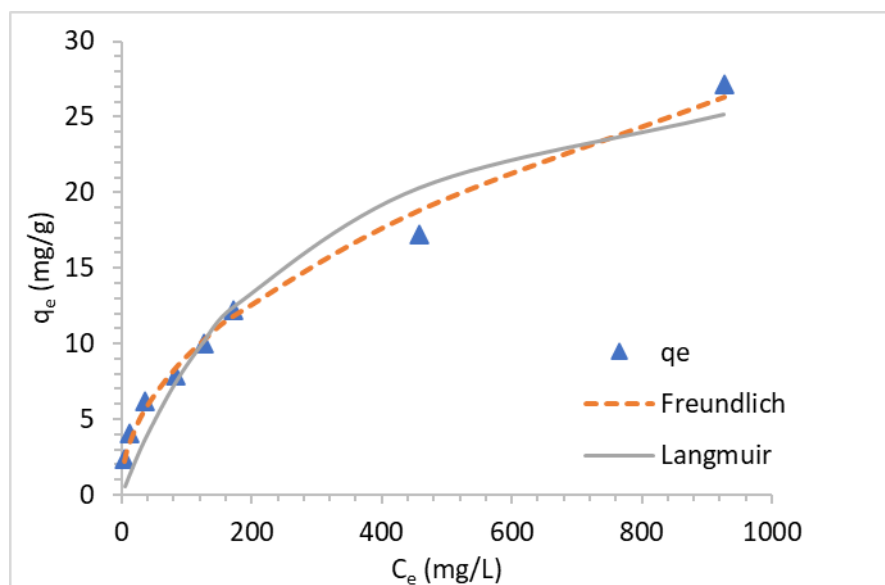
Tabel 1. Resultaten adsorptie-isothermexperimenten

Beker Nr.	C <sub>0</sub> (mgP/L)	C <sub>e</sub> (mgP/L)	q <sub>e</sub> (mgP/gBC)
1	10	4.9	2.4
2	20	11.5	4.0
3	50	36.3	6.2
4	100	82.3	7.9
5	150	126.9	10.0
6	200	172.3	12.2
7	500	457.6	17.2
8	700	647.4	23.1
9	1000	926.4	27.2

Tabel 2. Isotherm model parameters

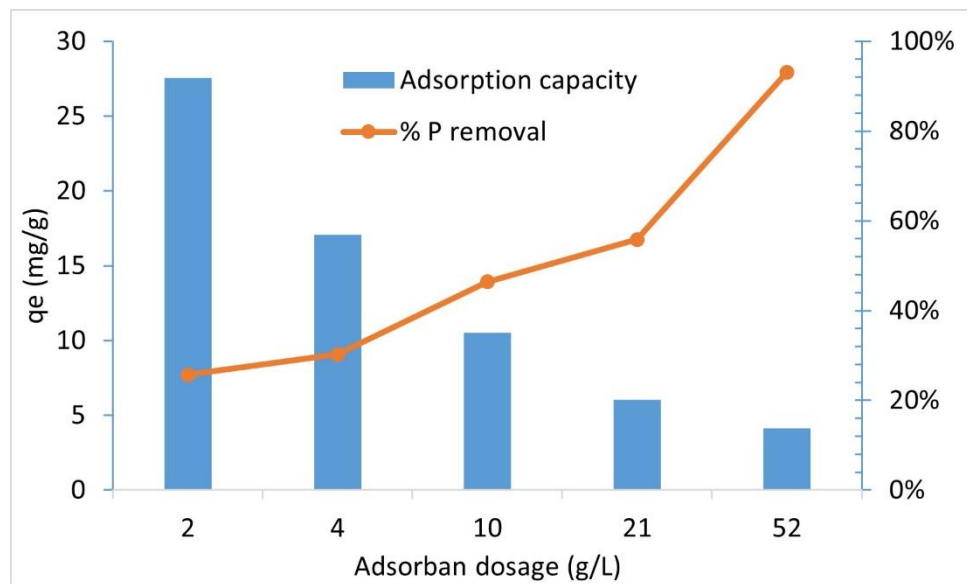
Langmuir parameters			Freundlich parameters		
$q_m$ (mg/g)	$K_L$ (L/mg)	$R^2$	$K_F$ (mg <sup>(1-n)</sup> L <sup>n</sup> kg <sup>-1</sup> )	n	$R^2$
33	0.0035	0.95	0.998	2.08	0.99

De vergelijking van de experimentele gegevens met de isothermen voor fosfaat volgens de twee modellen wordt weergegeven in Figuur 3. De resultaten geven aan dat de Freundlich isotherm een betere fit geeft voor fosfaatadsorptie, zoals blijkt uit de hogere  $R^2$ -waarde ( $R^2=0,99$ ) in vergelijking met de Langmuir isotherm ( $R^2=0,95$ ). Dit suggereert dat de adsorptie van fosfaat zowel op een monolaag- als op een meerlagige manier plaatsvond.



Figuur 3. Fosfaat adsorptie-isothermen voor Fe-gemodificeerde biochar.

De resultaten van fosfaatadsorptie uit kippenmest digestaat worden getoond in Figuur 3. Naarmate de biochar dosering toenam, nam ook de fosfaatverwijdering toe tot 93%. Er wordt echter opgemerkt dat de fosfaatadsorptiecapaciteit van de Fe-gemodificeerde biochar afnam met een omgekeerde evenredigheid met de verwijderingssnelheid (Figuur 4).



Figuur 4. Fosfaatadsorptie prestaties van Fe-gemodificeerde biochar uit kippenmest digestaat.

### Conclusie/Opmmerkingen

- Fe-gemodificeerde biochar laat een effectieve fosfaatverwijdering toe.
- De adsorptiecapaciteit voor fosfaat werd geschat op ongeveer 33 mg/g volgens het Langmuir adsorptiemodel.
- Fe-gemodificeerde biochar is een veelbelovend adsorbens voor fosfaatterugwinning.

### Referenties:

Micháleková-Richveisová, B., Frišták, V., Pipíška, M., Ďuriška, L., Moreno-Jimenez, E., Soja, G. (2017). Iron-impregnated biochars as effective phosphate sorption materials. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24(1), 463-475.

**Contact:** Alper Bayrakdar [alperbayrakdar@iyte.edu.tr](mailto:alperbayrakdar@iyte.edu.tr) (EN), Bariş ÇALLI [baris.calli@marmara.edu.tr](mailto:baris.calli@marmara.edu.tr) (EN)

**Meer informatie over het project:** check de [projectwebsite](#)

**Projectpartners:** Biogas-E, KU Leuven, Ghent University, Marmara University, VCM, OSTIM

**Met de steun van:**



AGENTSCHAP  
INNOVEREN &  
ONDERNEMEN



Vlaanderen  
is ondernemen

