

汚染된 野菜의 調理方法에 따른 水銀含量的의 變化

金 玲 希·林 英 淑*

信一專門大學, *大邱工業專門大學
(1984년 3월 16일 접수)

Changes in Mercury Content of Contaminated Vegetables by Cooking Method

Young-Hee Kim and Young-Sook Lim*

*Shin-Il Christian Junior College, *Daegu Technical Junior College, Taegu, Korea*
(Received March 16, 1984)

Abstract

This experiment was carried out to determine the effect of cooking methods of boiling and frying on the removal of mercury from vegetables. Garland chrysanthemums and the leaves of young radishes contained 0.23 and 0.15 ppm of mercury, respectively. When they were boiled, the content of the mercury decreases to 78 percent in garland chrysanthemums and 73 per cent in radish leaves. When they were fried, the content of the mercury decreases to 69 percent in garland chrysanthemums and 60 percent in radish leaves. After the vegetables were exposed to 0.11 ppm of mercury dichloride for 2 hours, the raw garland chrysanthemums and the raw young radish leaves were contaminated with 6.65, 6.10 ppm of mercury, respectively. When the vegetables were boiled, after this contamination, the mercury was dissolved and melted out about 10.0%, however, when the vegetables were fried the mercury was dissolved and melted out about 12~24%. When the vegetables were exposed to 1.0 ppm of mercury dichloride, the raw garland chrysanthemums was contaminated with 10.79 ppm of mercury and the radish leaves 10.83 ppm of mercury. The mercury was dissolved and melted out about 10~20% and 10~30% when the vegetables were boiled and fried, respectively. From these results, it can be suggested that frying is more effective cooking method than boiling for the elimination of mercury from its contaminated foods.

序 論

水銀은 여러가지 重金屬中 食品汚染源으로서 가장
경계해야할 成分의 하나이다. 水銀化合物의 主軸이

되는 有機水銀은 alkyl水銀과 phenyl水銀으로 나눌수
있으며 人體에 強한 毒性을 나타내는데, 이 중 alkyl
水銀의 毒性이 特히 強한 것으로 알려져 있다¹⁾.

지금은 有機水銀系 殺菌劑의 製造 및 撒布가 全的

으로 禁止되고 있지만 從來 水銀農藥의 適用이 아직도 食品汚染에 대한 社會問題로 남아 있다. 일찌기 Boorer²⁾는 農藥을 撒布할 때 植物體에 부착되는 量은 매우 적고, 그 90% 以上은 地面에 落下한다고 하고, 다시 植物體에 附着된 것도 바람에 날리고 빗물에 씻겨서 그 태반은 地面으로 落下하여 土壤과 河川의 汚染源이 된다고 하였다. 또 Ross 등³⁾은 撒布된 有機水銀農藥이 地面에 떨어지면 地表 2 inch 사이의 土壤에 殘留하고 植物體의 뿌리를 통해서 吸收되는 量은 매우 적고 잎에 附着된 農藥의 일부는 浸透作用으로 果實에 移行 축적 된다고 하였다.

한편 山田⁴⁾는 水稻 水耕試驗을 통해서 培養液中의 水銀濃度가 5.85 ppm 일때 벼의 뿌리의 先端部의 水銀濃度가 2,150 ppm 이고 莖葉部에는 17.4~567 ppm 으로 培養液中 水銀濃度가 낮은 경우(0.55 ppm 區)에 比하여 水銀含量이 훨씬 높았다고 하였다. 이렇게 水銀農藥에 대한 研究는 매우 많으나 調理中の 含量變化에 관한 調查 研究는 비교적 적다. 그러므로 野菜類 일정 濃度의 無機水銀으로 汚染시킨 洗滌液을 만들어서 날 것과, 삶고, 튀기는 등 調理과정 중의 水銀含量의 變化를 檢討하였다.

材料 및 方法

1. 供試材料

市販 쑥갓(*Chrysanthemum coronarium*)과 열무(*Raphanus sativus*)를 구입하여 水道水, 中性洗劑, 水道水, 脫 ion 水의 차례로 外部의 흙과 먼지를 씻은 後 供試하였다.

2. 對照區

위의 같이 水道水에 씻은 것을 對照區로 삼고 ① 날 것(對照區) ② 10 倍量의 끓는 물에서 10분간 삶은 것(以下 삶은區로 略함) ③ 10 倍量의 끓는 salad oil 중에서 5분간 튀긴 것(以下 튀김區로 略함)으로 나누어 處理하고 外部의 물기나 기름은 여과지로 除去하고 60°C에서 1日間 乾燥, 粉碎하여 供試 하였다.

3. 0.1ppm HgCl₂ 浸漬區

水道水로 洗滌한 野菜類 0.1 ppm HgCl₂ 溶液에 2 時間 浸漬한 후 外部의 물기를 除去하고 ① 날 것(對照區) ② 삶은 것(삶은區) ③ 튀긴 것(튀김區)으로 나누어 處理하고 60°C에서 1日間 乾燥, 粉碎하여 供試 하였다.

4. 1 ppm HgCl₂ 浸漬區

위의 같이 洗滌한 野菜類 1 ppm HgCl₂ 溶液에 2 時間 浸漬하여 同一한 方法으로 乾燥, 粉碎하여 供試하였다.

5. 水銀含量分析

各區 마다 供試材料 약 0.1 g 을 正確히 秤取하여 Shimadzu AA 610-S 型 水銀 分析 裝置로 分析 하였다⁵⁾. 分析法和 測定條件은 Fig. 1 및 Table 1 과 같다.

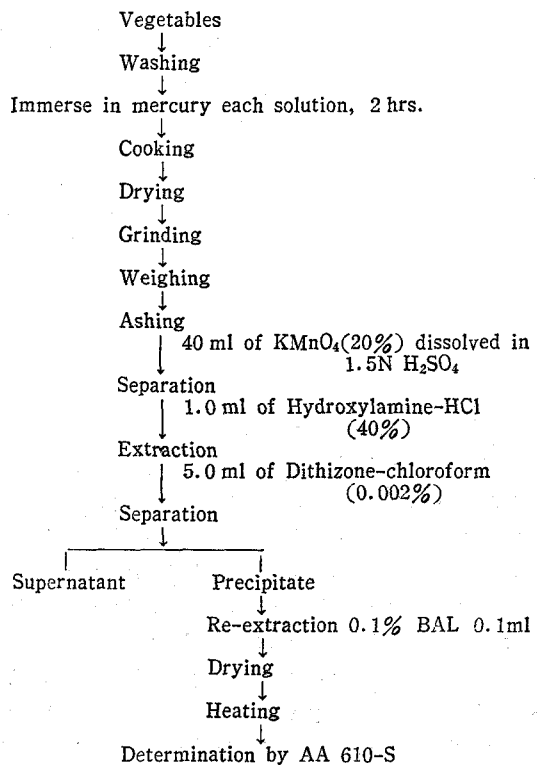


Fig. 1. Treatments and determination method for mercury.

Table 1. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometry for determination of mercury

Lamp	Hg hallow cathod lamp
Lamp current	10 mA
Wave length	253.7 nm
Slit width	1.9 Å
Heating time	30 sec

結果 및 考察

1. 對照區

野菜를 水道水로 씻고 각각 水銀含量을 分析한 結果는 Table 2 와 같다.

근 썩갠은 낱것이 乾物重으로 해서 0.23 ppm, 열 무는 0.15 ppm 으로서 野生植物 196 種의 水銀含量을 調査한 結果가 乾物當 0.5 ppm 以下였다는 報告⁹⁾와 比較한다면 신빙성 있는 값이라 하겠다.

한편 썩갠과 열무를 끓는물에 넣고 삶은 것은 前者가 平均 0.18 ppm, 後者は 平均 0.11 ppm 로서 對照區에 比해서 平均 約 78%, 73%가 殘存 하었다. 이것은 野菜外部에 附着되어 있던 水銀이 끓는 물에 의한 溶解度의 增加와 물이 끓을 때의 심한 流動으로 調理用水에의 溶解 내지 離脫된 것으로 간주된다. 다시 기름에 튀겼을 때는 前者가 平均 0.16 ppm, 後者は 0.09 ppm 로서 對照區에 比해서 平均 約 69% 및 60%가 殘存하여 끓는물에 삶았을 때 보다는도 훨씬 더 많은 量이 溶脫 되었다.

2. 0.1 ppm 浸漬區

野菜를 0.1 ppm HgCl₂ 溶液에 2 時間 浸漬한 후 ① 對照區 ② 삶은區 ③ 튀기區로 區別하여 各各 野菜 속의 水銀含量을 分析한 結果는 Table 3 와 같다.

근 0.1 ppm HgCl₂ 溶液에 2 時間 浸漬한 結果는 對照區 보다 썩갠이 거의 30 倍, 열무는 約 40 倍 만큼 많은 水銀을 가지게 되었다. 다시 이들을 끓는물에 삶았을 때는 0.1 ppm HgCl₂ 溶液에 浸漬한 낱것에 比해서 썩갠은 88%, 열무는 90%가 殘存하고 10% 內

Table 2. Changes in mercury content of vegetables after cooking

		Raw	Boiling	Frying
Garland chrysanthemum	1	0.25	0.20	0.18
	2	0.20	0.13	0.15
	3	0.24	0.21	0.16
	Avr.	0.23	0.18	0.16
Radish leaves	1	0.16	0.12	0.08
	2	0.15	0.10	0.09
	3	0.15	0.10	0.09
	Avr.	0.15	0.11	0.09

Figures in the table represent the content of the mercury in ppm on the basis of its dry weight.

Table 3. Changes in mercury content of the vegetables after cooking

		Raw	Boiling	Frying
Garland chrysanthemum	1	6.35	6.25	4.89
	2	7.20	6.26	5.62
	3	6.40	5.10	4.46
	Avr.	6.65	5.87	4.99
Radish leaves	1	5.95	5.40	5.20
	2	5.50	5.26	5.26
	3	6.85	5.88	5.75
	Avr.	6.10	5.51	5.40

Unit is same as Table 2. The vegetables were previously immersed in 0.1 ppm HgCl₂ solution for 2 hours.

외의 水銀이 調理用水에 溶脫된 셈이다. 또 기름으로 튀겼을 때는 0.1 ppm HgCl₂ 溶液에 浸漬한 낱것에 比해서 썩갠은 76%, 열무는 88%가 殘存하고 12~24% 만큼의 水銀이 調理에 사용한 기름 속으로 溶脫되어 물로 삶았을 때 보다는도 약간 더 많이 溶脫되었다.

3. 1 ppm 浸漬區

野菜를 1 ppm HgCl₂ 溶液에 2 時間 浸漬한 후 역시 ① 對照區 ② 삶은區 ③ 튀기區로 區別해서 調理에 따른 水銀含量의 變動을 살펴본 結果는 Table 4 와 같다.

1 ppm HgCl₂ 溶液에 2 時間 浸漬한 경우는 水道水에 浸漬한 對照區 보다 썩갠이 거의 50 倍, 열무는 約 70 倍 만큼 많은 水銀으로 汚染 되었고 다시 0.1 ppm 에 浸漬한 對照區 보다 썩갠은 約 1.5 倍, 열무는

Table 4. Changes in mercury content of the vegetables after cooking

		Raw	Boiling	Frying
Garland chrysanthemum	1	11.25	9.44	8.73
	2	9.28	6.73	6.48
	3	11.85	8.90	7.75
	Avr.	10.79	8.35	7.65
Radish leaves	1	10.75	9.10	9.09
	2	10.02	9.24	9.29
	3	11.73	11.03	10.86
	Avr.	10.83	9.79	9.75

Unit is same as Table 2. The vegetables were previously immersed in 1 ppm HgCl₂ solution for 2 hours.

1.8 배 정도 더 많은 수은을 가지게 되었다. 그리고 보면 浸漬液의 수은 농도차는 0.1 ppm 과 1 ppm로서 1:10, 곧 10 배 만큼 큰 차이가 있지만 兩者가 각각 野菜를 汚染시킬 때는 1:1.5 내지 1:1.8 곧 1.5~1.8 배 정도에 불과하였고 結局 0.1 ppm 로 汚染된 河川水이라 할지라도 野菜를 浸漬해 두면 1 ppm 만큼 심하게 汚染된 河川水의 경우와 거의 同一하게 野菜를 汚染 시키게 됨을 알 수 있었다.

다시 이들을 끓는물에 삶았을 때는 1 ppm HgCl₂ 溶液에 浸漬한 날것에 비해서 썩갠 것은 77%, 열무는 90%가 殘存하고 10~20% 정도의 수은이 調理用水에 溶脫 되었고, 또 기름으로 튀겼을 때는 1 ppm HgCl₂ 溶液에 浸漬한 날것에 비해서 썩갠 것은 71%, 열무는 90%가 殘存하여 10~30% 가까운 수은이 調理用 기름속으로 溶脫되어, 골로 삶았을 때에 비해서 수은의 溶脫은 거의 같거나 더 良好하다 하겠다.

要 約

無機수은을 溶解시킨 用水에 野菜를 浸漬, 人工적으로 汚染 시켜서 물로 삶고 기름으로 튀기는 등 調理中の 수은含量變化를 살펴본 結果는 아래와 같다.

1. 썩갠 날것은 乾物重으로 수은含量이 0.23 ppm, 열무는 0.15 ppm 였다.

2. 끓는물로 삶았을 때 썩갠 것은 78%, 열무는 73% 만큼 殘存 하였고, 기름으로 튀겼을 때는 썩갠 것은 69%, 열무는 60%가 殘存 하였다.

3. 0.1 ppm HgCl₂ 溶液에 浸漬한 경우 날것은 썩갠 것이 6.65 ppm, 열무는 6.10 ppm 이고, 이것을 삶았을 때는 10% 内外의 수은이 溶脫 되었고, 기름으로 튀겼을 때는 12~24% 만큼 溶脫 되었다.

4. 1 ppm HgCl₂ 溶液에 浸漬한 경우 날것은 썩갠 것이 10.79 ppm, 열무가 10.83 ppm 이고, 이들을 삶았을 때는 10~20%, 기름으로 튀겼을 때는 10~30% 만큼 溶脫되었다.

Reference

1. Graham, H.D.: *The Safety of Foods*, 2nd ed. Avi. Pub. Co. Inc., Connecticut, (1980)
2. Boorer, J.R.: *Ann. Appl. Biol.*, **31**, 340(1944)
3. Ross, R.G. and Stewart, D.K.R.: *Canad. J. Plant Sci.*, **42**, 280(1962)
4. 山田忠男: 農研報, **C. 24**, 165(1970)
5. Shimadzu Seisakusho Ltd.: Mercury Analyzer Attachment to AA 610-S Manual, (1970)
6. 澁谷政夫. 小山雄生, 渡邊久男: 重金屬測定法, 土壤汚染元素と定量法の解説 博友社, (1978)