

晋州地方의 園藝作物中 重金屬含量

金 明燦 · 成 洛癸 · 沈 奇煥 · 李 敏孝* · 李 在仁
慶尙大學校 食品加工學科, *農村振興廳 農業技術研究所
(1981년 8월 31일 수리)

The Contents of Heavy Metal in Fruits and Vegetables Collected from Jinju District

Myung Chan Kim, Nack Kie Sung, Ki Hwan Shim, Min Hyo Lee* and Jae In Lee
Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 620
*Institute of Agricultural Science, Office of Rural Development, Suwon, 170
(Received August 31, 1981)

Abstract

Contents of heavy metals in fruits and vegetables collected from Jinju district of Korea during June 1980 to March 1981 were determined.

Statistical analysis of the data showed the maximum, minimum, mean and standard deviation for each variable. The ranges of their amounts in fruits and vegetables were lead, trace-0.802 ppm; mercury, ND-0.368 ppm; cadmium, ND-0.264 ppm; arsenic, trace-1.289 ppm; copper, 0.200-3.759 ppm; zinc, 0.327-21.668 ppm; manganese, 0.828-22.413 ppm; iron, 0.201-32.425 ppm, respectively and the content of chromium was in trace for 4 samples.

서 론

최근 급속한 공업화에 따라 대량의 폐기물이 자연환경을 오염시켜 이에 따른 식품오염이 사회적으로 큰 문제가 되고 있다.

수은, 납, 비소, 카드뮴, 니켈, 크롬 등은 원래 식품에 함유된 것이 아니고 식품의 제조과정, 공장 및 광산폐수, 화학비료, 농약제 등에 기인된 것으로 인체에 악영향을 미치며⁽¹⁻³⁾, 구리, 아연, 철, 망간 등과 같이 동식물의 생리작용에 필요한 미량원소^(4,5)도 과량 축적되면 오히려 해롭다.

宋 등^(1,2,6,7)은 국내 전국각지에서 생산된 각종 원예작물 중의 중금속류 함량을 측정하여 허용기준량에 훨씬 못 미치는 적은 양을 함유하였다고 보고하였으며, 杉

井 등⁽⁸⁾이 일본산 원예작물 중의 중금속 함량을 측정 한 결과는 대체로 宋 등의 보고 보다 많이 함유한 것으로 나타났다.

한편 清水 등⁽⁹⁾은 채소에 대한 납과 수은의 흡수관계를 조사한 결과 납과 수은이 뿌리보다 잎에 많이 흡수되었으며 수은이 100 ppm 이상 오염된 토양에서는 채소가 잘 자라지 못하였다고 보고하였다.

저자들은 1980~1981년도에 생산된 진주지방의 원예작물 중에 함유되어 있는 중금속의 함량을 측정하여 오염현황을 평가하여 약간의 결과를 얻었기에 보고한다.

재료 및 방법

材 料

1980년 6월부터 1981년 5월까지 진주지역 (진주시,

Table 1. Moisture contents of fruits and vegetables

Sample	Moisture (%)	Sample	Moisture (%)
Cabbage	94.5	Water celery	93.5
Cabbage ^(a)	94.2	Cucumber	95.9
Spinach	88.4	Cucumber ^(a)	95.9
Lettuce	94.5	Tomato	95.4
Lettuce ^(a)	93.9	Tomato ^(a)	94.8
Radish	93.8	Pepper	91.6
Carrot	90.7	Pepper ^(a)	90.7
Sweet potato	70.4	Pear	89.5
Onion	90.9	Peach	89.3
Garlic	65.3	Apple	89.2

(a) Samples cultivated in vinylhouse

Table 2. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer

Element	Analysis line wavelength (nm)	Lamp current (mA)	Slit width (μ m)	Flame condition
Cu	324.7	5	320	Air-acetylene oxidizing fuel lean blue
Pb	217.0	5	320	
Zn	213.9	3	320	
Ni	232.0	10	40	
Cd	228.8	3	320	
Mn	279.5	5	160	
Fe	248.3	10	80	Nitrose oxide acetylene fuel rich, red cone 20 mm high
Cr	357.9	7	160	

진양군, 사천군, 하동군, 산청군)에서 원예작물을 葉菜(배추, 시금치, 상치), 莖菜(파, 마늘, 미나리), 根菜(무우, 당근, 고구마), 果菜(오이, 도마도, 고추), 果樹(배, 복숭아, 사과)로 구분하여 각각 5점씩 채취하여 폴리에틸렌 주머니에 넣고 운반하여 Table 1과 같은 수분조건에서 원검체로 사용하였다.

分析方法

가. 수분의 측정

수분은 상법⁽¹⁰⁾에 따라 측정하였다.

나. 각종 중금속의 분석

검액의 조제 : 熊谷 등⁽¹¹⁾이 사용한 방법에 따라 시료 10g을 Kjeldahl 플라스크에 넣고 진한 질산 30ml를 넣어 Soxhlet 추출기와 냉각기 및 가스흡수관을 부착하여 HNO₃-H₂SO₄-HClO₄ 혼합분해액으로 분해시킨 후 전체량을 200ml로 하여 검액으로 사용하였다. 그리고 위 실험의 blank 시험액도 같은 방법으로 만들었

다.

금속원소의 정량 : 구리, 납, 아연, 니켈, 카드뮴, 크롬, 망간 및 철의 함량은 菅野 등⁽¹²⁾의 방법에 준하여 검액 30ml를 250ml 플라스크에 취하고 DDTC-MIBK 추출과정을 거쳐 MIBK층을 분리한 후 이 MIBK층을 Table 2와 같은 조건에서 원자흡수분광도계(IL-151)로 위의 각종 원소의 농도를 측정하였으며, 수은은 검액 20ml를 일본위생시험법 주해⁽¹³⁾에 준하여 조작한 후 수은 분석기(Perkin-Elmer, Model-50A)로서 253.7nm에서 흡광도를 측정하여 그 함량을 구하였고, 비소는 검액 20ml를 diethyldithiocarbamate 酸銀法⁽¹²⁾으로 525nm에서 비색정량 하였다. 그리고 별도로 표준용액을 가지고 상기조작에 준하여 측정된 흡광도로 부터 작성한 검량선에 의거 각종 원소의 함량을 산출하였다.

Table 3. Copper contents in fruit and vegetable samples

(Unit: ppm)

Sample	Content		
	Range	Mean	S.D
Cabbage	0.559~2.081	1.001	0.2524
Cabbage ^(a)	0.602~3.321	1.802	0.4502
Spinach	1.119~1.681	1.432	0.0848
Lettuce	0.801~1.360	1.112	0.0843
Lettuce ^(a)	0.200~0.358	0.322	0.0278
Radish	0.562~1.351	0.823	0.1308
Carrot	0.801~2.000	1.211	0.1962
Sweet potato	1.041~1.918	1.331	0.1390
Onion	0.800~1.243	0.951	0.0682
Garlic	1.122~1.921	1.592	0.1198
Water celery	0.879~1.241	1.071	0.0528
Cucumber	0.802~1.037	0.861	0.0413
Cucumber ^(a)	0.200~0.356	0.310	0.0308
Tomato	0.542~1.361	0.602	0.2440
Tomato ^(a)	0.358~0.363	0.361	0.0002
Pepper	1.041~3.759	1.821	0.4494
Pepper ^(a)	1.041~1.638	1.343	0.1193
Pear	0.801~1.238	1.011	0.0708
Peach	0.885~1.761	1.232	0.1326
Apple	0.801~1.988	1.380	0.1929
Total	0.200~3.759	1.078	0.1444

(a) Samples cultivated in vinylhouse

결과 및 고찰

구 리

진주지역에서 채취한 원예작물을 시료별로 분석한 구리의 함량은 Table 3과 같다. Table 3에서 보는데와 같이 구리의 함량이 가장 높은 것은 고추로 평균 1.821(0.014~3.759) ppm을 함유하고 있으며, 비닐하우스에서 재배한 오이가 평균 0.310(0.200~0.360) ppm으로 가장 적게 함유하고 있었다. 그리고 비닐하우스에서 재배한 시료들이 露地에서 재배한 시료를 보다 구리의 함량이 비교적 적은 것으로 나타났으며 전 시료에 대한 구리의 평균 함량은 1.078(0.200~3.759) ppm 이었다.

盧 등^(1,7)이 전국 각지에서 분석한 구리의 함량은 배추가 평균 0.050(0.015~0.139) ppm, 시금치가 평균

0.280(0.175~0.429) ppm, 상치가 평균 0.609(0.097~1.263) ppm, 무우가 평균 0.28(0.12~0.68) ppm, 당근이 평균 1.120(1.120~3.453) ppm, 토마토가 평균 0.40(0.30~0.62) ppm, 마늘이 평균 0.845(0.114~1.527) ppm, 오이가 평균 0.24(0.01~0.01)ppm, 북송아가 평균 0.13(0.01~0.41) ppm이었다고 보고하였으며, 杉井 등⁽⁸⁾은 일본산 원예작물의 구리함량을 분석한 결과 시금치는 평균 4.20(3.23~5.70) ppm, 무우는 평균 6.12(0.08~16.35) ppm, 파는 평균 3.65(2.43~4.33) ppm으로 보고하였다.

본 실험결과를 盧 등의 결과와는 비슷한 값을 나타내고 있으나, 杉井 등의 결과 보다는 훨씬 적은량의 구리를 함유하고 있으며 우리나라의 식품위생법⁽¹⁴⁾에서 야채류와 과일류에 100 ppm 이하로 규정하고 있는 것 보다 훨씬 낮다.

Table 4. Lead contents in fruit and vegetables samples

(Unit: ppm)

Sample	Content		
	Range	Mean	S.D
Cabbage	0.481~1.119	0.852	0.0972
Cabbage ^(a)	Trace~2.201	1.011	0.3309
Spinach	0.482~1.117	0.841	0.0946
Lettuce	0.480~1.117	0.801	0.0903
Lettuce ^(a)	Trace~1.601	0.582	0.2628
Radish	0.801~1.521	0.981	0.1249
Carrot	0.801~0.922	0.831	0.0208
Sweet potato	0.800~1.002	0.890	0.0308
Onion	0.481~0.919	0.711	0.0666
Garlic	0.478~0.837	0.732	0.0582
Water celery	0.481~0.923	0.722	0.0689
Cucumber	0.476~1.121	0.862	0.0967
Cucumber ^(a)	0.801~0.963	0.906	0.0802
Tomato	0.483~0.684	0.582	0.1197
Tomato ^(a)	Trace~0.841	0.423	0.1680
Pepper	0.642~1.235	0.871	0.0894
Pepper ^(a)	0.961~1.000	0.981	0.0078
Pear	Trace~2.679	1.082	0.3931
Peach	0.483~1.000	0.833	0.0850
Apple	0.642~1.561	1.001	0.1391
Total	Trace~2.679	0.825	0.1212

(a) Samples cultivated in vinylhouse

Trace : ≤0.005 ppm

납

Table 4에서 보는 바와 같이 납함량은 평균 0.825 (trace~2.679) ppm인데 그 중 배가 평균 1.082(trace~2.679) ppm으로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 토마토가 대체로 적은량의 납을 함유하였다.

盧 등⁽⁷⁾이 보고한 결과에 의하면 마늘이 평균 0.174 (trace~0.546) ppm의 납을 함유하였으며, 상치는 평균 0.211(trace~0.833) ppm, 시금치는 평균 0.470 (0.065~0.021) ppm, 배추는 평균 0.119(trace~0.197) ppm의 납을 함유하였다. Thomas 등⁽¹⁵⁾은 영국각지에서 생산된 과채류 231점을 채취하여 측정된 납의 함량은 평균 0.05(0.01~3.85)ppm이었다고 하였으며, 또한 Warren 등⁽¹⁶⁾은 영국과 캐나다 각 지역에서 생산된 채소류에서 납함량을 측정된 결과 상치는 평균 12(0.3~56)ppm, 배추는 평균 1(0.2~2.3) ppm, 당근은 평균 4(0.2~11) ppm이었고 보고하였다.

본 실험결과는 Warren 등⁽¹⁶⁾의 결과보다는 아주 적은량의 납을 함유하였으나 그외의 연구자들의 보고와 비슷한 경향을 나타내고 있는데 일본식물위생법⁽¹⁷⁾에서 규제하고 있는 원예작물중의 납 허용기준량 1~5 ppm 이하 보다는 적은 함량이다.

아연

Table 5에서 보는 바와 같이 아연 함량은 무우가 평균 10.252(1.924~21.663) ppm으로 가장 높은 분포를 나타내고 있으며 토마토가 가장 적은량의 아연을 함유하고 있었다.

盧 등⁽⁷⁾의 결과에 의하면 배추는 평균 1.334(0.439~3.293) ppm, 상치는 평균 2.201(0.337~6.756) ppm, 시금치는 평균 7.988(3.093~11.011) ppm, 마늘은 평균 4.402(1.554~9.339) ppm의 아연을 함유하였으며, 杉井 등⁽⁸⁾은 시금치에서 평균 3.83(0.53~7.22)ppm, 배추는 평균 2.03(1.42~2.89) ppm, 무우가 평균 12.93 (0.64~44.60)ppm의 아연을 함유하였다고 보고하였다.

본 실험결과는 다른 연구자들의 결과와 비슷한 경향을 나타내고 있는데, Tipton⁽¹⁸⁾은 정상적인 사람의 뇌, 심장, 간, 허파등에 12~102 ppm의 아연을 함유하고 있는 것으로 보고하였다.

그리고 본 실험결과에서는 각 시료에서 상당한 크기의 표준오차를 나타내고 있는데 이것은 시료채취 지역에 따라서 아연의 함량에 큰 차이가 있는 것을 의미하며, 아연은 토양등의 환경조건에 상당히 지배를 받는 것으로 생각된다.

니켈

본 실험결과 Table 6에 의하면 니켈의 함량은 trace~0.802 ppm 범위로 전 시료에 니켈이 미량 함유되어 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Zinc contents in fruit and vegetable samples

(Unit: ppm)

Sample	Content		
	Range	Mean	S.D
Cabbage	1.761~4.879	3.347	0.5308
Cabbage ^(*)	3.081~9.180	6.230	0.8784
Spinach	4.483~16.001	8.592	1.8038
Lettuce	3.762~5.921	4.537	0.3492
Lettuce ^(*)	0.601~3.282	2.128	0.4122
Radish	1.924~21.663	10.252	2.8937
Carrot	1.684~4.401	2.769	0.4208
Sweet potato	1.121~4.843	2.681	0.5479
Onion	1.843~4.002	2.943	0.3259
Garlic	3.761~10.158	6.351	1.0112
Water celery	1.284~3.923	2.982	0.4180
Cucumber	1.285~16.081	5.601	2.6627
Cucumber ^(*)	0.644~6.123	2.363	1.0645
Tomato	0.921~2.327	0.813	0.3811
Tomato ^(*)	0.602~0.645	0.625	0.0088
Pepper	0.721~9.039	3.641	1.3103
Pepper ^(*)	1.806~3.002	2.402	0.2402
Pear	0.327~20.009	7.451	3.3596
Peach	0.486~16.188	4.910	2.6130
Apple	0.367~15.278	4.421	2.5162
Total	0.327~21.663	4.252	1.1874

(a) Samples cultivated in vinylhouse

杉井 등⁽⁸⁾은 일본산의 시금치에 평균 0.24(0.07~0.38) ppm, 오이에 평균 0.08(0.00~0.01) ppm, 토마토에 평균 0.09(0.02~0.32) ppm, 배추에 평균 0.57(0.06~2.26) ppm, 무우에 평균 0.33(0.03~0.79) ppm, 파에 평균 0.13(0.04~0.25) ppm의 니켈을 함유되었다고 보고하였다.

본 실험결과는 최소값에 있어서는 각 시료에 대한 니켈의 평균값은 비슷한 경향을 나타내고 있다.

수은

Table 7에서 보는 바와 같이 수은 함량은 미량이나 다 대부분 시료에 함유되어 있었다.

宋 등⁽⁹⁾의 결과에 의하면 한국산 당근 중에는 수은이 평균 0.038(trace~0.065) ppm, 고구마 중에는 평균 0.053(0.029~0.075) ppm이 함유되어 있으며, 盧 등⁽⁷⁾은 한국산 원예작물 중의 함량은 상치 평균 0.034(0.008~0.054) ppm, 시금치 평균 0.027(0.010~0.086)ppm, 배추 평균 0.026(trace~0.029) ppm, 고추 평균 0.059

Table 6. Nickel contents in fruit and vegetable samples

(Unit: ppm)

Sample	Content		
	Range	Mean	S.D
Cabbage	Trace~0.599	0.232	0.0998
Cabbage ^(a)	Trace	Trace	0.0000
Spinach	Trace~0.481	0.222	0.0883
Lettuce	Trace~0.362	0.092	0.0620
Lettuce ^(a)	Trace~0.362	0.092	0.0618
Radish	Trace~0.596	0.302	0.1196
Carrot	Trace	Trace	0.0000
Sweet potato	Trace	Trace	0.0000
Onion	Trace~0.321	0.082	0.0550
Garlic	Trace~0.802	0.282	0.3076
Water celery	Trace~0.324	0.080	0.5423
Cucumber	Trace~0.357	0.252	0.0580
Cucumber ^(a)	Trace~0.357	0.122	0.0672
Tomato	Trace~0.398	0.102	0.0688
Tomato ^(a)	Trace~0.367	0.353	0.0026
Pepper	Trace~0.321	0.162	0.0638
Pepper ^(a)	Trace~0.355	0.181	0.0714
Pear	Trace~0.321	0.082	0.0552
Peach	Trace~0.392	0.182	0.0725
Apple	Trace~0.322	0.082	0.0553
Total	Trace~0.802	0.145	0.09256

(a) Samples cultivated in vinylhouse

(0.05~0.250) ppm으로 보고하였다.

카드뮴

본 실험결과(Table 8)에 의하면 카드뮴 함량은 평균 0.049(ND~0.264) ppm이었으며, 무우에 평균 0.113 (trace~0.264) ppm으로 가장 많은 양의 카드뮴이 함유되어 있었다.

盧 등⁽⁷⁾에 의하면 국내 각 산지에서 생산한 원예작물에는 평균 0.02 ppm의 카드뮴을 함유하고 있는 것으로 보고하고 있다. 한편 Thomas 등⁽¹⁵⁾은 영국산 각종 채소에서 카드뮴의 함량을 측정한 결과 0.04(0.01~0.22) ppm을 함유하였다.

1960년대에 와서 세계적인 집단만성중독사례로 손꼽히는 일본의 富山縣, 神通川유역 등에서 발생한 Itai-Itai 병이 바로 이 카드뮴에 의한 것으로 이 원소⁽¹⁶⁾는 비교적 독성이 강하기 때문에 광산, 제련소 등 환경오염에 의해서 나타나는 카드뮴을 미연에 방지할 수 있는 대책이 강구되어야 하겠다.

Table 7. Mercury contents in fruit and vegetable samples

(Unit: ppm)

Sample	Content		
	Range	Mean	S.D
Cabbage	ND~0.020	0.010	0.0030
Cabbage ^(a)	Trace~0.212	0.059	0.0352
Spinach	0.020~0.052	0.037	0.0053
Lettuce	Trace~0.048	0.024	0.0064
Lettuce ^(a)	0.004~0.368	0.204	0.0640
Radish	0.020~0.268	0.044	0.0036
Carrot	0.008~0.040	0.029	0.0052
Sweet potato	0.008~0.020	0.015	0.0020
Onion	0.016~0.028	0.020	0.0019
Garlic	ND~0.020	0.017	0.0036
Water celery	0.008~0.032	0.018	0.0036
Cucumber	ND~Trace	Trace	0.0000
Cucumber ^(a)	Trace~0.108	0.038	0.0192
Tomato	Trace~0.028	0.009	0.0043
Tomato ^(a)	Trace	Trace	0.0000
Pepper	Trace~0.020	Trace	0.0000
Pepper ^(a)	Trace	Trace	0.0000
Pear	Trace~0.040	0.019	0.0055
Peach	ND~0.048	0.020	0.0067
Apple	ND~0.040	0.022	0.0053
Total	ND~0.368	0.029	0.0087

(a) Samples cultivated in vinylhouse

Trace : ≤0.005ppm, ND : not detected

비소

본 실험결과에서 비소는 평균 0.079(trace~1.289) ppm으로 나타났으며, 배추(trace~1.009 ppm), 시금치(trace~1.239 ppm), 상치(trace~1.289 ppm), 고추(trace~0.388 ppm)의 몇 시료에서 검출되었고 그외의 시료에서는 모두 존적 정도이었다.

盧 등⁽⁷⁾의 결과에 의하면 비소의 평균 측정값은 과 0.056 ppm, 마늘 0.031 ppm, 상치 0.066 ppm, 시금치 0.018 ppm, 양배추 0.013 ppm으로 나타났으며, 杉井 등⁽¹⁸⁾은 비소(As₂O₃로서)의 평균측정값은 시금치 0.06 ppm, 오이 0.03 ppm, 토마토 0.02 ppm, 양파 0.55 ppm으로 보고하였다.

일본식품위생법⁽¹⁷⁾에서는 원예작물중의 비소 허용량을 1~3.5 ppm이하로 규정하고 있는데 본 실험결과에는 이에 훨씬 못미치고 있다.

망간

Table 8. Cadmium contents in fruit and vegetable samples

(Unit: ppm)

Sample	Content		
	Range	Mean	S.D
Cabbage	ND~0.052	0.021	0.0081
Cabbage ^(a)	Trace~0.056	0.042	0.0092
Spinach	0.050~0.132	0.071	0.0139
Lettuce	ND~0.052	0.021	0.0080
Lettuce ^(a)	Trace~0.240	0.075	0.0389
Radish	Trace~0.264	0.113	0.0379
Carrot	Trace~0.132	0.066	0.0184
Sweet potato	0.032~0.108	0.045	0.0151
Onion	Trace~0.068	0.031	0.0116
Garlic	Trace~0.128	0.058	0.0187
Water celey	Trace~0.104	0.028	0.0175
Cucumber	ND~0.092	0.040	0.0129
Cucumber ^(a)	Trace~0.128	0.044	0.0236
Tomato	0.052~0.152	0.052	0.0243
Tomato ^(a)	Trace~0.054	0.028	0.0102
Pepper	ND~0.204	0.110	0.0305
Pepper ^(a)	0.050~0.054	0.052	0.0008
Pear	ND~0.100	0.021	0.0168
Peach	ND~0.092	0.044	0.0129
Apple	ND~0.088	0.024	0.0147
Total	ND~0.264	0.049	0.0172

(a) Samples cultivated in vinylhouse

Trace : ≤ 0.005 ppm, ND : not detected

Table 9에서 보는 바와 같이 망간의 함량은 전 시료의 평균값이 4.717(0.828~22.413)ppm이었으며, 미나리(6.418~20.001 ppm), 양파(2.841~22.413 ppm), 상치(1.232~17.213 ppm)가 비교적 많은량을 함유하였으며 오이(0.828~2.041 ppm), 토마토(1.611~2.012 ppm)가 망간을 아주 적게 함유하고 있었다. 한편 각 시료들의 표준편차값이 큰 것으로보아 지역 및 시료에 따라 망간의 함유량에 상당한 차이가 있는 것으로 사료되며 특히 양파는 표준편차가 3.0815로 시료마다 상당한 망간 함량에 차이를 나타내었다.

盧 등⁽⁷⁾은 건국 각지에서 수집한 시료에서 망간의 함량을 측정된 결과, 마늘 평균 10.106(1.833~17.077) ppm, 상치 평균 6.228(1.565~12.962) ppm, 시금치 평균 8.277(3.773~12.118) ppm, 배추 평균 1.860(0.941~6.386) ppm으로 본 실험결과와 비슷한 경향을 나타내었으며, 杉井 등⁽⁸⁾의 결과는 상치 5.92(3.03~

Table 9. Manganese contents in fruit and vegetable samples

(Unit: ppm)

Sample	Content		
	Range	Mean	S.D
Cabbage	3.211~6.412	4.310	0.4982
Cabbage ^(a)	2.029~5.402	2.574	0.8331
Spinach	3.625~11.231	7.224	1.9276
Lettuce	1.232~17.213	10.115	1.4817
Lettuce ^(a)	1.802~11.801	6.356	1.4474
Radish	2.831~6.812	4.325	0.6002
Carrot	1.625~3.642	2.635	0.3326
Sweet potato	4.425~7.214	6.218	0.4288
Onion	2.841~22.413	9.619	3.0815
Garlic	2.322~2.841	2.607	0.0901
Water celery	6.418~20.001	16.122	2.2395
Cucumber	0.828~2.041	1.323	0.1771
Cucumber ^(a)	0.881~1.522	1.269	0.1115
Tomato	1.611~2.012	0.907	0.3660
Tomato ^(a)	1.809~5.021	3.415	0.6424
Pepper	2.012~14.831	5.919	2.0898
Pepper ^(a)	3.221~7.044	5.112	0.7648
Pear	0.871~2.023	1.232	0.1928
Peach	1.212~1.651	1.422	0.0839
Apple	0.871~2.414	1.628	0.2182
Total	0.828~22.413	4.717	0.9304

(a) Samples cultivated in vinylhouse

Trace : ≤ 0.005 ppm, ND : not detected

10.98) ppm, 배추 2.04(0.53~8.72) ppm, 무우 15.56(0.46~28.37) ppm, 양파 1.81(1.37~2.34) ppm으로 무우와 양파는 본 실험의 결과와는 상반되게 나타났다.

철

Table 10에서 보는바와 같이 철 함량은 전체 시료에 대한 평균값이 8.255(0.201~32.425) ppm이었으며 각 시료중 미나리(10.801~22.403ppm), 무우(4.081~32.40 ppm)가 대체로 높은 함량을 나타내었으며 토마토(0.361~1.221 ppm), 복숭아(0.631~2.435 ppm), 사과(0.217~2.843 ppm)가 비교적 적은량의 철을 함유하였다.

Barakat 등⁽²⁰⁾은 14 종류의 신선한 채소 60점을 채취하여 철 함량을 측정된 결과 배추 평균 0.91(0.11~2.11) ppm, 양파 평균 3.81(0.52~5.27) ppm, 무우 평균 1.98(1.01~2.73)ppm, 상치 평균 3.82(3.41~4.23) ppm으로 본 실험결과보다 적었다.

Table 10. Iron contents in fruit and vegetable samples

(Unit: ppm)

Sample	Content		
	Range	Mean	S.D
Cabbage	5.223~15.612	10.618	1.4714
Cabbage ^(*)	4.815~22.441	10.419	2.8246
Spinach	12.019~28.417	19.916	3.1731
Lettuce	2.032~32.425	11.324	5.1380
Lettuce ^(*)	6.391~19.279	12.342	1.8747
Radish	4.681~32.400	14.026	4.3543
Carrot	4.452~15.625	9.728	1.5859
Sweet potato	2.021~10.818	4.733	1.4436
Onion	3.215~21.231	12.118	2.7042
Garlic	1.231~6.024	3.027	0.7282
Water celery	10.801~22.403	16.619	1.6416
Cucumber	0.891~16.427	7.337	2.6358
Cucumber ^(*)	0.1964~16.001	8.485	2.4558
Tomato	0.361~1.221	0.397	0.1990
Tomato ^(*)	2.80~2.799	2.842	
Pepper ^(*)	0.403~25.213	8.037	4.0344
Pepper ^(*)	6.839~8.161	7.501	0.2636
Pear	0.201~8.415	3.259	1.3354
Peach	0.631~2.435	1.127	0.3363
Apple	0.217~2.843	1.239	0.4326
Total	0.201~32.425	8.255	1.9316

(a) Samples cultivated in vinylhouse

본 실험결과에서 상치, 무우, 고추 등은 아주 큰 표준편차를 나타내었는데 이것은 토질등의 환경인자에 따라서 각 시료마다 철의 함량이 크게 다른 것으로 생각된다.

크롬

본 실험에서 크롬의 함량은 시금치와 상치에서 각각 1점씩 크롬의 함량이 0.112 ppm과 0.198 ppm이 나타났고, 배추와 고추에서는 각각 1점에서 흔적 정도 함유되었으며 그외의 시료에서는 검출되지 않았다.

Zawadzka⁽²¹⁾가 폴란드에서 생산된 1860점의 원예작물에서 크롬의 함량을 측정된 결과 그중 95%가 크롬에 오염되었는데 그 함량은 trace~0.075 ppm이었으며 위 시료의 부산물에는 trace~0.200 ppm 범위로 다소 크롬함량이 높았다.

그런데 크롬은 식물이 성장하는데 필요한 원소가 아니고 외부의 환경인자에 의하여 오염되는 것으로 일본에서는 크롬의 허용량을 25~50 ppm 이하로 규정하

고 있다. ⁽²²⁾

이상의 결과를 종합해 보면 아연, 망간, 철은 대체로 약간 많은 양을 함유하였으며 각 시료간에 상당한 격차를 나타내었다. 그러나 니켈, 수은, 카드뮴, 비소는 각 시료가 모두 아주 미량을 함유하였으며 크롬은 단지 4점의 시료에서 미량이 검출되었다.

본 논문에서는 몇몇 지역에서 수집한 원예작물중의 중금속량을 측정하였으나 이와같은 결과는 원예작물이 생육하는데 있어서 각종 생리대사와 여러가지 환경인자에 기인되는 것으로 생각되는데 앞으로 더욱 생육환경과 농약, 비료 등에 의한 오염 등을 조사하여 중금속의 오염을 미연에 방지할 수 있는 방도를 강구해야 할 것으로 생각된다.

요 약

진주지방에서 1980~1981년도에 생산된 각종 원예작물중에 함유되어 있는 중금속 함량을 측정된 결과 유해한 금속으로 알려져 있는 납은 trace~2.679 ppm, 니켈은 trace~0.802 ppm, 수은은 ND~0.368 ppm, 카드뮴은 ND~0.264 ppm, 비소는 trace~1.289 ppm 범위였으며 크롬은 전 시료중 단 4점만이 미량 검출되었다. 그리고 구리는 0.200~3.759 ppm 범위였으며 아연은 0.327~21.663 ppm, 망간은 0.828~22.413 ppm, 철은 0.201~32.425 ppm으로 아연, 망간 및 철은 시료간에 상당한 유의성이 인정되었고 비닐하우스에서 재배한 과채류와 노지에서 재배한 시료간에는 유의성이 인정되지 않았다.

謝 意

본 연구는 文敎部學術研究助成費에 의하여 이루어진 것으로 文敎部 當局에 감사드린다.

文 獻

1. 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 李興在, 元敬豊, 池文倬: 國立保健研究院報, 9, 191 (1975)
2. 宋哲, 金吉生, 李興在, 李哲遠, 盧晶培: 國立保健研究院報, 11, 141 (1975)
3. 金東勳: 食品化學, 探求堂, 서울, p. 61 (1975)
4. De Man, J. M.: *Principles of Food Chemistry*, AVI, Westport, Connecticut, p. 171 (1976)
5. Fennema, O. R.: *Principles of Food Science(II)*, Marcel Pekker, New York and Basel, p.350

- (1976)
6. 宋哲, 金吉生, 權佑昌, 李興在, 元敬豐, 盧晶培: 國立保健研究院報, **12**, 153 (1975)
 7. 盧晶培, 宋哲, 金吉生, 沈漢燮, 俞炳天: 國立保健研究院報, **11**, 171 (1974)
 8. 杉井孝雄, 設樂泰正, 堀義宏: 北海道衛生研究所報, **26**, 117 (1975)
 9. 清水武, 前田正男, 中村隆: 大阪農技七研報, **12**, 117 (1975)
 10. 鄭東孝, 張賢基, 金明燦, 朴商喜: 最新食品分析法, 三中堂, 서울 (1979)
 11. 態谷洋, 佐伯清子: 日本食品衛生學雜誌, **17**, 200 (1976)
 12. 青野三郎, 福井昭三: 環境公害學の基礎と分析法, 廣川書店, 東京, p. 188 (1978)
 13. 日本藥學會編: 衛生試驗法·註解, 金原出版社, 東京, p. 35 (1980)
 14. 韓國食品工業協會: 食品添加物の規格 및 基準, p. 4 (1977)
 15. Thomas, B., Roughan, J. A. and Watter, E. D.: *J. Food Sci. Agr.*, **23**, 1493 (1972)
 16. Warren, H. V. and Delavault, R. E.: *Mem. Geol. Soc. Am.*, **123**, (1971)
 17. 日本食品衛生協會: 食品衛生檢查指針(Ⅱ), 東京, p. 28 (1978)
 18. Tipton, I. H. and Cook, M. J.: *Health Phys.*, **9**, 103 (1963)
 19. 日本公衆衛生協會: 環境保健報告, **11**, (1972)
 20. Barakat, M. Z., Bassiouni, M. and El-Wakil, M.: *J. Sci. Food Agric.*, **23**, 695 (1972)
 21. Zawadzka, T.: *Rocz. Panstw. Zakl. Hig.*, **29** (6), 635 (1978)
 22. 末氷泉二: 日本藥局誌, **25**(10), 25 (1974)