

仁川市 一圓에서 栽培된 野菜類中的 重金屬 含量에 關한 研究

趙 泰 雄

仁川直轄市 保健研究所

A Study on the Heavy Metal Content in Vegetables in In Chon Area

Tae Woong Cho

In Chon City Institute of Health

Abstract

This study was carried out to evaluate the heavy metal content in vegetables such as lettuce, chinese cabbage, sesame leaf, radish, cucumber and pumpkin that cultivated in Incheon area.

The results obtained were as follows :

As a whole, the heavy metal content in vegetables was the higher at industrial area and the lower at residential and green-belt area.

I. 緒 論

産業技術의 發達과 重化學工業의 急成長과 더불어 現代人은 온갖 公害物質의 위협속에서 살아가고 있다.

특히 都市人들은 大氣汚染, 水質汚染 및 土壤汚染 等과 같은 周圍 環境汚染 뿐만 아니라 人口의 폭발적인 增加와 함께 좁은 耕作地에서 最大의 수확을 올리려는 人間의 努力은 어쩔 수 없이 農業使用의 增加로 因하여 環境生態系

를 破壞 시키고 있으며¹⁾, 또한 Food Chain을 통한 重金屬의 人體內 蓄積으로 말미암아 中毒 事故를 일으키고 있다.²⁾

그러므로 現代人은 매일같이 食탁에 오르는 野菜나 밥, 과일 및 생선류에 이르기 까지 그 飲食物들이 過度한 農藥이나 公害로 因한 重金屬에 汚染되어 있는 것이 아닌가 하는 두려움에 늘 사로 잡혀 安心하고 먹을 수 없는 實情이다.

政府는 이러한 위협으로 부터 國民의 健康을 保護하기 위해 쌀, 딸기, 사과, 복숭아, 포도,

상치, 양배추, 도마도 등 8個 農作物과 멸치, 조기 등 24個 水産物에 對한 農藥 및 重金屬 成分의 最大 許容基準을 設定하여 이에 適合치 않는 農作物은 판매 금지 시킬 方針을 서두르고 있다.³⁾

그리고 毒性이 강한 殘留性 農藥을 지나치게 使用하기 때문에 農作物 뿐만 아니라 耕作地의 土壤까지 重金屬에 汚染되어 있고⁴⁾⁵⁾, 또한 大單位 工場廢水로 下川 및 沿近海가 甚하게 汚染되어 있다⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾는 點을 考慮할 때 이와같은 規制 方案은 速히 이루어 져야 할 것이다.

이에 本 研究者는 上記의 重要性에 비추어 仁川市 一區에서 재배되고 있는 채소류중의 重金屬 汚染度의 現況을 파악하여 앞으로 發生할 수 있는 市民의 健康被害를 未然에 防止하기 爲한 基礎資料를 마련코자 本 研究를 試圖하였던 것이다.

그 結果 얻은 成績을 報告하고자 한다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

1985年 4月 부터 10月 末까지 仁川市의 工業地域 2個所, 住居地域 1個所, 綠地地域 1個所에서 재배되고 있는 野菜類 6種을 5回에 걸쳐 임의 採取하여 實驗材料로 使用하였다(Table 1 參照).

Table 1. Sampling Site of Vegetables

Area*	Sampling Site	Materials
Industrial A	Hyosung-dong	Lettuce
Industrial B	Gajwa-dong	Chines Cabbage
Residential	Guwol-dong	Sasame Leaf
Green-Belt	Yonhi-dong	Radish
		Cucumber
		Pumpkin

*Area: by municipal administration law

2. 實驗項目

Cu, Zn, Cd, Pb, As, Hg.

3. 實驗方法

가. 檢體의 前處理

各 地域別로 임의 採取한 試料를 수도물에 깨끗이 씻고 정제수로 재차 씻은 후 可能限한 室內에서 물기를 除去하고 細切한 것을 잘 混合하여 100g을 取하였다.

나. 分析裝置

A. A. S. : Varian AA-275型

U. V. S. : Shimadzu UV-260型

Mercury Analyzer : Rigaku Mercury SP型

다. 分析方法

1) Pb, Cd, Cu 및 Zn : A. A. S. 法¹⁰⁾에 따라 試驗하였다.

2) As : 砒化水素 - Ag·DDTC - Brucine Chloroform法¹¹⁾에 따라 試驗하였다.

3) Hg : Mercury Analyzer를 利用하여 試驗하였다.

III. 成 績

1. 상 치

상치를 各 地域別로 5回 採取하여 分析한 重金屬別 含量의 平均値는 Table 2와 같다.

銅은 工業地域 B인 가좌洞의 試料에서 2.71 ± 0.550 ppm으로 가장 높았으며, 鉍鉛은 工業地域 A인 효성洞의 試料에서 5.228 ± 0.709 ppm으로 가장 높았고, 鉛(납)은 工業地域 A에서 0.979 ± 0.04 ppm으로 가장 높았다.

카드뮴, 砒素 및 水銀은 工業地域 A에서 工業地域 B 보다는 높은 測定値를 보여 주었으며, 住居 및 綠地地域에서는 檢出되지 않았다.

2. 배 추

배추에 對한 各 地域別 重金屬 含量의 平均値는 Table 3과 같다.

銅은 工業地域 B 및 綠地地域에서 0.218 ± 0.007 ppm 및 0.215 ± 0.03 ppm으로 共히 가장 높은 測定値를 나타내고 있으며, 工業地域

Table 2. The Heavy Metal Content in Lettuce

		unit: ppm					
Area	Metals	Cu	Zn	Cd	Pb	As	Hg
	n						
Industrial A	5	0.470 ± 0.174	5.228 ± 0.709	0.303 ± 0.037	0.979 ± 0.040	0.009 ± 0.001	0.113 ± 0.22
Industrial B	5	2.721 ± 0.550	0.618 ± 0.077	0.069 ± 0.010	0.774 ± 0.062	0.01 ± 0.005	0.017 ± 0.002
Residential	5	0.106 ± 0.017	0.197 ± 0.033	ND	0.094 ± 0.014	ND	ND
Green-belt	5	0.100 ± 0.100	0.297 ± 0.112	ND	0.093 ± 0.008	ND	ND
							Mean ± S.D.

Table 3. The Heavy Metal Content in Chinese Cabbage

		unit: ppm					
Area	Metals	Cu	Zn	Cd	Pb	As	Hg
	n						
Industrial A	5	0.184 ± 0.016	1.074 ± 0.143	0.082 ± 0.011	2.837 ± 0.593	0.01 ± 0.005	0.026 ± 0.007
Industrial B	5	0.218 ± 0.047	0.473 ± 0.053	0.114 ± 0.014	0.621 ± 0.091	0.01 ± 0.005	0.004 ± 0.002
Residential	5	0.171 ± 0.051	0.270 ± 0.058	ND	0.087 ± 0.014	ND	ND
Green-belt	5	0.215 ± 0.030	0.920 ± 0.118	ND	1.064 ± 0.100	ND	ND
							Mean ± S.D.

A 및 住居地域에서는 0.184 ± 0.016 ppm 및 0.171 ± 0.051 ppm 으로 나타났다.

亜鉛은 工業地域 A에서 1.074 ± 0.143 ppm 으로 가장 높았으며, 다음은 綠地地域에서 0.920 ± 0.118 ppm, 工業地域 B에서 0.473 ± 0.053, 綠地地域에서 0.270 ± 0.058 ppm 의 順으로 나타났다.

鉛은 工業地域 A에서 2.837 ± 0.593 ppm 으로 가장 높았으며, 다음은 綠地地域에서 1.064 ± 0.100 ppm, 工業地域 B에서 0.621 ± 0.091 ppm, 住居地域에서 0.087 ± 0.014 ppm 의 順으로 나타났다.

카드뮴, 砒素 및 水銀은 工業地域 A 및 B 에서 極微量 檢出 되었으며, 住居 및 綠地地域에서는 檢出 되지 않았다.

3. 깻 잎

깻잎에 對한 各 地域別 重金屬 含量의 平均

値는 Table 4 와 같다.

銅은 工業地域 A에서 2.830 ± 0.390 ppm 으로 가장 높았으며, 다음은 工業地域 B에서 0.757 ± 0.054 ppm, 綠地地域에서 0.399 ± 0.095 ppm, 住居地域에서 0.209 ± 0.061 ppm 의 順으로 나타났다.

亜鉛은 工業地域 A에서 4.341 ± 0.508 ppm 으로 가장 높았으며, 다음은 綠地地域 및 工業地域 B에서 0.866 ± 0.103 ppm 및 0.863 ± 0.114 ppm 으로 높았으며, 住居地域에서는 0.289 ± 0.043 ppm 으로 가장 낮았다.

鉛은 工業地域 A에서 0.920 ± 0.267 ppm 으로 가장 높았고, 다음은 工業地域 B에서 0.634 ± 0.061 ppm 으로 높았으며, 綠地地域에서 0.599 ± 0.123 ppm, 住居地域에서 0.091 ± 0.011 ppm 을 보였다.

카드뮴, 砒素 및 水銀은 工業地域 A 및 B 에서 極微量 檢出 되었으며, 住居 및 綠地地

Table 4. The Heavy Metal Content in Sesame Leaf

		unit: ppm					
Area	Metals	Cu	Zn	Cd	Pb	As	Hg
	n						
Industrial A	5	2.830 ± 0.390	4.341 ± 0.508	0.011 ± 0.007	0.920 ± 0.267	0.01 ± 0.002	0.107 ± 0.016
Industrial B	5	0.757 ± 0.054	0.863 ± 0.114	0.040 ± 0.016	0.634 ± 0.061	0.016 ± 0.005	0.017 ± 0.005
Residential	5	0.209 ± 0.061	0.289 ± 0.043	ND	0.081 ± 0.011	ND	ND
Green-belt	5	0.399 ± 0.095	0.866 ± 0.103	ND	0.599 ± 0.123	ND	ND
							Mean ± S.D.

Table 5. The Heavy Metal Content in Radish

		unit: ppm						
Area	Metals	Cu	Zn	Cd	Pb	As	Hg	
	n							
Industrial A	5	0.141 ± 0.031	1.287 ± 0.116	ND	0.736 ± 0.037	ND	ND	
Industrial B	5	0.093 ± 0.005	0.521 ± 0.050	ND	0.145 ± 0.025	ND	ND	
Residential	5	0.065 ± 0.036	0.176 ± 0.067	ND	0.084 ± 0.014	ND	ND	
Green-belt	5	0.067 ± 0.014	0.342 ± 0.060	ND	0.074 ± 0.020	ND	ND	
							Mean ± S.D.	

域에서는 檢出되지 않았다.

4. 무 우

무우에 대한 各 地域別 重金屬 含量의 平均 値는 Table 5와 같다.

銅은 工業地域 A에서 0.141±0.031ppm 으로 가장 높았으며, 그 外 地域에서는 微量 檢出 되었다.

亜鉛은 工業地域 A에서 1.287±0.116 ppm 으로 가장 높았으며, 다음은 工業地域 B에서 0.521±0.05 ppm, 綠地地域에서 0.342±0.06 ppm, 住居地域에서 0.176±0.067 ppm의 順으로 나타났다.

鉛은 工業地域 A에서 0.736±0.037 ppm 으로 가장 높았으며, 다음은 工業地域 B에서 0.145±0.025 ppm으로 높았고, 住居 및 綠地 地域에서는 微量 檢出 되었다.

그리고, 카드뮴, 砒素 및 水銀은 全 地域의 試料에서 檢出되지 않았다.

5. 오 이

오이에 對한 各 地域別 重金屬 含量의 平均 値는 Table 6과 같다.

銅은 工業地域 B에서 0.696±0.302 ppm 으로 가장 높았으며, 다음은 工業地域 A에서 0.153±0.005 ppm으로 높았고, 住居 및 綠地 地域에서는 微量 檢出 되었다.

亜鉛은 工業地域 A에서 1.348±0.209 ppm 으로 가장 높았으며, 다음은 工業地域 B에서 0.436±0.07 ppm으로 높았고, 綠地地域에서 0.151±0.044 ppm을 보였다.

鉛은 工業地域 A에서 0.659±0.05 ppm으로 가장 높았으며, 다음은 工業地域 B에서 0.244 ±0.037 ppm으로 높았고, 住居地域에서는 0.

Table 6. The Heavy Metal Content in Cucumber

		unit: ppm					
Area	Metals n	Cu	Zn	Cd	Pb	As	Hg
		Industrial A	5	0.153 ± 0.005	1.348 ± 0.209	ND	0.659 ± 0.050
Industrial B	5	0.696 ± 0.302	0.436 ± 0.07	ND	0.244 ± 0.037	ND	ND
Residential	5	0.079 ± 0.013	0.151 ± 0.044	ND	0.004 ± 0.003	ND	ND
Green-belt	5	0.091 ± 0.025	0.256 ± 0.116	ND	ND	ND	ND
		Mean ± S.D.					

Table 7. The Heavy Metal Content in Pumpkin

		unit: ppm					
Area	Metals n	Cu	Zn	Cd	Pb	As	Hg
		Industrial A	5	0.279 ± 0.321	1.318 ± 0.148	ND	0.572 ± 0.069
Industrial B	5	0.078 ± 0.015	0.374 ± 0.059	ND	ND	ND	ND
Residential	5	0.072 ± 0.026	0.204 ± 0.074	ND	ND	ND	ND
Green-belt	5	0.074 ± 0.015	0.356 ± 0.051	ND	ND	ND	ND
		Mean ± S.D.					

004±0.003 ppm 이며, 綠地地域에서는 檢出되지 않았다.

그리고, 카드뮴, 砒素 및 水銀은 全地域의 試料에서 檢出되지 않았다.

6. 考 察

호박에 對한 各地域別 重金屬 含量의 平均値는 Table 7 과 같다.

銅은 工業地域 A에서 0.279±0.321 ppm 으로 가장 높았으며, 그 外의 地域에서는 微量의 測定値를 보여 주고 있다.

亜鉛은 工業地域 A에서 1.318±0.148 ppm 으로 가장 높았으며, 그 外의 地域은 0.204~0.374 ppm 을 보였다.

鉛은 工業地域 A에서 0.572±0.069 ppm 의 測定値를 보여 주었으며, 그 外의 地域에서는 檢出되지 않았다.

카드뮴, 砒素 및 水銀은 全地域에서 檢出되

지 않았다.

IV. 考 察

重金屬은 一般的으로 比重 5 以上의 金屬을 말하는데, 例를 들면 水銀(13.6), 鉛(11.34), 카드뮴(8.65), 銅(8.94), 砒素(5.93), 亜鉛(7.14), 망간(7.47) 등이 있다.²⁾

本 調査에서는 우리가 日常 食生活에서 섭취하고 있는 野菜만을 선정하여 各地域別로 重金屬 含量을 比較 檢討하기 위한 것이다.

測定 對象物에 對한 各 重金屬別 成績을 보면, 銅의 경우는 工業地域 A에서 採取한 畵 앞에서 2.830±0.390 ppm 과 工業地域 B에서 採取한 상치에서 2.71±0.017 ppm 으로 높은 測定値를 보여 주고 있는데, 이 測定値는 金等⁴⁾의 測定成績 보다도 높았고, 그 外의 測定値는 0.065~0.757 ppm 으로서 金等과 類似

하였다.

亜鉛의 경우는 工業地域 A에서 採取한 樣本에서 5.228 ± 0.709 ppm으로서 가장 높았으며, 工業地域 A에서 採取한 樣本에서 4.341 ± 0.508 ppm으로서 두번째로 높았고, 그 外의 成績은 $0.151 \sim 1.348$ ppm의 分布를 보였다.

全 試料에서 銅 含量과 亜鉛 含量을 比較하면 亜鉛의 含量値가 銅 含量値 보다 높게 나타났으며, 이는 工場 等으로 부터 排出되는 汚染物質中 銅 含量보다는 亜鉛 含量이 높은 것으로 생각된다.

카드뮴의 경우는 工業地域 A에서 採取한 樣本에서 0.303 ± 0.037 ppm으로서 가장 높은 測定値를 보여 주었으며, 또한 工業地域 A에서 배추 및 깻잎과 工業地域 B에서 樣本, 배추 및 깻잎 等에서 微量 檢出 되었고, 住居 및 綠地地域의 全 試料에서 檢出되지 않았다.

本 成績値는 日本에서 適用하고 있는 玄米中 카드뮴의 許容基準値 1.0 ppm¹³⁾과 比較할 때 훨씬 적은 測定値임을 보여주고 있다.

鉛의 경우는 全 試料中 工業地域 B에서 採取한 樣本에서 2.837 ± 0.593 ppm으로 가장 높은 測定値를 보여 주었는데, 이는 京仁 高速道路邊에 位置하고 있어 自動車의 排氣 氣中 鉛 含量에 依한 것으로 思慮되며, 또한 綠地地域에서 採取한 樣本에서도 1.064 ± 0.011 ppm으로 높았는데, 이곳은 綠地地域이지만 道路邊에서 栽培되고 있는 試料를 採取한 것이기 때문에 上記와 똑같은 原因 物質에 依한 것으로 思慮되는데, 이와 같은 測定値는 日本의 野菜中 鉛의 許容基準値(1.0 ppm)^{13), 16)}를 超過하고 있어, 이곳에서는 野菜類의 栽培를 制限 또는 抑制시키는 것이 바람직한 것으로 思慮된다.

그 外의 試料에 對한 測定値는 $0.004 \sim 0.979$ ppm으로서 全 等⁴⁾의 測定成績 보다는 높은 結果를 나타내 주고 있으며, 吳 等¹⁴⁾의 測定成績과는 類似한 結果를 보여 주고 있다.

砒素의 경우는 工業地域 A 및 B에서 採取한 樣本, 배추 및 깻잎에서 約 0.01 ppm 檢出되었으며, 本 成績은 日本의 野菜中 砒素의 許容基準値 1.0 ppm^{13), 16)}(As₂O₃로서)에 比해서도 매우 적은 測定値를 보여 주고 있다.

水銀의 경우는 工業地域 A에서 採取한 樣本에서 0.113 ± 0.022 ppm으로서 가장 높았으며, 또한 工業地域 A 및 B에서 採取한 樣本, 배추 및 깻잎에서 $0.004 \sim 0.107$ ppm의 分布를 보였는데, 本 成績은 金 等⁴⁾ 및 吳 等¹⁴⁾의 測定成績과 類似한 結果를 나타내 주고 있다.

一般的으로 本 調査에서 나타난 成績을 보면, 工業地域 A 및 B에서 採取한 試料中의 重金屬 含量이 住居地域과 綠地地域의 試料 보다는 曄 曄한 程度로 높았음을 나타내 주고 있는데, 이는 工業地域의 各 事業場에서 排出되고 있는 汚染物質 等이 상당량으로 토양을 汚染시킨 것을 野菜가 吸收한 結果로 생각되며, 앞으로 이에 對한 對策 및 規制方案이 강구 되어야 할 것이다.

그리고, 本 調査에서 採取한 試料는 栽培 間과 토양오염 等を 고려하지 않고 都市計劃法에 依한 地域區分을 하여 各 地域에서 栽培되고 있는 試料를 임의 採取하여 試驗 하였는데, 앞으로는 이러한 點을 고려한 調査研究가 수행 되어야 할 것이다.

V. 結 論

仁川市 一圓에서 栽培되고 있는 野菜類 6種을 4 個 地域別로 5 回씩 임의 採取하여 重金屬 含量을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 野菜類中의 重金屬 含量은 工業地域에서 栽培된 것이 住居 및 綠地地域에서 栽培된 것보다 훨씬 높았다.

2. 銅 含量은 工業地域 A의 樣本에서 2.830 ± 0.390 ppm으로 가장 높았으며, 다음은 工業

地域 B의 상치에서 2.721 ± 0.017 ppm으로 높았고, 그 외의 것은 0.065 ± 0.757 ppm의 함량을 보였다.

3. 亜鉛은 工業地域 A의 상치에서 5.228 ± 0.709 ppm으로 가장 높았으며, 다음은 同地域의 깻잎에서 4.341 ± 0.508 ppm으로 높았고, 그 외의 것은 $0.151 \sim 1.348$ ppm의 함량을 보였다.

4. 鉛은 工業地域 B의 배추에서 2.837 ± 0.593 ppm으로 가장 높았으며, 다음은 綠地域의 배추에서 1.064 ± 0.011 ppm으로 높았고, 그 외의 것은 ND ~ 0.979 ppm의 함량을 보였다.

5. 카드뮴, 砒素 및 水銀은 工業地域 A 및 B의 상치, 배추 및 깻잎 등에서 微量 檢出되었으며, 그 외의 것은 全 試料에서 檢出되지 않았다.

以上과 같은 結果로 부터 野菜類中の 重金屬 含量 規制値는 銅 2.0 ppm 以下, 亜鉛 5.0 ppm 以下, 카드뮴 1.0 ppm 以下, 鉛 1.0 ppm 以下, 砒素(As_2O_3 로서) 1.0 ppm 以下, 水銀 0.2 ppm 以下를 適用함이 적당하다고 思慮된다.

參 考 文 獻

1. 車喆煥 : 農村에 있어서 農藥使用의 問題, 韓國農村醫學會誌 1(1):22, 1976.
2. 韓基碩 : 土壤汚染과 農作物 <重金屬의 被害와 對策>, 環境과 公害 8(2):46~51, 現代環境管理所, 1985.
3. 東亞日報社 : 1985年 3月 30日 東亞日報 第19535號 社設.
4. 金吉生, 宋哲 外 : 野菜 및 果實類中の 微量 金屬의 分布에 關한 研究, 국립보건원 報 18:363~367, 1981.
5. 金東균 : 農藥이 健康에 미치는 影響, 韓國農村醫學會誌 6(1):82, 1981.
6. 車喆煥 : 公害와 疾病 p. 61~93, 最新醫學社 發行, 1974.
7. 서울特別市 : 漢江水系水質調查報告書 p. 21~22, 1979.
8. 張載弘, 吳秀暻, 趙泰雄 外 : 漢江原水 및 支川水의 水質汚染度 調查研究, 서울特別市 保健研究所報 16(속편):231~241, 1980.
9. 金珍坤, 全亨一, 韓商運, 蔡怡周, 趙泰雄 外 : 서울市內 支川水의 水質汚染度 調查研究, 서울特別市 綜合技術試驗研究所報 18:168~208, 1982.
10. 日本藥學會 : 衛生試驗法注解 p. 398~421, 1983.
11. 辛正來, 金榮煥 : 食品中の 砒素分析, 環境汚染測定分析法 p. 307~308, 産業公害研究所 發行, 1980.
12. 現代環境管理所 : 環境과 公害 8(7):339, 1985.
13. 辛正來, 金榮煥 : 環境汚染測定分析方法 (水質, 土壤, 食品) p. 215~220, 産業公害研究所 發行, 1980.
14. 吳英根 外 : 食品中 殘留農藥에 對한 研究 調查<第3報 : 重金屬의 汚染度에 關하여>, 서울特別市 保健研究所報 11:24~26, 1975.
15. 保健社會部 告示 第83-9號, 食品等의 規格 및 基準 p. 25, 1983.
16. 日本食品衛生學會 : 食品·食品添加物 等 規格基準, 食品衛生學雜誌 26(1):87, 1985.