

쌀 調理過程 中 麥飯石의 Cd除去 能力에 關한 研究

嶺南大學校 藥學大學*
陳 甲 德* · 裴 基 哲

Effects of Quartz Porphyry on Cadmium Contents in Rice during their cooking and Processing

College of pharmacy, Yeungnam University*

K. D. Jin*, K. C. Bae

Abstract

It was investigated Cadmium eliminating capacity of Quartz Porhyry(Q. P.) during washing, swelling, and cooking process in rice contaminated artificially.

1. After washing the rice four times with water, the eliminating rate of Cadmium from artificially contaminated sample were 16% in control group, 28% and 42% in 25g /kg and 50g /kg Q. P. treated group, respectively.
2. Swelling of rice in water about 20 minutes didn't change the Cadmium level in Q. P. treated group.
3. Cadmium eliminating efficiency by cooking was significantly increased in Q. P. treated group(43~54%) compared to control group(31%).
3. These results suggest that treatment of rice with Q. P. is very effective to remove the Cadmium contamination in rice.

I. 序 論

최근 공업의 급속한 발전에 따라 重金屬에 의한 環境汚染이 우려되고 있고 이에따른 식품 오염이 사회적으로 큰 관심사가 되고 있다. 식품중 重金屬에는 Cu, Zn, Fe, Mn, I, Co 등과 같이 動物의 생리작용에 미량을 필요로 하는 원소와 Zn, Mn, B, Si, Cu, Mo 등과 같이 식물의 생리작용에 필요한 원소가 알려져 있다. 14) 한편 Hg, Pb, As, Sb, Sn, Cd, Ni, Cr 등의 원소는 원래 식품중에 함유된 정상성분이 아니고, 식품의 제조과정 중 또는 工場廢水, 鑛山廢水, 화학비료 및 농약에서 유래하는 환경오염 원소^{5,7)}로서 인체에 축적되면 독작용을 일으킨다.

카드뮴은 鑛山地域 및 金屬 특히 아연광산 및 아연제련소 주변, 石油化學 工場, 硝子, 寫眞材料 工場, 鑛金 工場, 쓰레기 消却場 등의 국소적인 地域을 包含하는 廣範圍한 오염원을 가지며 人體에 蓄積되면 뼈의 이상을 가져오고, 칼슘과 인의 대사 障礙를 일으키는 “이타이 이타이 병”의 주요발원으로 알려져 있다. 8-10) 日本에서 419명의 患者가 發生한 神通川(진스강) 流域은 1967년 地表水와 生物에서 카드뮴이 觀察되었으며 이 地域의 쌀에서 1.12~0.32ppm의 카드뮴이 含有되어 있었다. 11) 최근 우리나라에서도 대형 공업 단지가 形成되고 있고 특히 非鐵金屬 製鍊所가 가동되기 시작한 점을 감안할 때 카드뮴에 의한 食品 및 農作物의 汚染을 감시하고 이의 제거 방법을 찾는 努力이 要求된다. 高¹²⁾ 등에 의하면 국내 각 地方에서 生産되는 쌀의 重金屬 含量中 Cd은 거의 검출되지 않았다고 報告하였으며 孫¹³⁾ 등은 0.07ppm, 李¹⁴⁾ 등은 경남일원의 쌀 중에서 0.005 ppm이 檢出되었다고 報告하였으며 1970년 京畿地方의 쌀은 0.035 ppm, 全國적으로는 불검출 혹은 0.079 ppm程度였다고 報告하였다. 15,16) 또 1979년 全國 각지에서 蒐集한 玄米중 카드뮴 分析値는 0.005 ppm, 이하로부터 0.03 ppm에 이르며 충북이 가장 낮고 慶南地域이 가장 높은 것으로 나타났다.¹⁷⁾ 1978년 사봉 地域의 쌀중 Cd 함량은 불검출내지 0.177ppm 으로 가장 높고 하동 地域은 不檢出, 昌原, 함양, 사천, 의령에서는 0.004 ppm 이하로 報告되었다. 1971~1972년 韓國産 쌀의 Cd含量은 불검출 내지 0.350 ppm ¹⁸⁾에 이르며 1986년 新촌 市場에서 購入한 一般米에서 Cd는 불검출 되었으나 京畿도 광명시의 汚染地域에서 購入한 일반미중 Cd含量은 0.21 ppm으로 報告되었다.¹⁹⁾

重金屬의 汚染問題는 漸次적으로 測定이 계속되어야 하며 국지적으로 汚染이 높은 問題地域에서 生産되는 산물에 대해서는 신속히 정밀조사를 착수해야 하는 등의 어려움이 따르고 있어서 검출되지 않은 汚染된 쌀이 生産될 수 있다는 점을 감안할때 汚染된 食品을 人體 攝取前에 조리를 통해 除去하는 方法을 찾는 일은 必要하다 하겠다.

한편, 麥飯石은 石英斑岩, 長石斑岩類에 屬하는 斑心成岩으로서 白色의 斑晶이 稠密하게 박혀있는 特徵이 있고 중국 明나라 때의 本草綱目 ²⁰⁾에는 甘溫無毒하며 모든 癰疽 등의 皮膚病에 效果가 있다고 記錄되어 있고 現在는 淨水劑, 食品保存劑²¹⁾ 등으로 이용되는 등 大部分 麥飯

石이 갖는 mineral 溶出能, ion 交換能과 多孔性에 基因하는 吸着作用을 應用하는 있는 것으로 보인다.

1986년 陳²⁾ 등은 麥飯石의 有用性에 關한 研究에서 麥飯石의 各種 鹽類 金屬 및 重金屬 除去 能力과 再生 使用의 可能性을 試驗하고 Cd 除去能力에 關하여 報告한 바 있으며 鄭³⁾ 등은 쌀과 밀가루의 調理加工方法에 따른 Cd 含量變化에 關하여 報告한 바 있다.

이에 본 研究에서는 인위적으로 Cd를 汚染시킨 쌀을 麥飯石과 함께 水세 침적, 조리함으로써 汚染된 쌀 조리과정 중 麥飯石의 Cd 除去能力을 檢討하고자 하였다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 汚染된 쌀의 製造

1987년 慶山 市場에서 流通되는 정부미를 구입, 쌀 1kg당 $CdSO_4$ (島之藥品社) 수용액 (금속 원소 농도 1000ppm) 100ml를 분무기로 뿌려 쌀알에 골고루 汚染시키고 (100ppm으로 오염된 쌀) 汚染液이 침투되도록 폴리에틸렌 주머니에 싸서 4-5°C 냉장고에 1주야 보관한 후 그늘에서 2日間 風乾하여 試料로 使用하였다.

2. 쌀의 水洗 및 浸漬

水洗 및 浸漬效果를 測定하기 爲하여 180g 의 汚染된 쌀을 1000ml 용량의 삼각 flask에 取하고 500ml의 脫 ion水(이하 Q-Water)로 洗滌하였으며 每水洗에 소요되는 時間을 약1分으로 하였다. 이 때에 각 5회씩 攪拌하여 水洗한 후 입구를 gauze로 막고 물을 따라 버리며 每回 洗水 3ml와 洗滌된 쌀 2g 을 試料로 따르 취하였으며 이 操作을 4회 반복 洗滌한 후 동일한 조건으로 20분간 精置浸漬하여 浸漬水와 불린 쌀에 대해 위와 같은 方法으로 試料를 取하였다.

實驗중 麥飯石을 넣을 必要가 있을 때에는 아래의 麥飯石 試料를 1회 洗滌부터 炊飯까지 麥飯石을 넣은 cellulose bag 1개를 使用하여 실시하였으며 180ℓ 의 불린쌀에 1:1.2의 Q-Water를 가하고 一般炊飯法에 따라 炊飯한 후 냉각, 2g 의 試料를 취하였으며 각 洗滌水와 쌀 및 飯중의 Cd농도는 試料를 濕式分解한 후 原子吸光法²⁴⁾ 으로 測定하였다.

3. Cd의 定量

日本公害分析 指針²⁵⁾ 에 준하여 試料一定量을 Kjeldahl flask에 넣고 Q-Water 10~15ml, c-HNO₃ 5~10ml 및 소량의 황산을 넣어 250°C 의 hot plate 上에서 약 15분간 濕式分解 시킨후 NO₂ 가스를 날리고 무색~엷은 황색으로 변하며 고형물이 없으면 반응이 완결된 것으로 간주하여 소량의 물로 洗滌한 후 洗滌水와 여액을 합하여 全體量을 20.0ml로 맞추었으며 이 일 정량을 檢液으로 使用하였다. 이 분해액에 25% Sodiumpotassium tartrate 溶液 5ml와 BPB (brom phenol blue) 지시약 1~2滴을 넣고 암모니아수로 중화한 다음 포화 황산 암모니움 용액 10ml와 DDTC(diethyl dithiocarbamate)액 5ml를 넣고 5분동안 靜置시킨 다음 MIBK (methyl isobutylketone) 10ml를 정확히 넣고 混和하며 MIBK추출액을 얻었으며 이 抽出液에 對하여 Atomic Absorption Spectrophotometer(PYE UNICAM model sp 1900)로써 Cd를 測定하였다. 이 때의 기기조건은 wave length 228.8nm, lamp current 3.6mA, slit width 0.15nm, air flow rate 5.7ℓ /min, C₂H₂ flow rate 0.8ℓ /min, flame condition air/acetylene 이었다. Blank 시험역도 같은 方法으로 測定하였으며 별도로 매 測定時 마다 標準溶液을 가지고 上記造作에 準하여 測定한 吸光度부터 作成한 檢量線을 바탕으로 Cd함량을 算出하였다.

4. 麥飯石의 添加

麥飯石 原石을 粉碎하고 6~10號체 사이의 粒子를 택하여 使用하였으며 이 試料에 대하여 韓國動力資源研究所에 元素分析을 의뢰한 結果, 含有된 元素의 含量은 Table 1과 같았으며, 畝kg당 厩반석 50g 및 25g 을 작은 cellulose bag에 넣어 使用하였다.

Table I. Elementary Analysis of Quartz Porphyry

(%)			
SiO ₂	61.08	MnO	1.62
TiO ₂	0.58	CaO	4.85
Al ₂ O ₃	17.98	Na ₂ O	3.80
Fe ₂ O ₃	1.75	K ₂ O	2.40
FeO	3.97	P ₂ O ₅	0.12
MnO	0.12	H ₂ O	0.45
Total : 98.72			

50g /kg 첨가군은 77%의 현저한 Cd除去 效果를 나타내었다.

또 浸漬過程중에 麥飯石이 Cd除去 작용을 나타내기 위해서는 麥飯石의 粒子度를 작게하거나 온도 및 교반 조건을 개선하여야 할 것으로 思料되었다.

參 考 文 獻

1. De Man, J. M., "Principles of Food Chemistry", 171-187, 1976.
2. Fennerma O. R., "Prinaples of Food Science(I), Food Chemistry, 350, 1976.
3. 李瑞來, 辛孝善, "最新食品化學" 新光出版社, 168-177, 1977.
4. 南賢根, "最新生化學", 新光出版社, 377-394, 1977.
5. 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 李興在, 元敬豐, 池文煥, "國立保健研究院保", 9,191, 1972.
6. 宋哲, 金吉生, 李興在, 李哲遠, 盧晶培, "國立保健研究報", 11, 141, 1987.
7. 金東勳, "食品化學", 採永堂, 610-614, 1975.
8. Schroeder, H.A. and Vinton, W. H., Amer. J. Physiol., 202, 515, 1962.
9. 日本公衆衛生協會, 環境保健報告, 11, 1972.
10. De Man, J.M., "Principles of Food Chemistry A. W" Westport, Connecticut, 171, 1976
11. Fukushima, M., "New Methods in Environmental Chemistry and Toxicology", edited by Coulston, F., et. al, Intern. Acsdemic Printing Co., Japan, 231, 1973.
12. 高仁錫, 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 鄭國熙, 朱昌柏, "國立保健研究院報, 9, 389, 1972.
13. 孫東憲, 許仁會, 中央大學校論文集, 1975, 1974.
14. 이동근, 임경택, 한국영양식량학회지, 6(1), 73, 1977.
15. "食品·添加物の規格 및 基準, 韓國食品工業協會, 4, 415, 38, 1977.
16. 態谷洋, 佐伯清子, 食品衛生學雜誌, 日本, 17, 200, 1976.
17. Yung, J. S., Lee, S. R., and Rho, C. S., Korean J. Food Sci, Technol., 11, 3, Korean J. Food Sci, Technol, 11, 3, 176-181, 1979.
18. 學術院, 公害問題研究 委員會報告, 3, 13, 1972.
19. Jung, S. Y., and Lee, S.R., KOREAN j. Food Sci. Technol., 18, 4, 264-268, 1986.
20. 李時珍, 本草綱目, 第10卷, 台灣常務書館印行, 30-31, 1968.
21. 中山道治, "奇跡の藥石", 主婦の友社, 1982.
22. 眞野純, "美容と長生きの秘密", 1983.
23. Jin, K. D., Lee, S. w., and Lee, S. K., 資源問題研究, 5, 55-58, 1986.
24. 車基元, "原子吸收分光法", 採求堂, 1981.
15. 菅野三郎, 福井昭三, "環境公害學ろの基礎と分析法", 廣川書店, 東京, 188, 1978.

초회 2회 및 3회째 洗滌된 쌀중의 Cd농도가 높은 것으로 보아 麥飯石의 Cd除去 作用은 Fig. 1에서와 같이 전 Cd除去能力의 반이 30분 이내에 수행 된다고 보고²⁴⁾와 같이 Cd제거가 初回 洗滌때 부터 활발하게 일어나고 있음을 알 수 있었다.

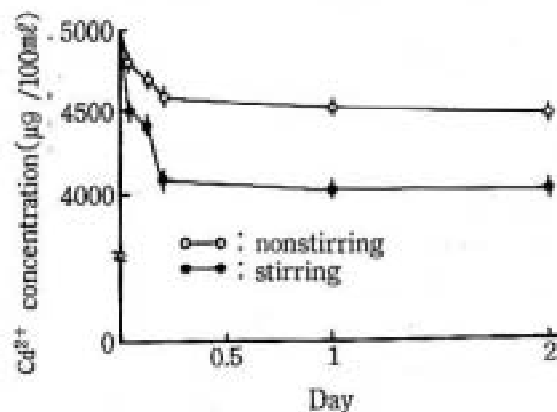


Fig. 1 Time course of Cadmium elimination by the Quartz porphry. n=3, Mean±S.E. (from Jin et al)

2. 麥飯石의 쌀 浸漬過程中的의 Cd除去效果

4회 洗滌後 上記試料(Control군과 쌀 kg당 백분식 50g 및 25g 을 cellulose bag으로 만들어 洗滌 初回부터 첨가하였던 群)를 20분간 실온에서 靜置한 후 gauze로 flask 입구를 막고 浸漬水를 따르고 3ml의 浸漬水 및 2g 의 불린 쌀을 試料로 Cd를 측정하였을때 그 效果는 Table III과 같았다.

麥飯石 첨가군과 control군을 상호비교시 Cd 잔유량의 절대치는 control군이 높은 반면 麥飯石 添加群에서의 상대적인 백분율에는 차이가 없음을 알 수 있었다. 실온에서 20분간 방치한, 쌀 浸漬課程 등의 麥飯石에 의한 Cd 除去 效果는 麥飯石의 Cd교환이 처음 30분까지 활발히 일어나며 교반과 같은 용해 조건이 주어질때에 비해 교반하지 않는 狀態로 放置할 때에는 반으로 Cd교환 效果가 떨어진다고 報告한 진동의 연구²⁵⁾로 보아 麥飯石이 浸漬課程중에는 control 군과 비교하여 Cd除去에 效果를 나타내지 못하였음을 일었으며 실온에서 放置, 20분간

浸漬時의 麥飯石의 Cd除去는 麥飯石中 Ca^{++} 과 効果적으로 交換되어 (Table F) 약 6시간 후 평형에 도달한다는 보고로써 보아 쌀 중의 Cd가 浸漬液中으로 용출되어 나와야만 교환 및 흡착이 일어날 수 있으므로 이 과정이 율속 단계(rate limiting step)임을 시사한다고 하겠다. (진등은 麥飯石이 50ppm Cd용액에서 5.3g 麥飯石의 교환능이 있다고 보고함.)

Table III. Effect of Quartz Porphyry on the Removal of Cadmium from Artificially Contaminated Rice by Swelling

Sample	Quartz Porphyry(g /kg)		
	Control	25	50
	Cd(ppm)		
Swelling water	7.31	3.24	N. D
Washed rice	79.11± 3.75	66.70± 4.11	54.17± 3.94
Swelled rice	66.53± 4.01	56.01± 3.80	47.12± 3.67
Efficiency(%)	84.1 ± 5.6	84.0± 6.2	86.9 ± 6.8

Mean± S.D of triplicate runs

Table IV. Effect of Cadmium on Release of K^+ , Na^+ , and Ca^{2+} from Quartz Porphyry

			Hour			Day	
			0.5	1	6	1	2
K^+	without	Cd^{2+}	2.4 ± 0.21	2.75± 0.23	2.9 ± 0.2	3.2 ± 0.4	3.35± 0.4
	with	Cd^{2+}	1.8 ± 0.16	2.4 ± 0.19	2.75± 0.23	2.75± 0.4	2.9 ± 0.35
Ka^+	without	Cd^{2+}	0.8 ± 0.02	0.88± 0.02	0.99± 0.04	1.0 ± 0.23	1.1 ± 0.16
	with	Cd^{2+}	0.85± 0.04	0.9 ± 0.06	1.0 ± 0.04	1.0 ± 0.17	1.1 ± 0.2
Cd^{2+}	without	Cd^{2+}	2.3 ± 0.12	2.26/± 0.23	3.95± 0.2	5.1 ± 0.48	5.6 ± 0.6
	with	Cd^{2+}	3.55± 0.21	3.8 ± 0.31	4.7 ± 0.25	5.2 ± 0.6	5.6 ± 0.6

n=3, Mean± S.E.

3. 쌀炊飯過程中 麥飯石의 Cd除去 效果

浸漬하는 쌀 試料에 對하여 一般 炊飯法으로 밥을 지을때의 소요 시간은 약 8分이었으며 麥飯石의 각 過程別 Cd除去效果는 Table V 및 Fig. II와 같았다.

Table V. Removal of Cadmium from Artificially Contaminated Rice by Cooking

Sample	Quartz Porphyry(g /kg)		
	Control	25	50
Swelld rice	66.53± 4.01	56.01± 3.80	47.12± 3.67
Cooked rice	46.31± 2.55	31.88± 1.78	21.72± 2.02
Removal efficiency(%)	31.4 ± 3.8	43.0 ± 3.8	53.9 ± 4.3

Mean± S.D of triplicated runs

$$\text{Removal efficiency(\%)} = \left(1 - \frac{\text{Residual level of cooked rice, ppm}}{\text{Residual level of rice after swelling, ppm}} \right) \times 100$$

밥을 炊飯하는 과정은 100℃의 고온과 수증기 발생이라는 조리조건이 적용되므로 炊飯過程中 쌀에 오염된 重金屬이 어느정도 除去되는가 하는 問題는 食品소비관계에서 관심이 집중되는 문제이다. 炊飯時의 重金屬 감소 경향은 수증기에 의한 휘산 내지 산화물 생성 등에 따른 손실로 解釋할 수도 있겠으나 높은 온도와 炊飯進行中の 내용물 운동으로 초기단계에서는 糞石과 Cd교환에 좋은 조건이 형성되다가 점차 높은 점도와 용매고갈로 인하여 교환과정은 정지되며 흡착과정 또한 效果가 떨어지리라고 추정된다. 炊飯으로 인하여 control군은 불린 후의 쌀의 31%의 Cd가 밥중에서 제거되었으며 25g /kg의 糞石과 50g /kg의 糞石을 加한 群은 43%, 54%의 상당한 Cd감소를 觀察할 수 있었다. 그러나 Fig. 2에서와 같이 control군은 최초 오염시킨 쌀에 비해 여전히 51%에 달하는 Cd가 잔존함을 볼 수 있었다. 한편 糞石을 加한 群은 이보다 훨씬 效果的으로 Cd가 除去됨을 알 수 있어서 쌀 1kg당 25g의 糞石을 加한 群에서는 66%, 50g을 糞石을 加한 群에서는 77% 이상의 현저한 Cd감소를 나타내었다. (Fig. 2)

이상의 실험 結果를 綜合하여 볼 때 Cd로 汚染된 쌀에서 重金屬을 除去하기 위하여 調理過程을 거치는 것은 효과적인 Cd除去法이 될 수 있으며 水洗, 炊飯등의 過程에서 糞石을 利用하는 것은 또한 Cd와 같은 重金屬에 오염된 식품내의 유해물질제거에 유용한 방법이 됨을 알았다.

또 이 研究를 위해서는 식품중 重金屬이나 유해 잔류 성분을 정량하기에 충분한 농도로 함유하고 있는 자연상태에서의 汚染된 試料가 必要하다. 그러나 이와 같은 이상적인 試料를 구하기는 매우 곤란할 뿐만 아니라 각 調理課程中 단계별로 糞石과의 相互作用 및 그 效果를 추적하여야 하므로 인위적인 汚染을 시도한 model화된 實驗을 遂行하는 것이 필요하였으며

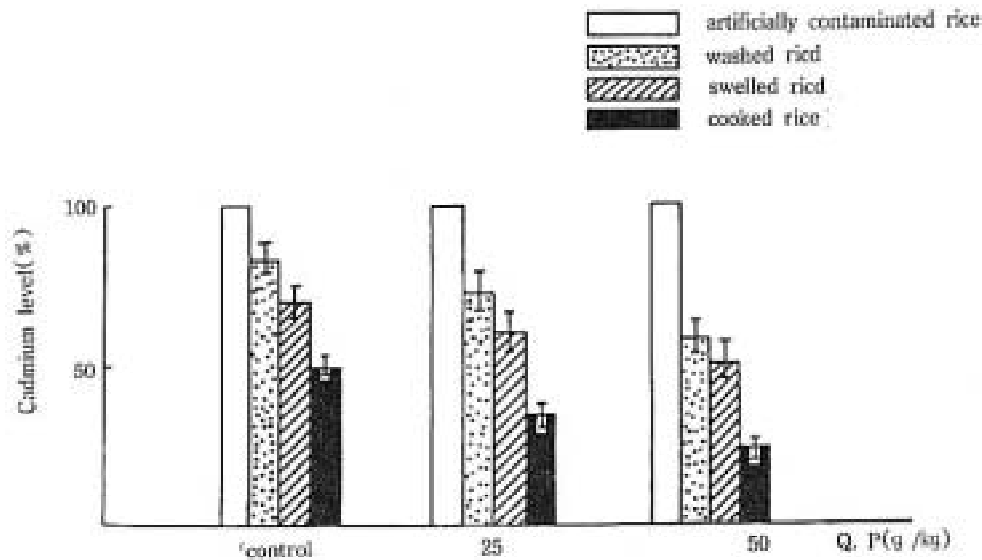


Fig. 2. Effect of Quartz Porphyry on cadmium elimination during washing, swelling and cooking of artificially contaminated rice.

분명한 결과를 얻을 수 있는 방법이 될 수 있다고 생각되었다. 정등의 연구¹⁰⁾에 의하면 50ppm 중금속을 인위적으로 오염시킨 쌀과 오염도가 높은 지역에서 수확한 쌀을 시험료 하여 가공중 두 시험료사이의 중금속 함유량 변화를 추적한 실험에서 인위적 오염시험료와 자연오염시험료에서 동일한 실험 결과를 얻었다고 보고한 바 있다.

IV. 結 論

식품에工場廢水등으로 인하여汚染이 우려되는 重金屬中 Cd의 除去 方法을 찾아보기 위하여 인위적으로 Cd를 汚染시킨 쌀을 試料로 水洗, 浸漬 및 炊飯과 같은 調理過程에 따른 麥飯石의 Cd除去 能力을 試驗하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 麥飯石은 쌀세척과정에서 效果的인 Cd除去 작용을 나타내었으며 또한 그 작용이 매우 빠르게 일어났다.
2. 麥飯石은 汚染된 쌀의 浸漬 過程에서는 Cd除去效果를 나타내지 못하였다.
3. 汚染된 쌀은 炊飯過程을 통하여 31%의 Cd가 除去되었으며 麥飯石을 25g/kg 및 50g/kg되게 加하고 炊飯한 경우는 각각 43%, 54%의 Cd 감소를 나타내었다.
4. 이상의 실험 결과 汚染된 쌀에 대한 調理過程中的 麥飯石 첨가는 水洗, 浸漬, 炊飯의 全課程을 거치는 동안 control군은 51% Cd 除去效果를 나타내는데 비해 25g/kg첨가군은 66%,

50g /kg 첨가군은 77%의 현저한 Cd除去 效果를 나타내었다.

또 浸漬過程중에 麥飯石이 Cd除去 作用을 나타내기 위해서는 麥飯石의 粒子度를 작게하거나 온도 및 교반 조건을 개선하여야 할 것으로 思料되었다.

參 考 文 獻

1. De Man, J. M., "Principles of Food Chemistry", 171-187, 1976.
2. Fennerma O. R., "Prinaples of Food Science(I), Food Chemistry, 350, 1976.
3. 李瑞來, 辛孝善, "最新食品化學" 新光出版社, 168-177, 1977.
4. 南賢根, "最新生化學", 新光出版社, 377-394, 1977.
5. 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 李興在, 元敬豐, 池文換, "國立保健研究院報", 9, 191, 1972.
6. 宋哲, 金吉生, 李興在, 李哲遠, 盧晶培, "國立保健研究報", 11, 141, 1987.
7. 金東勳, "食品化學", 探永堂, 610-614, 1975.
8. Schroeder, H.A. and Vinton, W. H., Amer. J. Physiol., 202, 515, 1962.
9. 日本公衆衛生協會, 環境保健報告, 11, 1972.
10. De Man, J.M., "Principles of Food Chemistry A. VI" Westport, Connecticut, 171, 1976
11. Fukushima, M., "New Methods in Environmental Chemistry and Toxicology", edited by Coulston, F., et. al., Intern. Acsdemic Printing Co., Japan, 231, 1973.
12. 高仁錫, 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 鄭國熙, 朱昌柏, "國立保健研究院報, 9, 389, 1972.
13. 孫東憲, 許仁會, 中央大學校論文集, 1975, 1974.
14. 이동근, 임경택, 한국영양식량학회지, 6(1), 73, 1977.
15. "食品·添加物の規格 및 基準, 韓國食品工業協會, 4, 415, 38, 1977.
16. 德谷洋, 佐伯清子, 食品衛生學雜誌, 日本, 17, 200, 1976.
17. Yung, J. S., Lee, S. R., and Rho, C. S., Korean J. Food Sci, Technol., 11, 3, Korean J. Food Sci, Technol., 11, 3, 176-181, 1979.
18. 學術院, 公害問題研究 委員會報告, 3, 13, 1972.
19. Jung, S. Y., and Lee, S.R., KOREAN j. Food Sci. Technol., 18, 4, 264-268, 1986.
20. 李時珍, 本草綱目, 第10卷, 台灣常務書館印行, 30-31, 1968.
21. 中山道治, "奇跡の藥石", 主婦の友社, 1982.
22. 眞野純, "美容と長生きの秘密", 1983.
23. Jin, K. D., Lee, S. w., and Lee, S. K., 資源問題研究, 5, 55-58, 1986.
24. 車基元, "原子吸收分光法", 探求堂, 1981.
15. 菅野三郎, 福井昭三, "環境公害學の基礎と分析法", 廣川書店, 東京, 188, 1978.