

조리과정에 따른 콩나물 중의 수은잔유량

중앙대학교 사회개발대학원

정 준 용

중앙대학교 의과대학 예방의학교실

박 정 덕·정 규 철

= Abstract =

Residual Mercury in Soy-Bean Sprouts by Steps of Cooking

Jun-Yong Chung

*Department of Health Administration Graduate School of Social Development, Chung-Ang University,
Seoul, 151, Korea*

Jung-Duck Park and Kyou-Chull Chung

Department of Preventive Medicine and Community Health, College of Medicine, Chung-Ang University

This study was carried out in order to estimate the residual amount of mercury in soy-bean sprouts in each steps of cooking. Samples were taken at markets and also cultured at home without applying the mercury containing pesticides as control. Mercury was determined by dithizone method. It was disclosed that soy-bean sprouts purchased at markets contained 1.32 ± 0.274 ppm, 13 times as high as the maximal allowable concentration of mercury in food recommended by Ministry of Health and Social Affairs. Mercury contents, however, dropped off steadily by steps of cooking: rinsed with distilled water and boiled in distilled water showing concentrations of 0.11 ± 0.025 ppm in boiled sprouts and 0.03 ± 0.022 ppm in sprout-soup. These values were not statistically different from those in control samples, and not exceeded the maximal allowed levels of mercury in food.

It can be concluded that the use of mercury containing pesticides in the cultivation of soy-bean sprouts is not so serious problem as it has been suspected in respect of food contamination, but careful attention must be paid to indiscriminate use of mercury containing pesticides as they may contaminate air, water and soil and secondarily bring harm to human health through food chains.

I. 서 론

콩나물은 고려시대 이전부터 먹어오던 전통식품으로 대두황권(大豆黃卷)이라 불리었고, 영양가 높은 조 절식품으로 값이 저렴하기 때문에 대중식품으로 널리

이용되어 왔다(이, 1978; 허, 1969).

이 콩나물 중에는 tryptophan과 lysine 등 amino산 이 풍부하여 주식인 쌀에 부족한 이들 필수 amino산 을 보충해 줄 뿐 아니라 다량의 vitamin C를 공급한다 (박, 1970).

이와같이 보편화되고 영양가 많은 우리의 전통식품

의 하나인 콩나물을 위시하여 각종 식품이 오늘날의 발달된 과학기술의 오용, 식품의 미화, 또는 보존 목적으로 각종 유해물질을 사용하게 되어 식품의 오염을 초래하고 있다.

그중의 하나가 수은에 의한 식품의 오염이다. 무기수은에 의한 건강장애는 이미 태고시대부터 알려져 있으며, 수은광부들에서 발생한 수은중독(심, 1978), 중세기 산업혁명 이후에는 신사용 중절모를 만드는 펠트(felt)제조공들에 생긴 수은중독(심, 1978), 근년에 와서 각종 수은제들을 사용함으로써 1953년 일본에서 발생한 미나마타병(Minamata disease, 水保病) 등이 발생했다(山根靖弘, 1980; Patricia와 Frank, 1977). 이 미나마타병은 공장폐수에 섞여서 배출된 무기수은이 하천수와 해수를 오염시켜 수중의 미생물, 해조, 어족 등 먹이연쇄(food chain)를 통하여 농축된 고농도의 수은을 사람이 섭취하여 생긴 것으로 공중보건 특히 식품위생관리 면에서 비상한 관심을 모아왔다(山根靖弘, 1980). 체내에 흡수된 유기수은은 성염색체 분열을 저해하여 유전물질이상을 일으킴으로서 태아에 영향을 주어 신경마비, 정신박약을 초래한다고 알려져 있다(박과 차, 1984; Omata 등, 1978). 이밖에도 1972년 이라크에서 수은계 농약에 오염된 밀가루로 만든 빵을 먹고 수천명의 농촌주민이 급성중독을 일으켜 약 6천명이 입원치료를 받았고 5백여명이 사망하였다고 한다(Patricia와 Frank, 1977).

우리나라에서는 1978년에 전남 담양군 만원리에서 농약중독과 유사한 사건이 일어나 물의를 일으킨 일이 있다(심, 1978). 이러한 사건이 있는 후 쌀과 농수산물, 고기등에 함유된 수은량에 관한 많은 연구보고가 발표되었다(이, 1967; 손, 1983).

근년에 와서 콩나물의 재배과정중 콩의 부패를 방지하며 발아율을 높이기 위하여 독성이 있다고 알려진 유기수은계농약(우스푸론, 호마이수화제2호)을 콩의 수침(水浸)시에 물에 혼합하거나 수침후 삼십여분 경과후에 농약을 콩에 비벼서 사용하는 실정이다. 이와 같은 방법으로 재배한 시판 콩나물중의 수은(mercury)함량이 보사부 고시 제81-4호로 규정한 식품중의 수은기준치 0.1 ppm을 초과한다고 하여 사회적인 물의를 일으킨 바 있다(보건사회부, 1983).

지금까지 발표된 콩나물의 수은함량에 대한 보고로서는 지역별 콩나물중 수은함량, 계절에 따른 변화,

콩나물의 부위별 함유농도, 재배시 사용하는 물에 의한 수은함량의 변동에 관한 많은 연구 발표가 있었다(전, 1971; 김등, 1980; 아, 1980; 박등, 1971; 이, 1969; 권과 천, 1982). 그러나 이들 보고는 모두가 조리되지 않는 상태에서 측정된 것으로 이것이 그대로 인체내에 섭취되는 것은 아니며, 실제로 우리가 섭취하는 수은량을 추정하려면 조리된 상태에서 콩나물 및 그 국물중에 잔유하는 수은량을 측정할 필요가 있다고 생각된다.

그리하여 저자들은 콩나물을 실제로 끓이거나 삶아서 먹는다는 점을 감안하여 시판콩나물을 구입하여 물로 씻기전과 씻은후의 수은함량 및 삶은후 국물과 건데기의 수은함량을 측정하였다. 또 한편으로는 방부제 처리를 하지 않고 지하수로 시험재배한 콩나물중의 수은함량을 측정하여 서로 비교분석함으로써 조리 과정에 따른 콩나물의 수은함량의 잔유율을 파악하여 콩나물 섭취로 인한 수은의 체내섭취량을 측정하는 자료를 제시코자 이 연구를 시도하였다.

II. 연구 방법

1. 연구재료

본 연구에 사용한 재료로서는 서울시내의 시장중 몇 군데를 임의로 추출하여 시장에서 구입한 콩나물을 실험군으로 하였으며 대조군으로는 가정에서 지하수로 직접 재배한 콩나물을 사용하였다.

1. 연구방법

1) 시 약 :

(1) 수은원액(Mercury stock solution) : 원자흡광 분석용 수은원액(Hayashi Pure Chemical Industries, Ltd, Japan)을 사용하였다.

(2) 수은표준용액(Mercury working standard solution) : 수은원액을 0.25N 황산 용액으로 희석하여 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 3.0 ppm 용액을 만들었다.

(3) Dithizone 용액(Diphenylthiocarbazone) : Dithizone(Kishida Chemical, Ltd, Japan) 0.5g을 chloroform으로 녹혀 1,000 ml로 하여 저장하였으며(500 mg/l), 수은추출시 저장액을 다시 chloroform으

로 25배 희석하여 (20 mg/l) 사용하였다.

(4) MacIlvain's butter : 300 g의 sodium phosphate(dibasic, anhydrous)와 75 g의 potassium carbonate(anhydrous)을 증류수에 녹혀 2 l가 되게 하였다.

(5) 그 외 chloroform, potassium-bromide, hydroxylamine hydrochloride, potassium permanganate, sulfuric acid, nitric acid, ammonia water 등은 특급 또는 1급시약을 사용하였으며, 증류수는 탈이온 재증류수를 사용하였다.

3. 시료의 처리

시장구입 콩나물과 가정에서 재배한 콩나물은 아무런 처리를 하지 않은 상태, 물로 서너차례 씻고 증류수로 3회 씻은 상태, 그리고 콩나물을 증류수로 삶은 상태의 것을 각각 시료로 사용하였다.

4. 분석방법

시료중의 수은량은 dithizone법으로 정량분석하였다 (Snell과 Snell, 1949; Sandell, 1959; 정과 주, 1981). 즉 시료 30 g을 농질산 5 ml, 농황산 5 ml, $KMnO_4$ 2.0 g과 함께 냉각기를 장치한 300 ml kjeldahl flask에 넣고 2시간 동안 가열한 후, 상온에서 방냉시킨후 이에 $KMnO_4$, 1.0 g을 첨가하여 다시 가열하였다.

회화된 시료를 상온에서 식히고 증류수로 냉각기를 3~4회 씻은 후 20% w/v hydroxylamine hydrochloride를 5~6 ml 넣고 암모니아수로 시료의 pH를 약 2에 맞추었다. 이와같이 회화된 시료를 250 ml separatory funnel에 옮기고, 20 mg/l dithizone-chloroform용액을 넣어 1분간 진탕하여 chloroform층을 취하는 과정을 5번 반복하여 수은을 추출하였다. 이 추출액에 0.25N sulfuric acid 50 ml와 40% w/v potassium bromide 10 ml를 넣어 세차게 2분간 혼든 후 chloroform층을 버리고, 다시 chloroform을 3 ml 넣어 진탕한 후 chloroform층을 제거하고 수용액층을 취하였다. 이 수용액에 MacIlvain완충액 약 10 ml를 넣어 pH를 6에 맞춘후 2% w/v dithizone-chloroform용액 10 ml를 넣어 약 2분간 세차게 혼든 후, chloroform층을 취하였다. 이와같이하여 얻은 추출액 중의 수은량은 Beckman spectrophotometer (Model 35, U.S.A)을 사용하여 파장 490 nm에서 흡광도를 측

정하였고, 표준점량곡선에 의해 시료에 함유된 수은량을 산출하였다. 시료에 함유된 수은량은 시료의 wet weight 1 g당 수은량(μg)으로 나타내었다.

III. 연구 성적

시중에서 구입한 콩나물과 가정에서 지하수로 재배한 콩나물중의 수은함량을 조리과정 별로 정량한 결과는 Table 1과 같다.

즉, 시장에서 구입한 콩나물중의 수은함량은 1.32 ± 0.274 ppm 인데 비하여 가정에서 지하수로 재배한 콩나물중의 함량은 0.52 ± 0.226 ppm으로 시판 콩나물중에는 가정에서 재배한 콩나물에 비하여 수은함량이 매우 높았다 ($t=6.34, p<0.01$).

그러나 조리의 첫 단계로서 증류수로 씻은 후에 측정된 수은함량은 시판 콩나물에서 0.47 ± 0.141 ppm으로 물로 씻기 전에 비하여 현저하게 감소하였으나 ($t=6.76, p<0.01$) 가정에서 배양한 콩나물을 증류수로 씻은 것중의 수은함량 0.21 ± 0.009 ppm에 비하면 약 2.2배 정도 함유되어 있어 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($t=3.08, p<0.01$).

다음 조리 단계로서 콩나물을 증류수로 끓였을 때는 시판 콩나물의 경우 건데기에 함유된 수은량이 0.11 ± 0.025 ppm였고, 국물에 함유된 수은량은 0.03 ± 0.022 ppm으로서 국물보다는 건데기에 함유된 수은량 많았으나 ($t=5.88, p<0.01$), 증류수로 씻기전의 수은함량에 비하면 건데기에는 8.3% 국물에는 2.3%가 남아있었을 뿐이다. 가정에서 재배한 콩나물을 끓였을 때의 건데기 및 국물중의 수은함량은 0.09 ± 0.007 ppm과 0.04 ± 0.019 ppm과 비교하여 볼 때 국물보다는 건데기에 함유된 수은량이 더 많았다 ($t=4.94, p<0.01$).

그러나 콩나물을 끓이고 난 후의 수은 함유량에 있어서, 시장에서 구입한 콩나물과 가정에서 재배한 콩나물중의 수은 함량을 비교해 볼 때, 끓이고 난 후의 건데기의 경우에는 시장에서 구입한 콩나물은 0.11 ± 0.025 ppm, 가정에서 재배한 것은 0.09 ± 0.007 ppm으로서 유의한 차이가 없었으며 ($t=1.53, p>0.1$), 국물에서도 시장구입 콩나물의 경우 0.03 ± 0.022 ppm, 가정재배는 0.04 ± 0.019 ppm으로서 차이가 없었다 ($t=-0.74, p>0.1$).

Table 1. Mercury contents in soybean sprouts purchased from markets & cultured at home by steps of cooking (unit: ppm)

| Sample | Purchased from markets | | | | | Cultured at home | | | | |
|---------------|------------------------|------|-------|----------|-----------------|------------------|------|-------|----------|-----------------|
| | No. of samples | Mean | ±S.D. | C.V. (%) | Residual Hg (%) | No. of samples | Mean | ±S.D. | C.V. (%) | Residual Hg (%) |
| Before rinsed | 6 | 1.32 | 0.274 | 20.8 | 100.0 | 10 | 0.52 | 0.226 | 43.5 | 100.0 |
| Rinsed | 6 | 0.47 | 0.141 | 30.0 | 35.6 | 3 | 0.21 | 0.009 | 4.3 | 40.4 |
| Boiled | | | | | | | | | | |
| sprouts | 6 | 0.11 | 0.025 | 22.7 | 8.3 | 4 | 0.09 | 0.007 | 7.8 | 17.3 |
| soup | 6 | 0.03 | 0.022 | 73.3 | 2.3 | 4 | 0.04 | 0.019 | 47.5 | 7.7 |

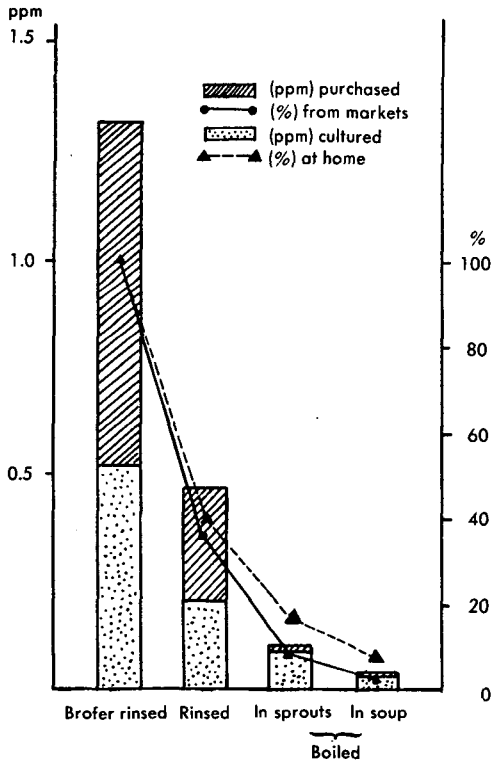


Fig. 1. Residual mercury in soybean sprouts by steps of cooking.

콩나물중의 수은 함유량은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 조리과정마다 현저하게 감소 하였으며, 그 잔류수은량을 분산분석법으로 (정, 1964)검정 하였든 바 Table 2에서 보는 바와 같이 시판 콩나물이나 가정에서

서 재배한 콩나물에서 모두 매우 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.01$).

물로 씻기 전 상태에서 측정된 시판 콩나물과 가정에서 기른 콩나물중에 함유된 수은량을 기준으로 조리과정 별로 콩나물중의 수은잔유율을 보면 Fig. 1과 같다.

즉, 단순히 증류수로 씻는 것만으로 시판 콩나물이나 가정에서 재배한 콩나물이나 다 같이 콩나물중의 수은량이 60% 이상 제거 되었었고, 또한 증류수로 끓였을 때는 시판 콩나물의 건태기에는 8.3%, 가정에서 재배한 콩나물의 건태기에는 17.3%에 해당되는 수은량이 남아 있었었고, 국물에는 시판콩나물의 경우에는 2.3% 가정에서 재배한 콩나물의 경우는 7.7%가 남아 있었다.

IV. 고 찰

식품을 가공 및 수급하는 유통과정에서의 부패와 변질을 막기 위하여 방부제를 사용하기도 하고, 맛과 외관을 좋게 하기 위하여 각종 향료, 착색제등 각종 첨가제를 사용하고 있으나, 때로는 이들의 오용 또는 남용으로 국민의 식생활에 적지 않은 위험을 주고 있다.

여러해 전부터 사회적으로 문제시 되어온 콩나물의 수은 오염도는 콩나물을 재배할 때 콩이 부패하는 것을 방지하기 위해 유기수은제 농약을 사용하는데서 연유하고 있다. 방부제 또는 살균제로서 사용되는 유기수은제로서는 메칠수은제, 페닐수은제등이 있다.

2.5% 수은을 함유하고 있는 수은제농약(usplum)을 1,000배 또는 10,000배로 희석하여 시판콩을 1시간 침

Table 2. Analysis of variance table for residual mercury in soybean sprouts by steps of cooking

| Source of variance | Purchased from markets | | | F-value | Cultured at home | | | F-value |
|---------------------|------------------------|----------------|-----------------|-----------|-------------------|----------------|-----------------|-----------|
| | Degree of freedom | Sum of squares | Mean of squares | | Degree of freedom | Sum of squares | Mean of squares | |
| Among samples | 3 | 6.2654 | 2.0885 | 86.9844** | 3 | 0.9465 | 0.3155 | 11.6403** |
| Within replications | 20 | 0.4802 | 0.0240 | | 17 | 0.4608 | 0.0271 | |
| Total | 23 | 6.7456 | | | 20 | 1.4073 | | |

**p<0.01

Table 3. Mercury contents in soybean sprouts previously reported by other authors(units: ppm)

| Authors | Mean | Min. | Max. | No. of samples | Analytical methods | Remarks |
|--------------------|-------|-------|-------|----------------|--|----------------------------|
| Lee E.O. (1968) | 0.088 | 0.030 | 0.155 | 42 | Dithizone | purchased at market |
| Park et al. (1971) | 0.086 | 0.036 | 0.180 | 40 | Dithizone | purchased at market |
| | 3.69 | 1.82 | 5.18 | 10 | " | cultured 0.1% usplum sol. |
| | 0.303 | 0.010 | 0.477 | 10 | " | cultured 0.01% usplum sol. |
| Chun S.Y. (1971) | 0.123 | 0.068 | 0.158 | 15 | Nuclear activation | purchased at market |
| Kim et al. (1980) | | 0.01 | 0.90 | 265 | Atomic absorption | purchased at market |
| Kwuon & Jun (1982) | | 0.01 | 1.20 | 386 | Quarts tube combustion gold amalgamation | purchased at market |

적(浸漬)시킨 다음 펌프수로 콩나물을 실험재배하였든 바, 콩나물 중의 수은함량은 1,000배 희석액에 침적한 경우에는 평균 3.69(5.18~1.82) ppm, 10,000배 희석액에 침적하여 재배한 경우에는 평균 0.303(0.477~0.10) ppm이었다는 박등(1971)의 보고에 비추어 볼 때, 시장에서 구입한 콩나물을 물로 씻기전에 측정된 수은함유량이 평균 1.32±0.274 ppm으로 나타나, 측정치의 타당성이 인정되었다. 그러나 이들 오염된 수은(mercury)은 콩나물을 섭취함으로써 그대로 인체내에 흡수되는 것이 아니고 조리과정에서 따라서 현저하게 감소하고 있으며, 최종적으로 우리가 섭취하는 단계에서는 콩나물 중에 0.11±0.025 ppm, 국물 중에 0.03±0.022 ppm이 잔유하여 수은제농약을 사용하지 않고 지하수로 실험재배한 콩나물중의 수은 잔유량과 유의한 차이가 없었다(t=1.53, p>0.1 in sprout; t=-0.74, p>0.1 in soup).

이러한 수은량은 지금까지 여러 학자들에 의하여 발

표된 연구결과(Table 3)와 일치하고 있으며, 대체로 식품 중의 수은 허용량 0.1 ppm에 미달하고 있다. 수은제농약을 사용하지 않고 지하수로 실험재배한 콩나물에도 물로 씻기전에는 수은 허용기준의 5배 이상인 0.52±0.226 ppm이 함유되고 있었다. 그 이유로서는 수은에 의한 대기, 수질 및 토지가 오염되어 있기 때문에 콩나물 재배용 콩자재 또는 지하수의 수은오염을 생각할 수 있다. 콩나물 재배용 콩중의 수은함량을 살펴보면 박등(1971)은 평균 0.075(0.16~0.035) ppm, 전(1971)은 0.41 ppm, 노등(1972)은 0.01 ppm으로 보고하였으며, 최근 정등(1980)은 평균 0.013(0.004~0.023) ppm으로 보고한 바 있다. 이와같이 콩중의 수은함량이 비교적 적은 데에도 실험재배한 콩나물중에 수은량이 증가되고 종류수도 씻음으로서 수은함량이 약 60% 제거된 점을 볼 때 사용한 지하수의 오염을 생각할 수 있다.

이러한 사실은 야채속의 수은함량을 보전해 수도물

로 씻은후 씻갓에 0.23 ppm, 열무에 0.15 ppm였고, 삶은 후에는 씻갓에 0.18 ppm, 열무에 0.11 ppm 잔존하였다는 김등(1984)의 보고에서도 짐작할 수 있다.

이상을 종합하여 보전데 조리과정에 따른 콩나물중 수은함량을 조사한 결과 조리후의 콩나물중 수은함량은 시판 콩나물과 지하수로 시험재배한 콩나물간에 아무런 차이가 없었으므로 콩나물 섭취면에서 볼 때 조리과정을 거친 콩나물을 섭취할 경우 일반적으로 우려하고 있는 만큼 심각한 문제는 아니라고 생각한다. 그러나 다량의 수은계 농약을 지속적으로 사용할 경우에는 폐수를 통한 하천, 지하수 및 토질을 오염시키게 될 것이며, 2차적으로 먹이연쇄(food chain)에 영향을 주어 콩나물 뿐 아니라 어패류, 야채, 과일등이 오염되어 이로인한 만성 수은장해를 일으킬 가능성을 배제할 수 없다는 점을 명심하여 유기수은제를 사용하는데 있어서 신중을 기해야 할 것으로 생각한다.

V. 결 론

콩나물의 조리과정에 따른 콩나물중 수은잔유량을 파악하기 위해 시장구입 콩나물과 시험재배한 콩나물을 처리과정별로 서로 비교분석 하였다.

1) 시판 콩나물의 처리되지 않은 상태에서의 콩나물 중 수은함유량은 1.32 ± 0.274 ppm, 시험재배한 콩나물중의 수은함유량은 0.52 ± 0.226 ppm으로서 시판 콩나물중의 수은함유량이 시험재배한 콩나물에 비하여 높았다($t=6.34, p<0.1$).

2) 증류수로 씻은후의 수은량은 시판 콩나물에서 0.47 ± 0.141 ppm, 시험재배 콩나물에서 0.21 ± 0.009 ppm으로 시판 콩나물의 수은량이 약 2.3배 많았다($t=3.08, p<0.01$).

3) 증류수로 끓인후의 수은함유량은 건데기의 경우 시판 콩나물에서 0.11 ± 0.025 ppm, 시험재배 콩나물에서 0.09 ± 0.007 ppm 검출되어 양자간에 차이가 없었으며($t=1.53, p>0.1$), 국물의 경우 시판 콩나물에서 0.03 ± 0.022 ppm, 시험재배 콩나물에서 0.04 ± 0.015 ppm 검출되어 역시 차이가 없었다($t=-0.74, p>0.1$).

4) 시판 및 시험재배한 콩나물중의 수은함량은 조리과정에 따라 현저하게 감소 하였으며(Table 2, $p<$

0.01), 증류수로 씻었을때 시판 콩나물과 시험재배 콩나물중의 수은함량은 60% 이상 제거되었고, 증류수로 끓였을때 수은잔유물은 시판 콩나물의 경우 건데기에서 8.3%, 국물에서 2.3% 이었으며, 시험재배 콩나물의 경우에는 건데기에서 17.3%, 국물에서 7.7% 이었다.

참 고 문 헌

- 권옥현·전형일. 콩나물중의 총수은 함량에 대한 조사. 서울특별시 종합기술연구소보 1982; 18:29-32
- 김박영, 원경풍, 이달수, 김오한, 송 철. 콩나물중의 수은함량에 대한 조사연구. 국립보건연구원보 1980; 17:523-527
- 김영희, 임영숙. 오염된 야채의 조리방법에 따른 수은함량의 변화. 한국영양식량학회지 1984; 13:359-362
- 노정배, 송 철, 권희희, 김길생, 이홍재, 원경풍, 지문환. 식품에 있어서 유독성농약의 잔유량 측정연구(제5보). 국립보건원보 1972; 9:191-220
- 박성배, 송한호, 노홍식, 이봉자. 식품중 잔류농약에 관한 조사연구(제2보): 콩 및 콩나물중의 수은함량에 관하여. 서울특별시립위생연구소보 1971; 131-134
- 박원기. 콩나물의 생육과정에 있어서 *Tryptophan*과 *Lysine*의 변량에 관한 연구. 조선대사대 논문집 1970; 203-220
- 박재순, 차철환. 마늘이 백서의 수은중독에 미치는 영향에 관한 연구. 고의대논문집 1984; 21:49-58
- 보건사회부. 식품등의 규격 및 기준. 1983, pp 27
- 손동현. 한국연안 어패류중의 수은함량에 관한 연구. 중대 논문집 1983; 27:57-76
- 심송무. 농약공해. 신동아 1978, 6, 147-157
- 이동성. 수도에 처리된 유기수은제의 잔유성에 관한 연구: 제1보 침적용 유기수은제로 처리된 수도종자중의 수은잔류량에 관하여. 농화학회지 1967; 8:87-93
- 이성우. 고려이전의 한국 식생활사 연구. 향문사 1978, pp 397
- 이은옥. 한국시판식품(콩나물, 감)중의 Hg함량조사(수은화합물에 관한 연구 제1보). 한국영양학회지 1969; 21:87-89
- 이주원. 콩나물중의 수은함량에 관한 연구. 이화여자대학교 교육대학원, 석사학위논문 1980
- 전세열. 방사화분석법에 의한 식품중의 잔유수은의 정량. 식품과학회지 1971; 3:135-143
- 정규철, 주덕원. 우리나라 어른 남자의 피, 오줌 및 머리칼에 함유된 수은량의 측정. 중당의대지 1981; 6:591-608

- 정영진. 근대통계학의 이론과 실제, 보진제 제5판 1964, pp 134-156
- 정호진, 김화기, 현기원, 이영옥, 지명구, 홍성민. 강원도 산 곡물류중의 총수은량에 관한 연구. 중대약대학보 1980; 24:51-55
- 허 준. 동의보감. 남산당 1969, pp 1104
- 산근정홍, 고부영오, 내산충. 환경 오염물질과 독성처리기술. 일본, 남강당, 1980, pp 59-79
- Omata S, Sakimura K, Tsubaki H, Sugano H. *In vivo* effect of methylmercury on protein synthesis in brain and liver of the rat. *Toxicol Appl Pharma* 1978; 44: 367-378
- Partricia AD, Frank MD. *Mercury contamination: A Human Tragedy*. New York, London, Sidney, Toronto, John Wiley & Sons, 1977, pp 15-46
- Sandell EB. *Colorimetric Determination of Traces of Metals*. 3rd ed. vol. 3. New York, London, Interscience, 1959, pp 621-639
- Snell FD, Snell GT. *Colorimetric Methods of Analysis*. 3rd ed. vol. 2, New York, D. VanNostrand, 1949, pp 63-77
-