

## 산성조미료가 철냄비의 철 용출에 미치는 영향

김명선 · 한재숙 · 南出隆久\*

영남대학교 생활과학대학 가정관리학과, 京都府立大學 人間環境學部 食保健學科\*

### The Effect on Iron Dissolution from Iron Cookware by Acid Condiment

Myung-Sun Kim, Jae-Sook Han and Takahisa Minamide\*

*Department of Home Management, Yeungnam University, Korea*

*Department of Food and Health, Kyoto Prefectural University, Japan\**

#### Abstract

Effect on iron dissolution from iron sauce pans treated with the acetic, malic, citric acid and concentration(0, 0.02, 0.04, 0.1, 0.2, 0.4, 1.0, 2.0, 4.0%) of acidity, boiling times(0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 mins.) and temperature(5, 20, 40, 60, 80, 100°C) of acidity solution and in new and used sauce pans was investigated. As acetic acid concentration increases, iron content has increased. Iron dissolution concentration from iron sauce pan for boiling in malic acid increased more than that of acetic acid and citric acid. At above 60°C, as temperature increases, concentration of iron dissolved from iron sauce pan has increased. As boiling time increases, concentration of iron dissolved from iron sauce pan has also increased. Concentration of iron by repeated use has increased. And iron concentration has dissolved in large amount from new pan rather than used pan. Concentration of iron with distilled water by repeated use has increased only slightly. But 1% acetic acid has dissolved in large quantities.

Key words: iron, sauce pan, acetic acid, malic acid, citric acid

#### I. 서 론

식초는 산성조미료로서 이용될 뿐만 아니라 여러 가지 조리작용과 영양 생리작용을 가지고 있어 각종 조리에도 폭 넓게 사용되고 있다. 식초의 조리작용에는 짠맛·기름진 맛의 억제작용, pH 저하에 의한 갈변 방지, 안토시안계 색소 및 플라보노이드 색소의 안정화, 점질물과 쓴맛의 둔화, 단백질의 응고·변성작용,

방부·살균 작용이 있다. 또한 생선의 비린내를 중화시키는 작용과 생선을 조리할 때 식초를 넣으면 뼈까지 연하게 되며 달걀식초와 같이 칼슘을 녹이는 작용도 하고 있다<sup>1-3)</sup>.

한편 철 결핍은 전세계적으로 흔한 영양문제이며 그 원인은 부적절한 섭취, 철 흡수의 불량, 빠른 성장과 혈액 손실, 반복된 임신에 의한 저장 철의 고갈 등이다<sup>4)</sup>. 현재 우리의 식생활은 식품재료가 풍부함에도 불구하고 기호편중, 잘못된 간식, 결식 등에 의한 영

양불균형이 있으며 그 결과의 하나로 철결핍에 의한 빈혈증이 젊은 여성에게 많이 발생하고 있음을 보고하고 있다<sup>5-6)</sup>.

일반적으로 조리에 사용되는 금속 냄비의 주요 소재는 알루미늄, 철, 동 등이다. 그 중에서 철 냄비는 열의 전도성과 내구성이 좋은 것으로 여러 가지 장점이 있지만 산화되기 쉽고 무거운 것이 단점이어서 최근에는 그다지 사용하지 않는 편이다.

그러나 철의 섭취량을 증가시키기 위해서는 철을 많이 함유한 식품을 충분히 섭취할 뿐만 아니라 철제 조리기구의 이용도 간과하지 말아야 한다

본 실험에서는 철의 흡수를 증진시키기 위한 방안으로 산성조미료로서 곡물식초, 쌀식초의 주성분인 아세트산과 감귤류와 과즙에 함유되어 있는 구연산과 사과산을 이용하여 조리하였을 때 산의 종류와 온도, 시간 등의 조리조건이 철냄비로부터 철의 용출에 미치는 영향에 대하여 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재 료

산성조미료로서 초산, 구연산(무수), 사과산을 사용하였으며 철냄비는 직경 13cm, 깊이 8cm, 두께 4mm의 것을 사용하였다.

### 2. 시료의 조제

아세트산, 구연산, 사과산은 증류수로 0, 0.02, 0.04, 0.1, 0.2, 0.4, 1.0, 2.0, 4.0%의 농도가 되도록 희석하였다. 희석한 용액을 철냄비에 넣고 실온에서 30분간 방치한 다음 끓을 때까지는 강한 불로 하고 끓으면 그것을 유지할 정도로 화력을 조절하면서 30분간 가열하였다. 증발에 의한 액체의 감소는 증류수를 보급하여 일정용량을 유지시켰다. 열원은 2300kcal/h의 가스를 이용하였다.

### 3. 철의 분석방법

철의 분석은 o-phenanthroline 분광광도법<sup>7)</sup>을 이용하여 Fig. 1과 같은 방법으로 측정하였다.

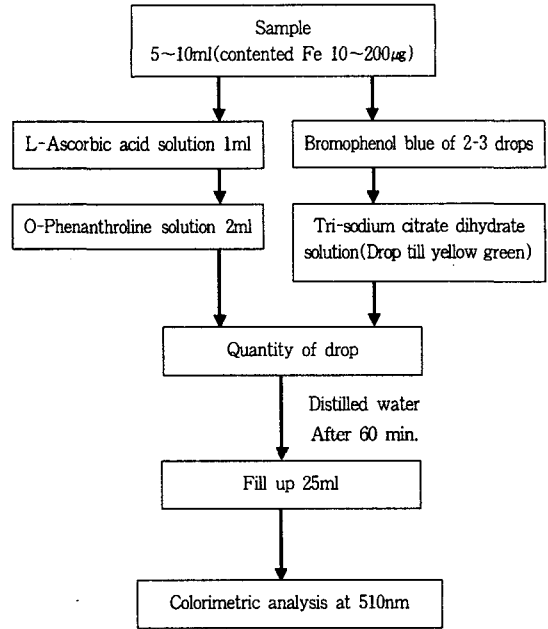


Fig. 1. Measurement method of iron.

## 4. 계 산

각 시료의 농도는 다음 식에 의하여 산출하였다.

용액 중의 철 함량

$$\cdot \text{mg} / 100\text{ml} = \text{농도} \times a \times 100 / 1000$$

\*a 측정시의 희석배율

$$\cdot \text{mg} / 100\text{cm}^2 = \text{농도} \times a \times \text{전 용액량} / \text{냄비의 면적} \times 100 / 1000$$

\*a 측정시의 희석배율

## III. 결 과

### 1. 산의 종류와 농도에 의한 철 함량의 변화

식품에 함유된 산으로서 일상적으로 사용되는 것 중 식초의 주성분인 아세트산과 과즙에 함유되어 있는 사과산과 구연산을 이용하여 철 용출량을 측정된 결과를 냄비 면적 100cm<sup>2</sup>당 용출량과 100ml당 용출량으로 계산하여 Table 1에 나타내었다. 철은 산을 첨가하지 않은 대조군(0%)에서는 구연산, 사과산, 아세트산 순으로 조금 용출되었으나 산 첨가군에서는 모든 농도에서 사과산, 구연산, 아세트산 순으로 많이

**Table 1.** Variation of Fe quantity dissolved from iron pan for 30 min. boiling in acetic, malic and citric acid solution

Acidity (%)	Acetic acid	Citric acid	Malic acid
0	0.10 ( 0.04)*	0.19 ( 0.08)	0.15 ( 0.06)
0.02	0.75 ( 0.33)	1.40 ( 0.58)	3.98 ( 1.64)
0.04	0.82 ( 0.36)	3.71 ( 1.53)	7.95 ( 3.27)
0.1	1.18 ( 0.53)	5.70 ( 2.33)	11.5 ( 4.76)
0.2	4.45 ( 1.96)	10.1 ( 4.16)	23.8 ( 9.82)
0.4	5.90 ( 2.60)	20.2 ( 8.35)	45.4 ( 18.75)
1.0	17.5 ( 7.71)	37.0 ( 15.25)	100.7 ( 41.55)
2.0	42.3 ( 18.65)	60.0 ( 24.76)	169.2 ( 70.89)
4.0	99.9 ( 44.05)	119.8 ( 49.42)	316.9 ( 128.76)

\*mg/100cm<sup>2</sup>(mg/100ml)

용출되었다. 산농도 4%에서 아세트산 44.05mg/100ml, 구연산 49.92mg/100ml, 사과산 128.76mg/100ml 으로 사과산이 아세트산, 구연산보다 약 3배 정도 많이 용출되었다. 아세트산 첨가군은 0.02%부터 1%까지는 약간 용출량의 증가를 보이다가 산농도 1%이후부터 농도에 비례하여 증가하였으며 구연산 첨가군은 0.02%부터 4%까지 산농도에 비례하여 완만하게 증가하였다. 그러나 사과산 첨가군은 산농도 0.02%부터 4%까지 산농도에 비례하여 급격하게 증가하였다.

이러한 결과는 산의 종류가 철냄비의 철 용출에 영향을 미치고 있으며 산의 농도 역시 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

2. 산성조미액의 온도에 따른 철 용출량

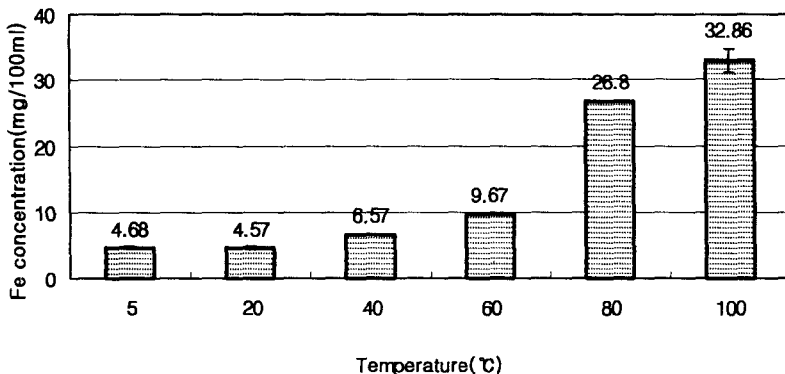
1% 아세트산 용액을 5, 20, 40, 60, 80, 100°C에서 각각 30분간 철냄비에 넣어 두었을 때 용출된 철함량은 Fig. 2와 같다. 철 용출은 5°C에서 조금 용출되기 시작하여 80°C부터는 많은 용출량을 나타내었다. 5°C부터 40°C까지는 4.68(5°C), 4.57(20°C), 6.57mg/100ml(40°C)로 거의 비슷한 정도로 용출되었다.

이러한 결과는 철냄비로부터 철의 용출은 냉장은 도인 5°C정도의 낮은 온도에서도 용출되며 온도가 높을수록 철의 용출에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

3. 끓이는 시간과 철 용출량

1% 아세트산 용액을 냄비에 넣고 30분간 방치한 다음 끓여 끓이는 시간과 용출량과의 관계를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 0분의 시료는 1% 수용액을 냄비에 넣고 30분 방치한 후 가열하지 않고 처리한 것이다. 철의 용출량은 가열 30분까지는 13.27(10분), 22.18(20분), 31.33mg/100ml(30분)로 가열시간에 비례하여 직선적으로 증가하였지만 40분부터 60분까지는 34.64(40분), 39.31 (50분), 41.58mg/100ml(60분)로 거의 비슷한 용출량을 나타내었다. 실온에서 30분 방치한 용액 중의 철 용출량은 3.79mg/100ml로 미량 용출되었다.

이러한 결과는 철냄비로부터 철의 용출은 일정시



**Fig. 2.** Change of Fe concentration as different temperature of 1% acetic acid solution for 30 mins. incubation.

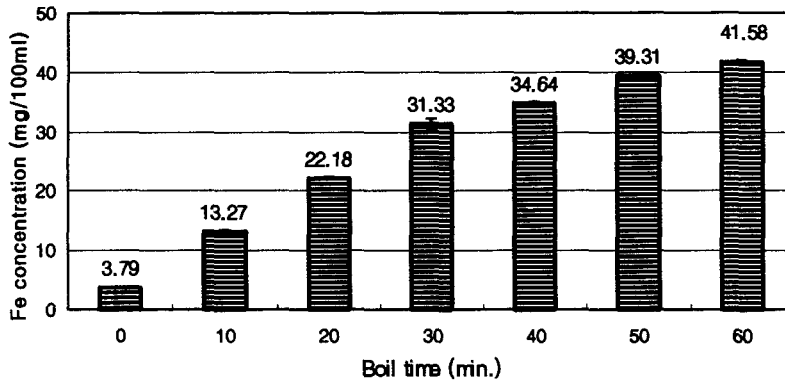


Fig. 3. Variation of Fe concentration in 1% acetic solution boiled for variety time by iron sauce pan.

간까지는 끓이는 시간에 의해 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

4. 철냄비 사용횟수에 따른 철 용출량

두 개의 새 철냄비 각각에 1% 아세트산 용액과 증류수를 넣어 30분간 방치한 다음 30분 가열하였다. 동일한 냄비에 동일한 방법을 10회 반복하였을 때 냄비로부터의 철 용출량의 변화는 Table 2와 같다. 가열에 따른 용출량의 변화는 1% 아세트산 용액에서는 21.0(2회), 66.9(4회), 78.2(6회), 97.6(8회), 147.0mg/100ml(10회)로 냄비의 사용횟수에 비례하여 증가하였다. 증류수에서는 1.08 (2회), 1.95(4회), 2.57(6회),

3.67(8회), 7.10mg/100ml (10회)로 사용횟수에 따라 완만하게 증가하였으나 1% 아세트산 첨가군과 비교하면 미량에 지나지 않았다. 가열하지 않고 30분간 방치한 용액 중의 철 용출량의 변화는 1% 아세트산 용액에서는 0.97(2회), 1.72(4회), 2.90 (6회), 6.85(8회), 9.90(10회)로 사용횟수에 비례하여 미량 증가하였으나 증류수에서는 0.86(2회), 0.85(4회), 0.85 (6회), 0.90(8회), 0.87(10회)로서 반복횟수와 관계없이 일정한 용출량을 나타내었다.

이러한 결과는 철냄비로부터의 철 용출은 산성용액으로 반복 사용하면 할수록 증가하며 또한 가열조리의 횟수가 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

Table 2. Change of Fe concentration to iron pan for boiling and immerse 30 min, with 1% acetic acid and distilled water by use repeated of iron sauce pan

Times	Boiling		Immerse	
	Distilled water	1% Acetic acid	Distilled water	1% Acetic acid
1	2.54 (1.05)*	32.9 (13.6)	2.06 (0.83)	2.46 (0.99)
2	2.61 (1.08)	50.9 (21.0)	2.12 (0.86)	2.39 (0.97)
3	3.71 (1.53)	104.5 (43.1)	2.07 (0.84)	2.99 (1.21)
4	4.73 (1.95)	162.1 (66.9)	2.10 (0.85)	4.25 (1.72)
5	5.71 (2.35)	181.9 (75.0)	2.08 (0.84)	5.79 (2.34)
6	6.24 (2.57)	189.6 (78.2)	2.10 (0.85)	7.17 (2.90)
7	7.40 (3.05)	229.2 (94.6)	2.12 (0.86)	14.76 (5.96)
8	8.90 (3.67)	236.6 (97.6)	2.22 (0.90)	16.96 (6.85)
9	13.6 (5.62)	245.1 (101.0)	2.11 (0.85)	19.56 (7.90)
10	17.2 (7.10)	358.1 (147.0)	2.14 (0.87)	24.46 (9.90)

\* mg/100cal (mg/100ml)

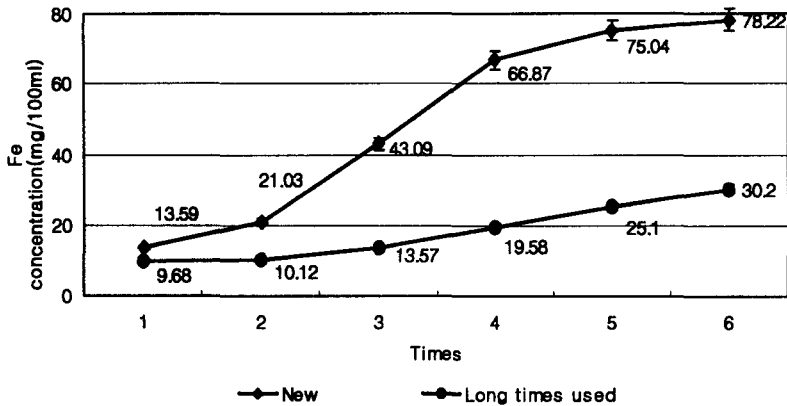


Fig. 4. Change of Fe concentration in 1% acetic solution with new and long times used iron sauce pan.

#### 5. 새 냄비와 오래 사용한 냄비의 사용횟수에 의한 철 용출량

Fig. 3은 새 냄비와 50회 이상 사용한 오래된 냄비의 철 용출량을 알아보기 위하여 1% 아세트산 용액을 넣고 30분간 끓인 후 이것을 6회 반복하여 용출량의 변화를 나타낸 것이다. 새 냄비의 경우는 용출량은 13(1회), 21(2회), 43(3회), 66(4회), 75(5회), 78mg/100ml(6회)로 4회까지는 반복횟수에 비례하여 증가하였으나 그 이후부터는 약간의 증가를 보였다. 오래 사용한 냄비는 초기에는 9mg/100ml(1회)와 10mg/100ml(2회)로 비슷한 용출량을 나타내었으나 3회부터는 사용횟수에 비례하여 증가하였다. 1회째의 용출량에서 새 냄비는 13mg/100ml, 오래 사용한 냄비는 9mg/100ml로서 새 냄비로부터 용출량이 오래 사용한 냄비보다 약간 높게 나타났으나 6회째에는 새 냄비는 78mg/100ml, 오래 사용한 냄비는 30mg/100ml로서 새 냄비와 오래 사용한 냄비간의 차이가 크게 나타났다. 이것은 새 냄비의 경우 용액 중에 녹아 나오는 것은 산화 피막 중의 철이며 피막은 사용횟수와 함께 침식되기 때문에 거시적으로 보면 피막과 용액과의 접촉면적은 일시 증가한다. 이와 같이 침식에 의한 표면적의 변화는 어느 정도 침식을 받으면 안정되기 때문에 오래 사용한 냄비의 용출량이 새 냄비보다 적다고 생각된다.

#### IV. 고 찰

현대의 식생활은 식품재료로 보면 매우 풍요롭다고 볼 수 있으나 여전히 철결핍에 의한 빈혈증이 젊은 여성에게 많이 발생하고 있다.

일반적으로 유산제1철의 생체 이용성이 가장 좋고 하지만 철냄비 용출물도 유산제1철과 같은 정도의 빈혈개선효과가 있다는 것이 보고되고 있으며<sup>8)</sup>, 또한 Mistry들<sup>9)</sup>은 *in vitro*에서 철의 조리기구로부터 용출된 철은 유효하다는 것을 보고하였다.

Gillooly들<sup>10)</sup>은 17종류의 채소음식의 철흡수를 측정 한 결과 철의 생체이용 효율이 높았던 채소는 구연산, 사과산 및 아스코르브산을 상당히 함유하고 있는 채소가 효과가 있었다고 보고하였으며, Lynch<sup>11)</sup>는 철의 흡수 촉진 물질은 육류, 가금류 및 생선 등의 동물성 단백질과 구연산, 사과산 등 유기산인 것을 지적하였다.

본 연구에서 철제냄비를 사용함에 의하여 철은 용출되었으며 특히 과즙에 함유되어 있는 사과산, 구연산을 넣어 조리함으로써 철의 용출량이 증가하였고 특히 사과산 첨가가 매우 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 또한 냄비의 사용횟수에 비례하여 철의 용출량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 Cheng 등<sup>12)</sup>이 철냄비에서 조리한 사과소스와 스파게티가 비철 조리기구로 조리한 것보다 철함량이 높게 나타났

으며, 또한 같은 철판비에서 50회 스파게티 소스를 만들어 철의 함량을 조사한 결과 냄비의 사용에 비례하여 증가한다는 보고와 일치하였다.

이상의 결과로부터 철판비는 자주 사용할수록 철이 많이 용출되고 있으며 산성조미료를 넣어 높은 온도에서 조리함으로써 의해 철의 용출과 섭취에 유효하다는 것을 시사하였다.

## V. 요약

산성조미료로 곡물식초·쌀식초의 주성분인 아세트산, 감귤류와 과즙에 함유되어 있는 구연산, 사과산을 이용하여 조리할 때, 철판비로 부터 철이 얼마나 용출되는지를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 아세트산, 사과산 및 구연산에 대한 철의 용출량은 사과산, 구연산, 아세트산 순이었으며 산농도에 비례하여 증가하였다. 그 중에서도 사과산을 첨가한 것이 철의 용출량이 매우 많았다.
2. 온도에 의한 철판비로부터의 철의 용출은 5°C, 실온에서도 용출되었으며 온도가 상승함에 따라 현저한 용출을 볼 수 있었다.
3. 가열시간에 따른 철판비로부터 용출하는 철은 일정한 시간까지는 가열시간에 비례하여 증가하였다.
4. 냄비의 사용횟수에 따른 철 용출량의 변화는 사용횟수에 비례하여 증가하였다.
5. 철의 용출량은 오래 사용한 냄비보다 새 냄비가 많이 용출되었다.

이상의 결과에서 철 냄비에 산성조미료를 첨가하여 조리하는 것은 철을 섭취하는 데 효과가 있음을 알 수 있었다.

## VI. 참고문헌

1. 正井博之: 酢と調理, 調理科學, 7: 58-64, 1974.
2. 吉松藤子: 酢と調理, 食の科學, 6: 78-84, 1981.
3. 菅野幸一: 食酢の調理特性, 調理科學, 25: 341-

348, 1992.

4. WHO: Requirements of Vitamin A, Iron, Folate and Vitamin B<sub>12</sub>. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation FAO Food & Nutrition Series No. 23. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1988.
5. 계승희, 백희영: 우리나라 젊은 성인 여성의 철분 영양상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석(2): 주요식품의 철분 분석과 철분 섭취량 및 이용률 평가, 한국영양학회지, 26(6): 703-714, 1993.
6. 남혜선, 이선영: 충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양 상태에 대한 연구, 한국영양학회지, 25(5): 404-412, 1992.
7. 水谷令子, 藤田修三: 食品學實驗書, 68-69, 医齒藥出版株式會社, 1995.
8. 及川子: 鐵缺乏ラットにおける鐵溶出物の貧血改善效果, 日本家政學會誌, 47(11): 1073-1078, 1996.
9. Mistry, A. N., Brittin, H. C. and Stoecker, B. J.: Availability of iron from food cooked in an iron utensil determined by an *in vitro* method, J. Food Sci., 53: 1546-1548, 1988.
10. Gillooly, M., Bothwell, T. H., Torrance, J. D., MacPhail, A. P., Derman, D. P., Bezwoda, W. R., Mills, W. and Charlton, R. W.: The effects of organic acid, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. Br. J. Nutr., 49: 331-342, 1983.
11. Lynch, S. R., Hurrell, R. F., Dassenko, S. A. and Cook, J. D.: The effect of dietary proteins on iron bioavailability in man, Adv. Exp. Med. Biol., 249: 117-132, 1989.
12. Cheng, Y. J. and Brittin, H. C.: Iron in food: Effect of continued use of iron cookware, J. Food Sci., 56: 584-585, 1991.