

치커리에 의한 중금속 Cu(II), Pb(II), Cd(II)의 흡착능

박 문 숙 · 양 미 경
금성환경전문대학 환경위생과

Adsorption of heavy metals Cu(II), Pb(II) and Cd(II) on Cichory

Moon-Suk Park · Mi-Kyong Yang

Dept. of Environmental Sanitation, Kumsung Environment College, Naju, Korea

Abstract

The adsorptivities of the Cichory particles on Cu(II), Pb(II) and Cd(II) ions were examined by measurements of the adsorption percentage under various condition of temperatures, pH, times, heavy metal concentrations. Each of 100ml sample solution of Cu(II), Pb(II) and Cd(II) ions mixed with 2g of the Cichory under stirring in shaking water bath for minutes. The solutions were then filtered and pretreated according to water pollution official test methods. The concentrations of Cu(II), Pb(II) and Cd(II) ions in the solution were determined by the atomic adsorption spectrophotometer. As a results, the most effective pH of the adsorption of Cu(II) and Cd(II) was 9. With increasing the concentration of heavy metals the amount of adsorption on Cichory was increased. The adsorption equilibrium of Pb(II) and Cd(II) ions were reached to equilibrium by shaking for about 40 minutes. The adsorptivities were 85%, 75% respectively.

I. 서 론

인구증가와 산업발달에 따라 환경오염이 심각해진 상황에 놓여 있다. 미국 Battelle 연구소에서는 환경오염 물질의 계속성과 오염범위, 인간 및 환경자원에 미치는 복합적인 영향이라는 3가지 인자를 고려하여 환경공해지수(Environmental stress index)를 작성하였는데, 현재지

수는 잔류농약, 중금속, 탄산가스, 아황산가스 순으로 잔류농약이 높은 위험도를 나타냈고 미래지수는 중금속, 고체 폐기물, 방사성물질 순으로 중금속의 위험도가 높아지고 있음을 암시하였다¹⁾. 중금속으로부터 발생하는 환경오염은 인간의 산업 활동에 의한 것 뿐만 아니라 수

역의 생물학적인 조건의 변화, 강우의 pH 변화 및 다양한 인자들에 의해 영향을 받는다²⁾. 인체에 유해한 중금속은 금속 표면 처리공정이나 화학공정, 중화학공업 등의 공장에서 배출되는 폐수속에 다량 함유되어 있으며, 흡착 및 이온교환법등의 처리 공정을 거쳐 재환원되기도 한다³⁾. 최근에는 석탄이나 목탄에 산·알칼리를 처리하여 탄화물 표면에 관능기를 도입함으로써 금속 이온에 대한 흡착량을 증가시키거나 부레옥잠(수초)을 이용한 유해 중금속 제거⁴⁾등 다양한 재료와 처리법이 연구되어지고 있다. 본 연구는 요즘 가정에서 기존의 볶은 보리나 옥수수 대신 국화과(菊花科)에 속하며 약용, 약차 및 카페인 없는 커피로 애용되고 있는 치커리(*Cichorium endivia*)를 넣어 끓여 식수로 사용하는 가정이 늘어가고 있음을 착안하여 보리차나 녹차, 감잎차등이 중금속 제거에 좋은 흡착제라는 연구 결과⁵⁾⁻⁷⁾에 따라 치커리의 흡착능을 실험하여 그 흡착특성을 알아보려고 한다. 치커리의 성분에는 수분, 단백질, 지질, 탄수화물 그리고 각종 미네랄등이 함유되어 있으며⁸⁾, 이들 성분으로부터 수중의 각종 중금속류의 포집제거 및 흡착제로서의 효과가 있는 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 치커리를 이용하여 Cu(II), Pb(II) 그리고 Cd(II)등 중금속 이온의 흡착 특성을 알아보고 특히 흡착시간, 수용액의 pH, 온도, 수용액의 온도 변화에 따른 흡착능을 관찰하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

1.1 치커리(Cichory)

실험에 사용한 치커리는 내장산 치커리 단지에서 재배하여 뿌리부분을 건조시켜 시판되고 있는 "내장산 치커리"를 막자사발에 담아 분쇄하여 20-40 mesh로 해서 실리카겔 데시케이터에 보관하여 사용하였다. 치커리의 주성분은 Table 1과 같다.

1.2 중금속 이온 용액 조제

중금속 표준용액은 각각 시판된 금속질산염

Table 1. The principal component of Cichory (/100g)

Component	Content	Component	Content
Moisture(%)	5.9	Vitamin A	
Protein(g)	4.3	Total vit.(I.U)	0
Fat(g)	1.5	Retinol(μg)	-
Carbohydrates		β-caratene(μg)	-
Non-fibrous(g)	77.7	Vitamin B ₁ (mg)	-
Fiber(g)	7.0	Vitamin B ₂ (mg)	0.46
Ash(g)	3.6	Niacin(mg)	10.2
Minerals		Vitamin C(mg)	0
Calcium(mg)	170	Potassium(mg)	-
Phosphorus(mg)	166	Sodium(mg)	-
Iron(mg)	27		

(자료출처 / 국립보건원, 국립보건원보, 1977)

[Cu(NO₃)₂, Pb(NO₃)₂, Cd(NO₃)₂] 1000ppm 표준액을 실험 직전 적당한 농도로 희석하여 사용하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

치커리에 의한 흡착 실험은 뚜껑달린 250ml 삼각플라스크를 사용하여 진탕탕온수조(shaking water bath)에서 일정한 속도로 shaking하면서 실험하였고, 각 중금속 농도는 사용하고자 하는 농도로 희석한 후 그 용액 100ml에 치커리 2g을 넣어 실험조건에 따라 반응시킨 후 여과지로 걸러 여액은 수질오염공정시험법에 따라 전처리한 후 수용액중의 미흡착 중금속 농도를 Atomic Adsorption Spectrometer(Australia, Varian 20)를 사용하여 정량하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반응시간에 따른 중금속의 흡착영향

각 중금속 이온 농도가 5ppm인 75°C 용액 100ml에 치커리 2g씩을 넣고 반응시간을 2분, 5분, 10분, 20분, 40분, 60분으로 변화시켜 가면서 실험하였다. 그 결과 반

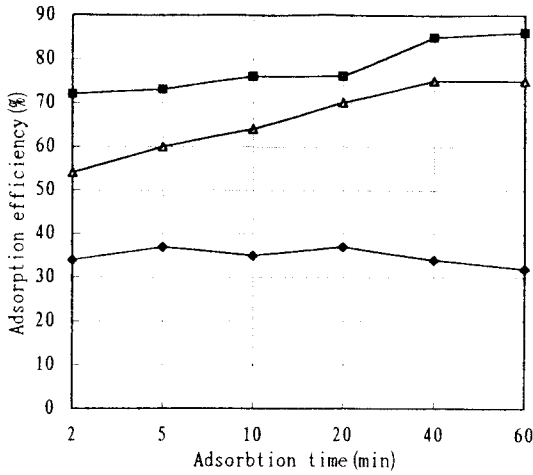


Fig. 1. Effects of duration time on the adsorption efficiency of heavy metals (Adsorbent weight ; 2g, Metallic ion concentration ; 5ppm, water bath temperature ; 75°C) Legends: —◆— Cu, —■— Pb, —△— Cd

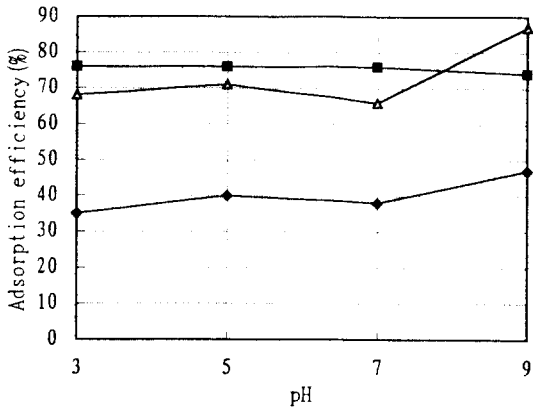


Fig. 2. Effects of pH on the adsorption efficiency of heavy metals (2g, 5ppm, 75°C, 10 min) Legends: —◆— Cu, —■— Pb, —△— Cd

응시간에 따른 Cu(II), Pb(II), Cd(II) 이온의 흡착 제거율은 Fig. 1과 같고 중금속 이온의 흡착량은 반응시간이 경과할수록 증가하는 경향이였다⁹⁾. 각 중금속 흡착 평형 도달시간을 보면 Cu(II)는 시간 경로에 따라 거의 일정한 농도를 유지했으며, Pb(II)과 Cd(II)은 40분으로 흡착율은 각각 85%, 75%였다.

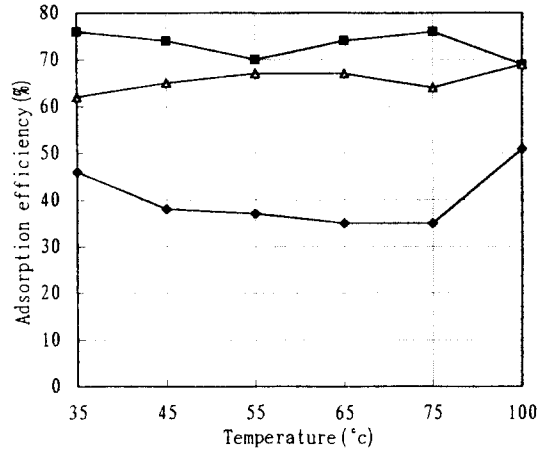


Fig. 3. Effects of temperature on the adsorption efficiency (2g, 5ppm, 10 min) Legends: —◆— Cu, —■— Pb, —△— Cd

2. pH에 따른 중금속 원소의 흡착 영향

각 중금속 이온 농도가 5ppm인 75°C 용액 100ml에 치커리 2g씩을 넣고 10분간 교반시킨 후 실험방법에 따라 흡착 제거율을 조사하였으며 그 결과는 Fig. 2와 같다. Cu(II)와 Cd(II)은 pH 9에서 47%, 87%로 최대 흡착 제거율을 나타냈으며, Pb(II)은 pH에 무관하게 거의 일정한 흡착율을 나타내지만 74-76%의 비교적 높은 제거율을 보였다.

3. 온도에 따른 중금속 원소의 흡착 영향

농도가 5ppm인 용액 100ml에 치커리 2g씩을 넣고 온도를 35°C, 45°C, 55°C, 65°C, 75°C, 100°C로 변화시키면서 10분간 교반한 후 실험방법에 따라 흡착 제거율을 조사하였으며, 그 결과는 Fig. 3에 보여진다. 온도에 따른 Cu(II), Pb(II), Cd(II)의 흡착율에는 큰 변화가 없었지만 Pb(II)은 75°C에서 76%, Cu(II)와 Cd(II)은 100°C에서 각각 51%, 69%의 최대 흡착율을 나타냈다.

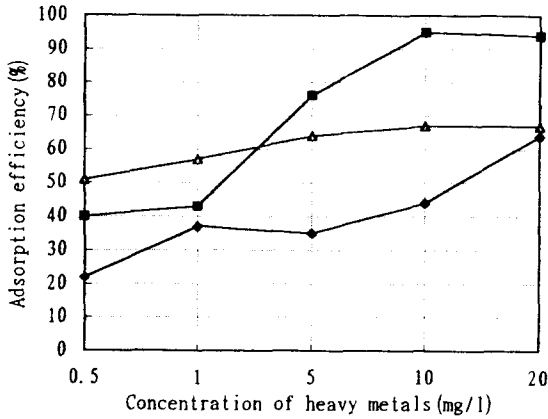


Figure 4. Effects of initial concentration on the removal efficiency of heavy metals (2g, 10 min, 75°C)

Legends: \blacklozenge -Cu, \blacksquare -Pb, \triangle -Cd

4. 중금속 농도에 따른 흡착 영향

각 농도의 금속 원소를 함유하는 75°C 용액 100ml에 치커리 2g씩을 넣고 10분간 교반시킨 후 실험방법에 따라 흡착율을 조사하였다. 중금속 농도는 각각 0.5ppm, 1ppm, 5ppm, 10ppm, 20ppm으로 구분하였다. 농도에 따른 각 중금속의 흡착 제거율은 Fig. 4에 보여진다. 중금속 농도가 증가할수록 흡착량은 증가하며 최대 흡착율은 Pb(II) 10ppm에서 95%, Cu(II)는 20ppm에서 64%를 나타냈으며, Cd(II)은 큰 변화폭을 갖지 않았고 10ppm과 20ppm에서 67%로 최대 흡착율을 보였다.

IV. 결 론

중금속 흡착제로서 치커리를 사용하여 Cu(II), Pb(II) 및 Cd(II)을 회분식(Batch type) 조작으로 실험한 본 연구 결과는 다음과 같다.

1. 치커리에 의한 반응시간에 따른 흡착 제거율은 Cu(II)는 거의 일정한 농도를 유지했으며 Pb(II)과 Cd(II)의 흡착 평형시간은 40분, 흡착율은 각각 85%, 75%였다.

2. Pb(II)은 pH에 거의 무관하게 74-76%의 일정한 흡착율을 나타냈고 Cu(II)와 Cd(II)은 pH 9에서 47%, 87%의 최대 흡착율을 나타냈다.
3. 온도에 따른 각 중금속 흡착율에는 큰 변화가 없었지만 Pb(II)은 75°C에서 76%, Cu(II)와 Cd(II)은 100°C에서 각각 51%, 69%의 최대 흡착율을 나타냈다.
4. 중금속 이온 용액의 농도가 증가할수록 흡착량은 증가하며 Pb(II)은 10ppm에서 95%, Cu(II)는 20ppm에서 64%, Cd(II)은 10ppm에서 67%의 최대 흡착율을 보였다.
5. 이상으로 치커리는 식수에서 중금속을 흡착 제거하는 기능이 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. Lee, S.R : New challenges in environmental toxicology, Kor. J. Environ. Agric, 7(1), 65-73, 1988.
2. 김오식 : 환경독성학, 동화기술, 1990.
3. 박방우, 장준영 : 환경관리(수질분야), 성안당, 257, 1980.
4. 소규호, 김복영 : 부레옥잠(수초)을 이용한 개관수중 유해 중금속 제거 연구, 한국환경농학회지, 11(2), 133-139, 1992.
5. 권이열, 김미경, 전미희 : 수중에서 감염의 Cu(II), Pb(II) 이온에 대한 흡착능, 한양대학교 환경과학연구소, vol.14, 1993.
6. 木村優 : 생물질 재료에 의한 수중의 중금속류의 포집제거, 분석화학, 297, 1981.
7. 木村優, 駒田順子, 川端英律子 : 수용액중의 녹차입자 표면에 의한 금(II), 몰리브덴(VI) 및 바나듐(V)의 흡착특성, 분석화학, 35, 400, 1986.
8. 국립보건원 : 국립보건원보, 1977.
9. 김경식, 백기현 : 樹皮에 의한 중금속 흡착효과, 한국환경농학회지, 5(1), 55-65, 1986.