

Selective adsorption of indium ions from binary solution including zinc ions using phosphorylated sawdust

2020. 09. 04

전 충

강릉원주대학교 폐기물 처리 공학 연구실

ITO공정으로부터 배출되는 폐액내의 핵심금속인 인듐이온만을 회수하기 위하여, 산림공정에서 배출되는 폐기물인 톱밥의 표면에 인산기를 도입한 흡착제를 최초로 제조하였으며 이를 이용하여 약 90%이상의 인듐이온만을 선택적으로 흡착할 수 있었고, 무엇보다도 폐기물의 재활용이라는 점에서 현재 정부에서 추진중인 녹색성장정책과 잘 부합되는 기술이며 원천기술의 확보 측면에서 의의가 큰 기술이며, 기존기술인 습식법이나 이온교환수지공정을 충분히 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 톱밥을 이용한 중금속 흡착 연구

산림공정으로부터 배출되어지는 폐기물인 톱밥의 경우 미국이나 유럽의 선진국에서는 이미 중금속 흡착용으로 널리 연구되어지고 있음

톱밥의 주 흡착기는 카르복실기 ($-\text{COOH}$) 와 Phenolic OH기 ($-\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$) 임

톱밥의 In에 대한 제거율과 선택도를 높이기 위한 기능기의 화학적 변형 필요

4. 톱밥의 화학적 기능기 변형

문헌에 의하면 **phosphonate**나 **phosphonic acid**기가 In에 대해서 높은 선택적 흡착을 하는 것으로 알려져 있음

톱밥이 가지고 있는 **Phenolic OH**기의 경우, 중금속에 대해서 낮은 흡착능을 가지며 화학반응을 통하여 이 기능기에 인산기를 도입함

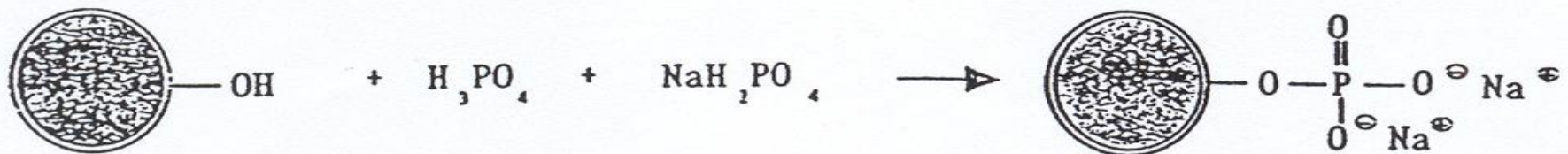
인산기가 도입된 톱밥을 이용하여 Zn와 In의 혼합폐수액으로부터 In만 선택 흡착하여 제거율을 높임

5. 톱밥 기능기(Phenolic -OH)의 인산기(PO_4^{2-}) 도입방법 및 생성 메카니즘

톱밥을 Urea(요소), 인산(85% H_3PO_4), 증류수의 혼합물에 넣고 약 10분정도 혼합한다.

혼합물을 24시간 동안 숙성시킨 후 이를 filtering 한 다음 열처리 한다.

만들어진 톱밥을 증류수로 세척한 다음 이를 다시 filtering 한 다음 상온에서 건조시킨다.



폐기물 재활용 톱밥을 이용한 In의 선택적 흡착

열린혁신, 가치창조



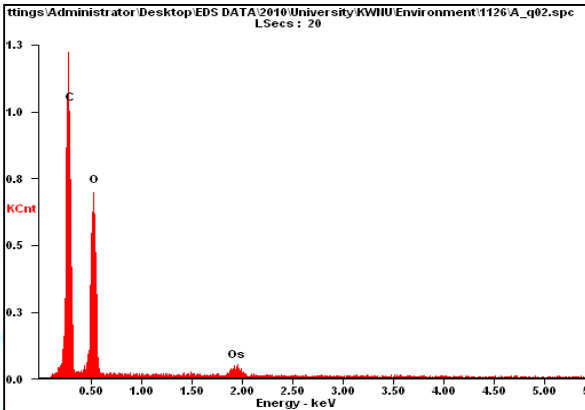
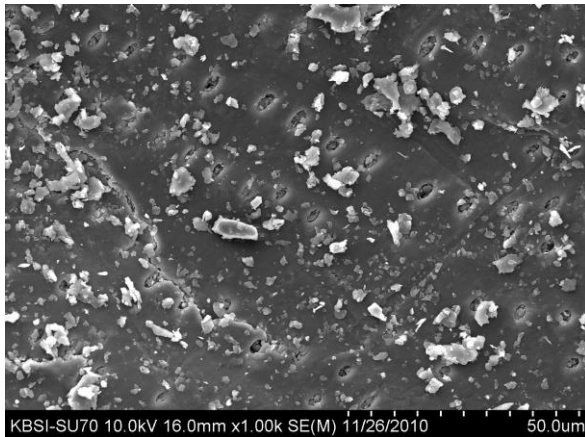
톱밥



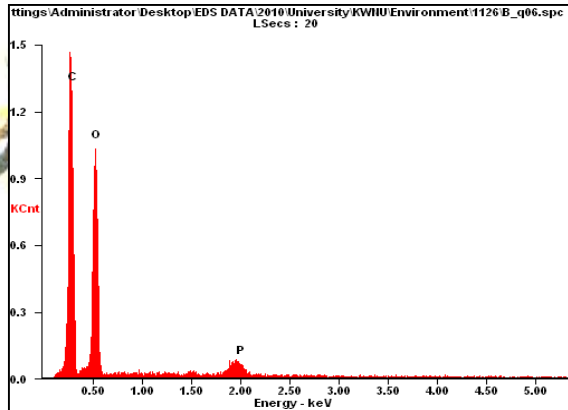
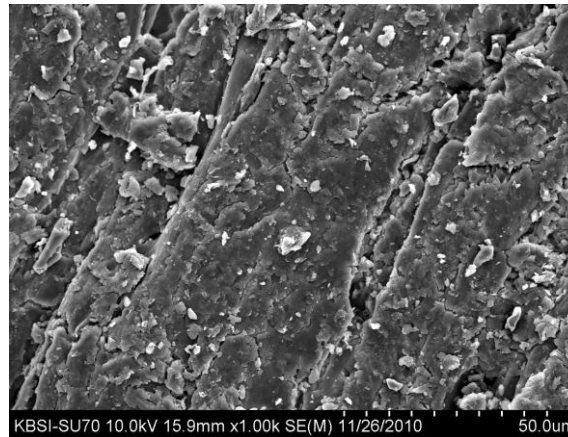
인산화된 톱밥



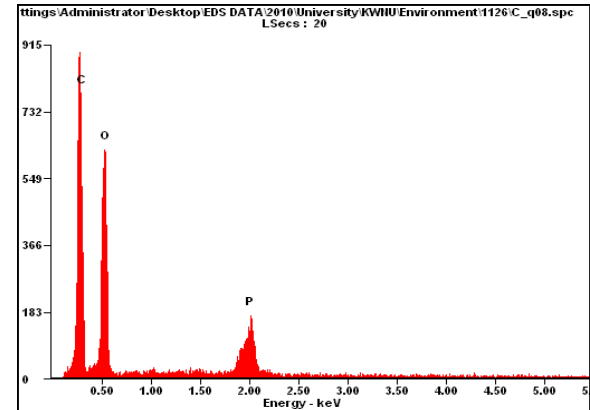
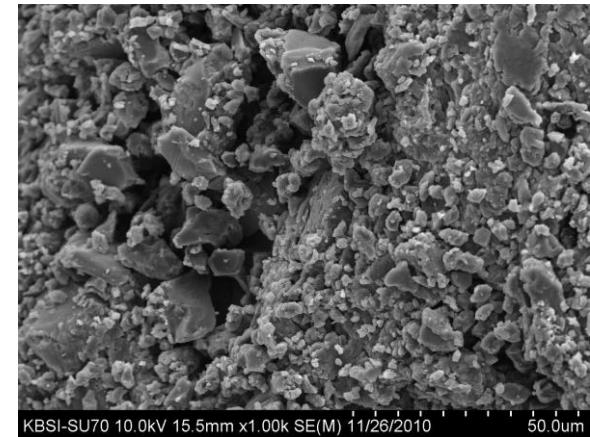
6. 톱밥과 인산화된 톱밥의 SEM 사진 및 EDX spectrum 분석



Element	Wt %	At %
C K	56.67	63.53
O K	43.33	36.47

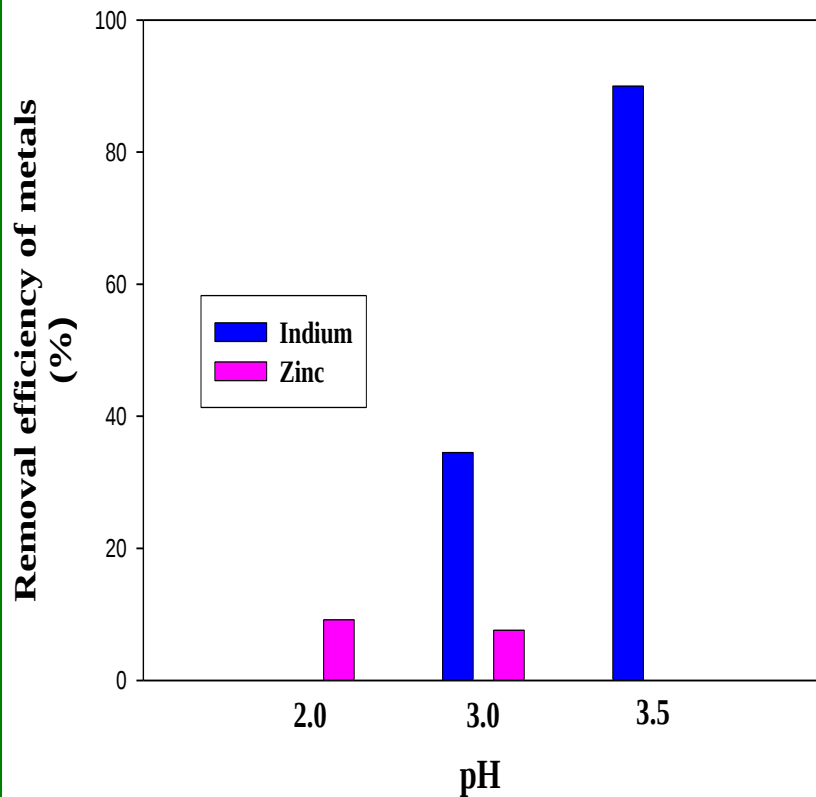


Element	Wt %	At %
C K	55.53	63.24
O K	41.41	35.41
P K	03.05	01.35

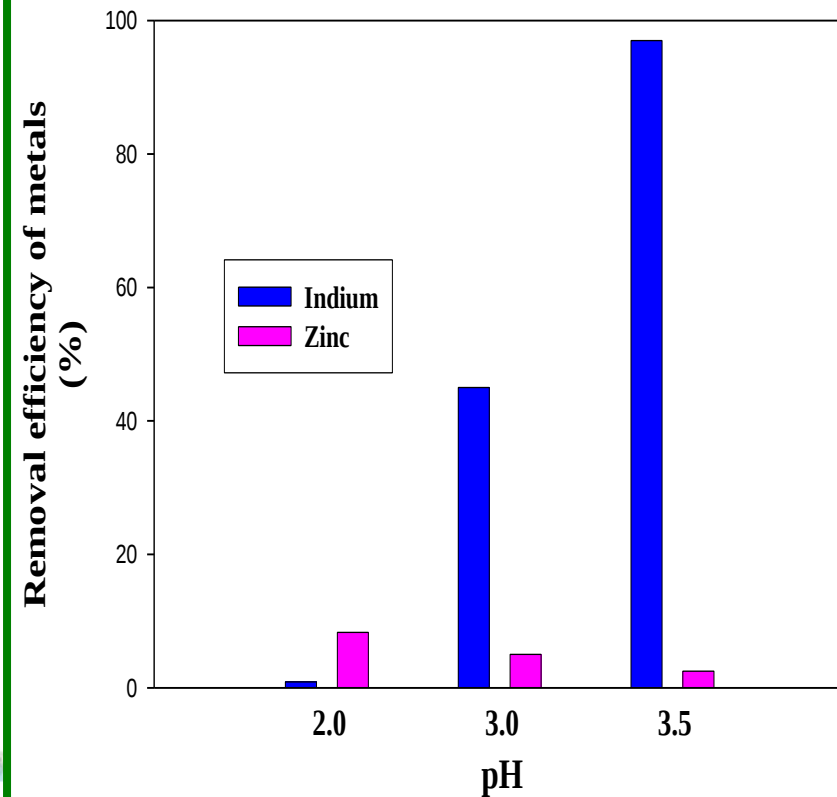


Element	Wt %	At %
C K	55.52	64.96
O K	34.98	30.73
P K	09.50	04.31

7. 인산화된 톱밥을 이용한 In의 선택적 흡착 실험 결과

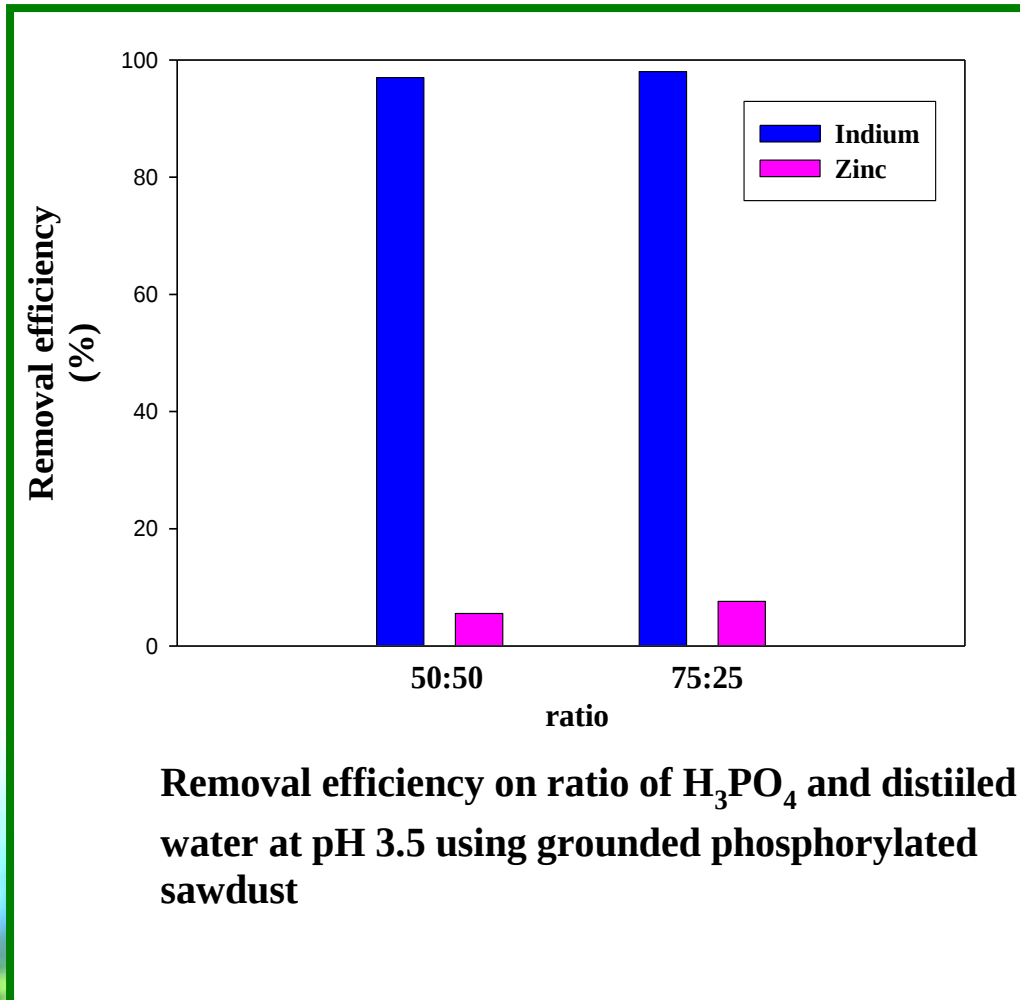


Removal efficiency of metals using phosphorylated sawdust (H_3PO_4 : Distilled water = 50 : 50)



Removal efficiency of metals using phosphorylated sawdust (H_3PO_4 : Distilled water = 75 : 25)

8. 인산화된 톱밥(Ground)을 이용한 In의 선택적 흡착 실험 결과



9. 인산화된 톱밥을 이용한 In의 선택적 흡착 실험 결과 분석

인산의 함유량이 많을수록 인듐의 제거율이 높지만 아연의 제거율도 상대적으로 높음

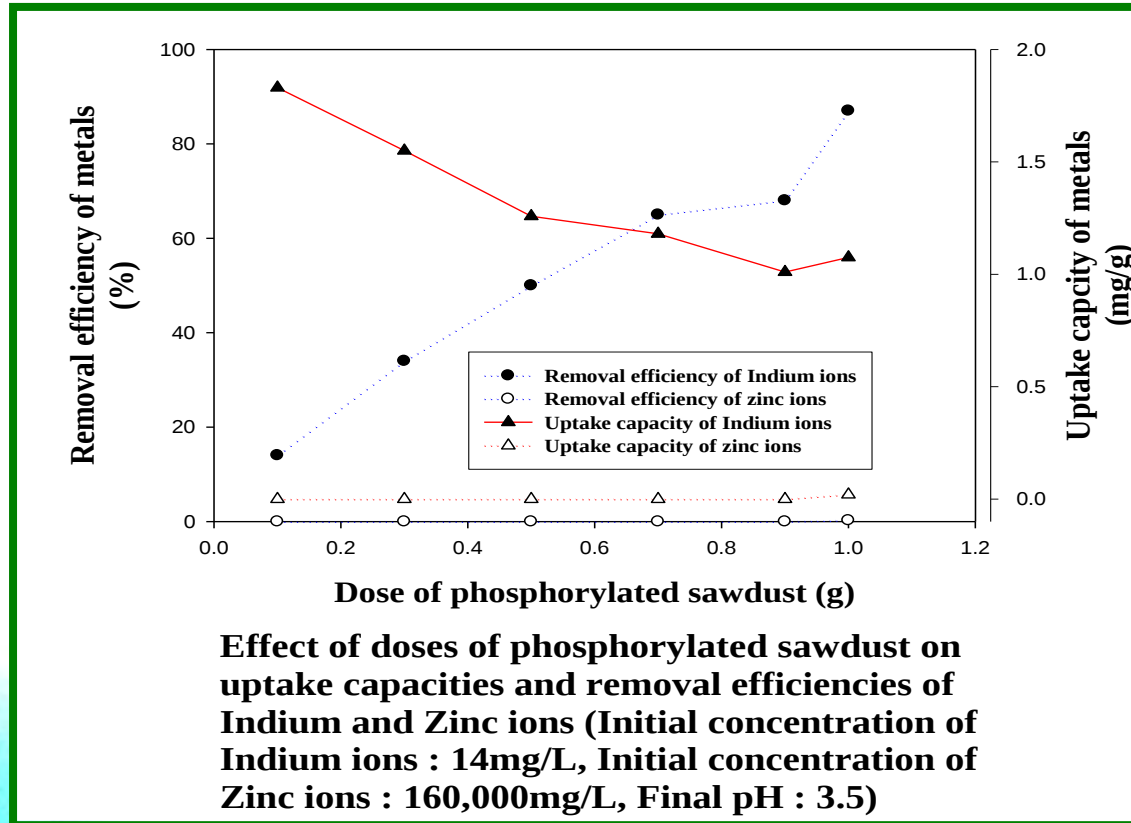
pH3.5에서 제거율이 가장 높았고 이유는 In^{3+} 과 H^{+} 이온의 경쟁흡착 때문인 것으로 판단됨

In의 선택흡착은 인산기의 영향으로 판단되며 HSAB 이론으로도 설명이 가능

인산화톱밥(Ground)의 경우에도 인듐은 거의 모두 제거했지만 아연도 약 5-10%를 제거함

최적의 흡착제 및 조건 : 인산화톱밥 (Not-ground, H_3PO_4 : 증류수 = 50:50)을 pH 3.5에서 흡착시킴 (In : 90%, Zn : 0.1%)

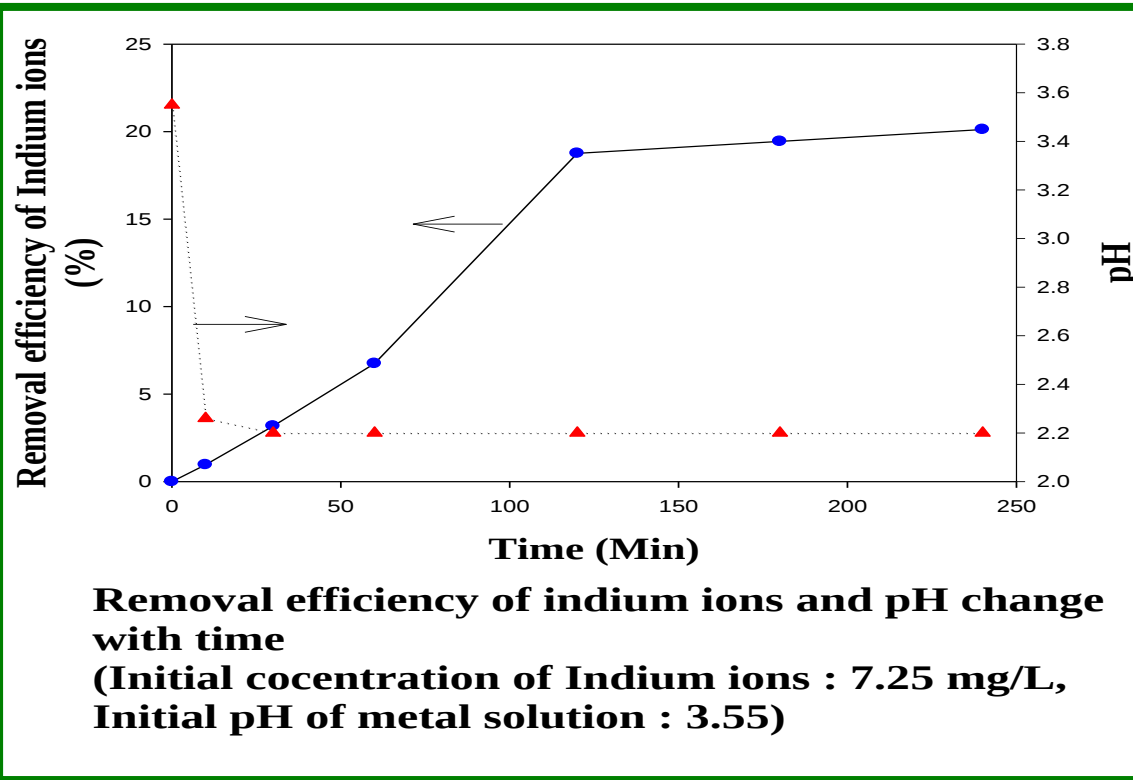
10. 인산화된 톱밥을 이용한 In의 선택적 흡착 특성 (투입양에 따른 제거율 및 흡착능 변화)



흡착제의 투입량이 증가할수록 인듐이온의 제거율은 증가하였지만 흡착능은 감소함

아연의 경우 거의 흡착이 일어나지 않았음

II. 인산화된 톱밥을 이용한 In의 흡착 특성 (시간에 따른 제거율 및 pH 변화)



대부분의 인듐에 대한 흡착공정은 약 120 min 에서 완료됨

흡착이 일어날 때 pH의 감소는 톱밥이 함유하고 있는 카르복실기나 인산기의 H^+ 이온이 In이온과 이온교환 되어지면서 발생하는 것으로 보임