

## 상치의 시비조건에 따른 상치내 몇 가지 미량원소의 함량에 관한 연구

권오달\* · 정근희\*\* · 이진희\*\*\*

삼육대학교 원예학과\* · 삼육대학교 식품영양학과\*\* · 삼육의명대학 식품가공과\*\*\*

A Study of the Effect of Fertilization Condition on the Several Essential Elements  
in 2 Lettuce Cultivas.

Kwon O-Dal\* · Chung Keun-Hi\*\* · Lee Jin-Hi\*\*\*

Department of Horticulture, Sahmyook University\*

Department of Food Nutrition, Sahmyook University\*\*

Department of Food Science, Sahmyook Junior College\*\*\*

### ABSTRACT

In order to study the effects of chemical fertilizer and organic fertilizer on the toxic mineral content in the absence or presence of the wood extraction, the lettuce an experiment of fatal 20 treatments was conducted far a period of 10 weeks.

The results obtained from the experiment are summarized as follows :

- 1.The mineral contents of the lettuce in the wood extraction-treated group and the wood extraction non-treated group showed no conspicuous differences.
- 2.There are no prominent differences in the mineral contents(Chromium, Nickel, Lead, and Aluminium) in the lettuce between the organic fertilized group and the lettuce raised in the chemical fertilized group.
- 3.Mercury was not detected in all samples of lettuces raised in all treatments.
- 4.Cadmium contents in the lettuce samples were increased as the amount of organic fertilizer was increased from 25% to 100%.

## I. 서론

경제의 발달에 따라 인간의 생활은 편안하여졌지만 산업활동과 사회생활의 결과로 인해 야기되는 환경오염이나 자연의 심각한 훼손 상황은 생명체의 생존에 커다란 위협으로서 다가오고 있는 것이 현실이다. 이러한 오염으로 인해 유해한 중금속염들이 여러 경로를 통하여 인체 내에 유입될 가능성을 배제할 수는 없는데, 인간과 그 주변 환경은 상호 유기적인 관계를 가지고 있으므로 환경이 오염되면 토양과 식수가 오염되고, 그에 따라 동식물도 오염되며 궁극적으로 인체에 영향을 끼치게 된다<sup>1,4)</sup>.

주기율표 상에는 100여 개의 원소가 있지만 이 중 동물체의 생명 현상에 요구되는 필수 무기 원소는 26 개 정도이며, 그 중에서도 미량 원소들은 체내에 매우 적은 양으로 존재하며(ppm이나 ppb단위) 주로 효소계에 관여하고 있다. 무기원소의 동물체 조직의 함유 비율은 비록 적은 편이나, 이들은 체내 경조직의 구성 성분으로서, 생체내 필수적인 물리 화학적 조절 기능의 구성 성분으로서, 효소와 호르몬 등의 구성 성분으로서 그 기능은 크다고 할 수 있다. 그러나 이러한 미량 원소들의 대부분은 중금속으로서 그와 같은 예외를 빼면 생체의 정상적인 구성성분이 아니며, 생체의 정상적 대사과정에 이용되지 않고 오히려 정상적 대사과정을 급성, 만성적으로 억제하고 저해하여 적은 양으로도 중독 현상을 일으키므로, 이러한 중금속들의 체내 잔류와 축적은 매우 심각한 결과를 초래하는 경우가 많다<sup>5,6)</sup>. 일반적으로 독성 물질은 흡수가 빠르고 체내에 급격하게 분포되며, 중독량에 달하면 각각의 특유한 반응에 의하여 증상이 나타나 과량을 섭취할 경우 치사에 이르게 된다. 이런 중금속염들도 무기염이나, 이온의 형태일 때는 수용성이므로 체외 배설이 쉬워 그 양이 작을 경우 체내 축적의 위험성은 적으나, 유기염의 형태일 경우는 대체로 이들이 지용성이어서 체내 지방질 성분과 강한 친화성을 띠며, 체내 지방질 성분 조직에 흡수, 용해되어진다. 이 경우에는 체내 수분에의 용해가 되지 않고, 체외 배출도 어려워 미량 섭취라 하더라도 거둬질 경우 그 누적에 의한 축적효과에 따라 강한 독성작용을 일으키게 된다.

중금속에 의한 피해를 보면 수은염, 특히 염화 제2수은이 독성이 강한데 잘못 섭취할 것 같으면 30 분 이내에 갈증, 구토, 복통, 수양성 하리를 일으켜 심할 경우 허탈에 빠져 사망하는 급성 중독의 경우도 있다. 일본에서 다량의 수은이 함유된 공장 폐기물에 오염된 어류를 섭취하여 Minamata병이 발생하였다<sup>7)</sup>. 또 카드뮴의 중독 현상으로서 Itai-Itai병으로 258명의 발병 중 128명이 사망하는 사고도 있었다<sup>8,9)</sup>. 카드뮴의 경우 급성중독은 드물고 대개 만성중독이 일어난다고 한다.

납도 독성이 강한 중금속이며, 급성중독과 만성중독이 있으나 대체로 급성중독의 경우는 드물다고 알려졌다. 납은 안료, 도료, 농약 등으로부터 오염되는 경우가 일반적이며, 공장 폐기물, 자동차 배출가스도 최근의 문제로 대두되었다. 크롬도 중금속으로서 생체 내에서 대사작용에 관여하는 면도 있으나 독성이 강하여 암을 유발하는 등 사회 문제화되었다<sup>10-12)</sup>. 또한, 필수

무기물로 분류되는 미량원소들이라 하더라도 대부분 일정량 이상을 섭취할 경우 중독현상이 발생하게 된다<sup>13-15)</sup>.

본 실험에서는 상처의 재배조건에 따른 무기원소의 함량을 조사하여 날로 오염되어가는 토양 때문에 우리의 식품인 채소가 오염되어지는 것을 방지하는 방법을 연구하는데 있어서 기초적인 자료로 삼기를 원한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재배방법

본 실험을 위해 채소의 재배는 삼육대학교 원예학과 채소 실습 포장에서 1997년 3월 23일부터 6월 12일까지 실행되었으며, 공시 품종은 1996년에 채종된 서울 종묘사의 'Jokchukmyon'과 'Chongchima' 상처로 하였다. 공시된 품종은 약 1개월 정도 육묘한 후 정식하였는데 파종은 1997년 3월 23일 상온에서 1주야 침지한 종자를 육묘용 상토를 배지로 한 파종 상자에 파종하였다가, 4월 1일에 25구 연결 pot에 육묘용 상토를 충전한 후 1구에 1포기씩 이식하여 무가온 비닐 하우스에서 약 1개월간 육묘하였다. 정식은 5월 4일에 본엽이 6매 정도 분화하였을 때 처리구 및 반복구별로 30×30cm 간격으로 심되 한 처리구에 두 품종을, 품종별로 2줄씩, 12주를 심었다.

### 2. 처리구별 토양성분

실험포장은 사질양토로서 다년간 채소 실습포장으로 사용하였던 곳에 각 처리의 반복별로 넓이 1.8m×1.8m(1평), 높이 30cm로 블록을 쌓아 실험구를 설치하고 토양을 충전하였다. 실험 처리구는 무시비 대조구(T<sub>1</sub>), 화학비료 전량시비구(T<sub>2</sub>), 화학비료 75% + 유기질비료 25% 시비구(T<sub>3</sub>), 화학비료 50%+유기질비료 50% 시비구(T<sub>4</sub>), 유기질비료 전량시비구(T<sub>5</sub>) 등 5처리로 3반복 15구를 설치하였다. 아울러 품종별로 참나무 목초액 처리구와 비처리구로 나누어 총 30구가 설치되었다.

각 처리별 실험 토양으로 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>는 사질양토인 포장의 원토를 사용했으나 T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>는 각각 부엽을 토양 용적의 25%, 55%, 100% 채워 넣었다. 시비는 야채원에 핸드북<sup>5)</sup>의 기준에 따라 N:P:K=24:18:24kg/10a에 해당되는 비료를 성분량으로 계산하였다. 화학비료는 요소, 용성인비(용인), 염화가리를 사용하였고, 유기질 비료는 N, P, K 성분 함유율이 2.0:1.5:1.0인 전북 양계 축산협동조합에서 생산한 축협 퇴비를 사용하여 표준 시비량의 성분을 계산하되, 부족한 P와 K 성분은 고려 맥반석 제품인 맥반석(K 함량 4.45%)과 패화석(P 함량 6.75%, K 함량 6.0%)을 50:50으로 섞어 보충하였다. 그래서 화학비료 전용구인 T<sub>2</sub>에는 평당 요소 174g, 용인 300g, 염화가리 133g을 사용하였고, T<sub>5</sub>의 유기질 전용구에서는 축협 퇴비

4kg, 맥반 폐화석 900g을 사용하였다. 그리고 이 양을 기준으로 하여 T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>는 해당 처리구의 화학 비료 대 유기질 비료 비율에 따라 사용하였다.

Table 1. Effects of Cultivars on the several toxic element contents in the lettuces

Treatment <sup>z</sup>	Cultivars(treated) <sup>1</sup>		Cultivars(untreated) <sup>2</sup>	
	Jokchukmyon	Chongchima	Jokchukmyon	Chongchima
Cr(ppb)				
T <sub>1</sub>	122.32	131.04	136.43	75.63
T <sub>2</sub>	110.92	100.26	152.41	159.97
T <sub>3</sub>	88.93	114.75	187.83	184.41
T <sub>4</sub>	123.13	86.29	110.89	110.94
T <sub>5</sub>	11.38	129.64	127.90	146.19
Ni(ppb)				
T <sub>1</sub>	64.87	71.33	60.53	22.90
T <sub>2</sub>	52.19	54.02	78.76	80.3
T <sub>3</sub>	39.81	46.82	148.66	77.11
T <sub>4</sub>	51.45	50.09	99.64	114.76
T <sub>5</sub>	46.92	47.98	68.41	149.06
Al(ppb)				
T <sub>1</sub>	28.81	54.15	28.73	0.349
T <sub>2</sub>	17.09	43.31	660.3	0.125
T <sub>3</sub>	25.12	21.60	470.6	11.236
T <sub>4</sub>	23.40	28.36	675.6	1.675
T <sub>5</sub>	19.25	24.04	0.817	1.547
Cd(ppb)				
T <sub>1</sub>	22.15	33.30	29.58	13.39
T <sub>2</sub>	19.77	27.51	27.50	40.29
T <sub>3</sub>	11.28	14.45	17.98	29.32
T <sub>4</sub>	14.30	20.26	14.12	14.18
T <sub>5</sub>	6.81	4.77	3.41	4.64
Hg(ppb)				
T <sub>1</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
T <sub>2</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
T <sub>3</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
T <sub>4</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
T <sub>5</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb(ppb)				
T <sub>1</sub>	134.98	172.08	135.98	77.78
T <sub>2</sub>	133.34	117.08	138.28	150.49
T <sub>3</sub>	310.28	129.92	318.24	155.01
T <sub>4</sub>	167.87	144.49	165.34	152.87
T <sub>5</sub>	170.51	145.49	166.26	145.56

<sup>z</sup>T<sub>1</sub>: Non-fertilized, T<sub>2</sub>: 100% Chemical fertilizer, T<sub>3</sub>: 75% Chemical a and 50% organic fertilizer, T<sub>4</sub>: 50% Chemical and 50% organic fertilizer, T<sub>5</sub>: 100% organic fertilizer.

<sup>1</sup>: Wood extractive-treated

<sup>2</sup>: Wood extractive-untreated

시비 방법 및 시기는 유기질 비료와 용인은 모든 처리에서 전량 기비로, 요소와 염화가리는 각 구의 총량의 1/2을 정식 1주전에 표면 살포와 동시에 갈아 엮어서 정지하였고, 추비는 요소와 염화가리의 50%를 정식 후 1주와 3주에 추비로 분시하였다.

### 3. 무기원소 분석

시료는 흙을 깨끗이 털어 내고 건조시킨 후 질산으로 회화시켜 증류수로 희석하였고, 희석한 Sample은 기초과학연구소 서울 분소에 의뢰하여 ICP-MS로 미량원소를 분석하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

참나무 목초액 처리구와 비처리구를 나눈 후 각 처리구에 화학비료와 유기비료를 함량별로 혼합하여 나눈 5구에 청치마와 적축면을 재배하여 얻은 상치에 함유된 미량원소들의 함량을 Table 1에 나타내었다.

목초액 처리구에서 적축면의 Cr 함량은, 무시비 대조구와 화학 비료구 (120ppb정도)가 유기질 비료(11ppb)에 비해서 훨씬 높은 것으로 나타났으나 청치마 모두에서 뚜렷한 양상이 나타나지 않았다.

일반적으로 식물체에 Cr 함유량은 100~500ppm<sup>16-17)</sup> 나타나 본 실험에 상치에 나타나는 Cr의 함량은 별 문제가 되지 않는 것으로 사료한다.

상치에 함유된 Ni 함량은 목초액 처리구에서는 유기질 성분이 많아질수록 일반적으로 Ni의 함량이 다소 낮아지는 경향이지만 큰 차이는 없었다. 목초액 처리구에서는 유기질 비료함량이 증가 함에 따라 Ni 함량이 증가하는 경우도 보이고 있지만 특별한 양상의 변화 추세는 보이지 않고 있다. Ni의 식물중의 함량은 일반적으로 300~600ppb<sup>18)</sup>으로 본 실험에서 나타난 바가 훨씬 낮았다.

상치내 포함된 Cd의 함량은 목초액 처리구와 비처리구 모두, 두 상치 품종 모두 유기질 함량이 높을수록 Cd 함량이 낮아지는 경향을 보이고 있다.

일반적으로 식물 체내에 Cd의 함량은 50~100ppb<sup>19)</sup>로 본 실험에서 나타난 Cd의 함량 10~50ppb과는 대체로 일치하는 경향이였다.

상치내에 Hg의 함량은 본 실험에 재배가 상치에서 검출되지 아니한 것은 다행으로 생각된다.

Al과 Pb의 상치내 함량은 목초액 처리구나 비처리구, 상치의 품종간, 그리고 유기질 비료의 함유량에 따라 뚜렷한 경향을 보이지는 않고 있다. 그러나 일반적인 식물체내 Al 함량이 500~5000ppb<sup>20)</sup>인 것과 Pb의 함량이 50~200ppb<sup>19,21)</sup>인 것을 고려하면 본 실험에서의 상치내 Al, Pb 함량은 큰 문제가 없는 것으로 나타났다.

본 실험의 결과에서 볼 때 독성이 특히 강한 것으로 알려진 Cd의 상치내 함량이 유기질 비

료의 함량을 높임으로써 그 함량이 낮아지는 양상을 보이고 있어 그 활용의 가능성을 보이는 것으로 사료되며, 이와 같은 종류의 연구는 환경 오염이 심각해질수록, 보다 체계적인 연구를 정기적으로 실시하여 오염에 대한 고찰과 그 대책을 강구할 필요가 있는 것으로 생각된다.

#### IV. 요약

목초액 처리구와 비처리구를 나누고 여기에 상처의 두 종류, 적축면과 청치마로써 유기질 비료와 화학비료의 성분에 따라 재배한 상처내의 미량 원소 함량에 관한 연구에서 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 목초액 처리구와 비처리구에 있어서 상처내 미량 원소 함량은 큰 차이를 보이지 않았다.
2. 상처내 Cr, Ni, Pb, Al 등의 함량은 유기질 비료와 무기질 비료의 함량에 의해서 크게 변하지는 않았다.
3. 상처내 Hg 함량이 모든 실험구에서 검출되지 않았다.
4. Cd의 상처내 함량은 유기질 비료가 많으면 많을수록 줄어드는 것으로 나타났다.

#### 참고 문헌

1. Hill. C. H. B. Starcher and G. Matrone. *J. Nutr.* 83 : 107-110, 1964
2. Miller. V. L. G. E. Barse and E. Osonk -a. *Poult. Sci.* 49 : 101-1104, 1970
3. Zook. E. G., Greene. F. E., and Marres. E. R., *Cereal Chem.*, 47 : 720, 1970
4. Parkhurst. C. R. and P. Thaxton. *Poult. Sci.* 52 : 273-276, 1973
5. Schroeder, H. A. *J. Nutr.* 97 : 237-242, 1969
6. Scott. M. L. J. R. Zimmermann. S. Marinsky. P. A. Mullenhott. G. L. Rumsey and R. W. Rice. *Poult. Sci.* 54 : 350-356, 1975
7. Underwood. E. J. Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press. New York, 1977
8. Fox. M. R. S. A. Review. *J. Food Sci.* 39 : 321-324, 1974
9. Jacobs. R. M., A. D. L. Jones. M. R. S. Fox and B. C. Fry. Jr. *J. Nutr.* 108 : 22-32, 1978
10. Cousins. R. J., A. A. Barber and J. R. Trout. *J. Nutr.* 103 : 964-972, 1973
11. Strickland. L. H. *J. Biocem.* 44, 1978
12. Roginski. E. E., and W. Mertz. *J. Nutr.* 97 : 525-530, 1969

13. Davidson. I. W. F. and W. L. Blackwell. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 127:66-70, 1968
14. Ganther, H. E., C. Goudie. M. L. Sunde. M. T. Kopecky, P. Wayner, Sh. Oh and W. G. Hoekstra *Science*. 175 : 1122-1124, 1972
15. Peterson. R. P., and L. S. Jensen. *Poult. Sci.* 54 : 795-798, 1975
16. Kirchgessner M, Merz G und Oelschlager W. Der einfluß des vegetationsstadiums auf den mengenund spurenelementgehalt dreier grasarten. *Arch Tierernaehr* 10 : 414, 1960
17. Pekarek R.S. et al. The direct determination of serum chromium by an atomic absorption spectrophotometer with a heated grahite atomizer. *J. Anal Biochem* 59 : 283, 1974
18. Welch RM and Carey EE. Concentration of chromium, nickell, and vanadium in plant materials. *J. Agric Food Chem* 23 : 479, 1975
19. Bureau of Food. Compliance program evaluation. FDA Report Fy 1974, Heavy Metals in Foods Survey(7320. 13C), Chemical Contaminants Project, U.S. Dep. Health, Educ. and Welfare, Washington, D.C., 1975
20. 106.Hokins, H., and Eisen, J., *J. Agric. Food Chem.* 7, 633, 1959
21. Jones LHP and Clement CR, in "Lead in the Environment." Institute of Petroleum, London, 1972