

국내산 식용 지하 부위 채소의 수확시기에 따른 무기 성분 분석에 관한 연구

장경미* · 이미순

*안산공과대학 식품공업학과, 덕성여자대학교 식품영양학과

A Study on Mineral Contents of the Underground Vegetables Produced in Korea harvested in different times

Kyung-Mi Chang and Mie-Soon Lee

Department of Food Engineering, Ansan College of Technology
Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University

Abstract

This study was performed to estimate mineral contents of some underground vegetables including potatoes, sweet-potatoes, carrots, radishes, onions, garlics, gingers, burdocks, and lotus roots produced in Korea using ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry). According to the measurement, the amounts of Na, Mg, Al, K, Ca, Mn, Fe, Zn, and P in underground vegetables are variable depending upon harvest time and individual plants. It was noticeable that the carrots showed quite higher amounts of Na compared to other underground vegetables. The amounts of Cd, Ba, Sr and Pb appeared to be below hazard levels. In the near future we expect that this study can be used to calculate the mineral intake from underground vegetables.

Key words : underground vegetables, ICP-AES, harvest time, mineral contents,

I. 서 론

K, Ca, P, Fe, Mg, Se, Cu, Mn 등의 무기 성분들이 인간에게 필수적인 영양소로 인식되기 시작한 것은 인간에게서 결핍증이 보고되기 시작한 20세기 초반부터이다¹⁻⁵⁾. 그 이후로⁶⁻¹³⁾ 농산물에 들어 있을 수 있는 유해 중금속에 관한 관심이 높아져 최근의 관심은 그 어느 때보다 높다. 특히 근래에 들어서는 외국 농산물의 수입이 크게 증가되고 있으나 이들 농산물의 유해 중금속 여부와 그 함량에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 또한 국내 농산물도 재배 방법, 시기, 토양, 관개 용수 등에 따라 무기 성분의 함량은 상당히 차이가 있을 것으로 예상된다¹⁴⁻¹⁷⁾. Fe, Mn, Zn, Cu, Se 등 주요 미량 성분들은 우리 인체 내에 절대적으로 필요하지만 허용수준 한계치가 넘으면 매우 유해하다¹⁸⁻²⁵⁾. 이들 주요 미량 성분들은 조리기구, 세라믹, 초자 기구 등 음식물 이외의 다른 요인들에 의해 섭취되는 경우도 있으나, 식품에 의한 것이 주요 섭취 경로 중 하나로 보고되고 있다²⁶⁾. 본 연구에서는 우리 나라 국민 식생활

에서 중요한 비중을 차지하는 식용 지하 부위 채소인 당근(*Daucus carota* L.), 감자(*Solanum tuberosum* L.), 고구마(*Ipomoea batatas* L.), 무(*Raphanus sativas* L.), 생강(*Zingiber officinale* Roscoe), 양파(*Allium cepa* L.), 마늘(*Allium sativum* L.), 우엉(*Arctium lappa*), 연근(*Nelumbo nucifera* Gaertn)의 무기 성분 함량을 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry)로 분석하여²⁷⁻²⁹⁾ 개개인의 무기 성분 섭취량을 계산할 수 있는 기초 자료 및 그 물질이 가진 고유의 특성들로 인한 기능성 소재 개발과 trace metal bioavailability를 이용하여³⁰⁻³²⁾ 식품, 약품 소재로서의 활용 방안을 위한 연구의 기초 자료로 활용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 준비

시중 4곳의 대형 슈퍼마켓과 재래 시장에서 1997년 6월, 8월 및 10월에 수확되어 유통되고 있는 국내산 식용 지하 부위 채소 9종(당근, 무, 감자, 고구마, 양파,

마늘, 연근, 우엉, 생강)을 구입하여 오물을 잘 제거하고 세척한 후 껍질을 제거한 다음 가식부분만을 고르게 잘 갈아서 실험시료로 사용하였다.

2. 실험 분석

본 실험에서는 습식법(wet digestion method)을 사용하여 실험 재료를 분해하여 분석시료로 사용하였다. 습식분해방법³³⁾은 검체 일정량(1-2 g)을 정확히 달아서 microwave digestion tube에 넣고 미량 무기 성분 분해용 HNO₃ 4 ml(65%)와 hydrogen peroxide 1 ml(30%)를 가한 후 Microwave Digestion System(모델명 MLS 1200 MEGA, 제조회사 Milstone, Italy)에서 시료를 용액화 한 후 hot plate(100°C)에서 시료를 1 ml까지 휘발시켜 1% HNO₃으로 희석하여 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy, ICPS

1000IV, Shimadzu, Japan)로 각 채소의 무기 성분 함량을 측정하였다. ICP-AES의 분석조건은 Table 1에 나타나 있다.

III. 결과 및 고찰

1. 감자 및 고구마

감자의 무기 성분 함량은 K가 3475-5056, P는 340-626, Mg는 134-216 ppm으로 K>P>Mg 순 이었고, Pb, Cd 등은 1 ppm 이하로 나왔다(Pb, 0.4; Cd, 0.1 ppm). 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 30, K는 4200, Ca는 30, Fe는 16, P는 620 ppm으로 유사한 함량과 함유도를 나타내었다. 6월과 8월 시료들의 무기 성분 함량은 거의 유사하였으나 Na는 6월의 시료에서, K는 8월의 시료에서 다소 많이 함유하고 있었다. 10월의 시료가 6월과 8월의 시료들에 비해 낮은 양의 무기 성분들을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 다른 채소들과 비교해 보면 6월의 시료에서 K는 마늘, 무, 생강, 당근 다음이었으며 P는 우엉과 마늘 다음으로 많았다. Mg과 Ca은 다른 식용 지하 채소에 비해 다소 낮았으며 Na과 Fe은 상대적으로 낮은 양을 함유하였다. 8월의 시료에서는 K는 가장 높았고 P와 Mg은 모두가 세번째 순위였는데 Ca은 상대적

Table 1. Operating conditions for ICP-AES

RF Power	유도코일로부터 15 mm
Torch gas rate	14 L/min
Plasma gas rate	1.2 L/min
Carrier gas rate	1.0 L/min
Purge gas rate	3.5 L/min
Optical system	double grating in Czerny-Turner mounting

Table 2. Mineral content of the underground vegetables harvested in different times

(unit : ppm)

vegetable	harvest time	Mineral								
		Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	Zn	P
Potatoes	Jun.	22	193	1	3475	88	6	6	3	524
	Aug.	9	216	1	5056	77	ND	3	ND	626
	Oct.	10	134	4	3021	44	1	4	3	340
Sweet potatoes	Jun.	25	213	10	3187	207	16	11	ND	365
	Aug.	16	236	23	3396	262	7	18	ND	412
	Oct.	10	59	5	2199	57	3	7	3	208
Carrots	Jun.	224	104	10	3558	291	3	12	1	408
	Aug.	529	128	ND	1869	295	3	4	1	304
	Oct.	66	88	79	3329	418	7	7	3	299
Radishes	Jun.	318	147	24	4291	601	2	19	2	196
	Aug.	62	50	ND	3590	222	1	4	ND	325
	Oct.	125	71	3	4277	429	1	4	5	174
Onions	Jun.	15	300	2	1599	164	4	8	3	191
	Aug.	9	106	ND	1875	236	4	2	1	289
	Oct.	21	77	4	1514	73	1	5	1	238
Gingers	Jun.	91	528	4	3731	134	162	16	3	624
Garlics	Jun.	24	344	2	7784	196	4	18	12	607
	Aug.	273	179	ND	4371	441	16	3	ND	687
	Oct.	57	209	3	3777	130	3	17	5	948
Burdocks	Jun.	49	299	10	1817	570	6	17	1	789
	Aug.	444	319	ND	1813	373	ND	4	ND	832
Lotus root	Aug.	210	107	ND	3185	327	22	3	ND	468

ND = not detected.

으로 낮은 양을 함유하고 있었다.

고구마에는 K와 P가 많은 양이 함유되어 있고 Ca과 Mg은 비슷한 양을 함유하고 있는 것으로 분석되었다. 고구마의 무기 성분 함량은 K가 2199-3396, P는 208-412, Ca는 57-262 ppm으로 K>P>Ca 순 이었고, Ba, Cr 등은 1 ppm 이하로 검출되었다(Ba, 0.1-0.4; Sr, 0.1-0.4 ppm). 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 15, K는 4500, Ca는 220, Fe는 7, P는 420 ppm으로 약간 낮게 나타났다.

고구마와 감자를 비교해 보면 고구마에는 6월과 8월의 시료들의 경우 Ca을 2-3배 가량 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다. 특이할만한 것은 고구마의 Fe함량은 감자나 양파에 비해 높게 나타났으며 특히 8월의 시료에서 많았다. 그리고 10월의 시료가 6월과 8월의 시료들에 비해 무기 성분 함량이 조금 적었다(Table 2).

2. 당근 및 무

당근의 무기 성분 함량은 K가 1869-3558, P는 299-408, Ca는 291-418 ppm으로 K>P>Ca 순 이었고 Ba, Sr 등은 1 ppm 이하로 검출되었다(Ba, <0.2; Sr, <0.3 ppm). 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 460, K가 3300, Ca는 420, Fe는 13, P는 370 ppm으로 유사한 경향을 보였다. 특히 당근은 8월의 우영과 함께 실험 분석된 우리 나라 산 지하 부위 식용 채소 중에서 Na함량이 많아서 감자나 고구마보다 적게는 5배에서 많게는 20배나 되었다. 10월의 시료가 6월과 8월에 비하여 무기 성분 함량이 낮았으나 K는 다소 높게 나타났다. 다른 시료와 비교해 보면 6월의 시료에서 K는 마늘, 무, 생강 다음이었고, Na은 무 다음이었으며 Ca은 무, 우영 다음이었다. 8월의 시료에서는 상대적으로 낮은 순위였으나 다만 Na은 제일 높은 수치로 나타났다. 10월의 시료에서는 K은 무, 마늘 다음이었고 Ca은 제일 많이 함유하고 있었다.

무도 6월, 8월 그리고 10월의 것을 시료로 하여 비교 분석하였다. 무의 무기 성분 함량은 K가 3590-4291, Ca는 222-601, P는 174-325 ppm으로 K>Ca>P 순 이었으며, 미량 무기 성분으로 Ba, Sr이 산지에 따라 허용한계 수준 이하로 검출되기도 하였다³⁵⁾. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 170, K가 1520, Ca는 620, Fe는 9, P는 290 ppm으로 K의 함량이 증가하였고 Ca와 P는 유사하게 나타났다. 무엇보다도 무에 Ca이 다량 함유되어 있는 것은 놀라운 사실이다. 8월의 시료가 나머지 시료와 비교하여 모든 무기 성분들을 다소 낮게 함유하고 있었는데 P는 다소 높은 양이

분석되었다. 다른 지하 부위 식용 채소들에 비해 K이나 Ca의 함량이 상대적으로 많았으며 Na도 당근과 함께 높은 수준으로 나타났다. 6월의 시료에서 K이 마늘 다음으로 많았고 Ca과 Na은 제일 높게 분석되었다. 무에는 Fe가 마늘과 더불어 많이 함유하고 있었다. 8월의 시료에서는 상대적으로 낮은 순위였으나 6월의 시료는 K이 가장 높았으며 Na도 많이 함유하고 있었다(Table 2).

3. 우영 및 연근

우영은 6월과 8월의 두 시료를 비교 분석하여 보았는데 그 차이가 심하지 않은 것으로 나타났다. 우영의 무기 성분 함량은 K가 1813-1817, P는 789-832, Ca는 373-579 ppm으로 K>P>Ca 순 이었으며, 특별한 미량 무기 성분들은 검출되지 않았다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 280, K가 3700, Ca는 730, Fe는 15, P는 780 ppm으로 비슷하거나 조금 낮게 나타났다. 다만, 8월 시료의 Na이 상대적으로 많은 양이 검출되어 재조사해야 할 것으로 사료된다. 다른 채소와 같이 6월, 8월 모든 시료에서 K가 가장 높게 나타났다. Mg도 6월, 8월 모든 시료에서 높게 나타났으나 그 외의 무기 성분들은 상대적으로 낮은 순위였다. 그러나 Ca은 무와 함께 그 함량이 많았다.

연근은 8월의 시료 하나만을 분석하였다. 연근의 무기 성분 함량은 K가 3185, P는 468, Ca는 327 ppm으로 K>P>Ca 순 이었으며, 특별한 미량 무기 성분들은 검출되지 않았다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 470, K가 2800, Ca는 220, Fe는 4, P는 660 ppm으로 K와 Ca는 조금 높았고 P는 약간 낮았다. 연근도 다른 식용 지하 부위 채소와 함께 K과 P를 많이 함유하고 있는 것으로 조사되었다. 또 연근에는 Mn의 함량이 다른 채소와 비교하였을 때 제일 높게 나타났다. 8월의 우영이나 생강과 비교해 보면 K은 생강, 연근, 우영 순이었고 Ca은 우영과 연근에 많았다. Na은 8월의 우영과 연근이 높게 나타났다(Table 2).

4. 마늘, 생강 및 양파

마늘의 무기 성분 함량은 K가 3777-7784, P는 607-948, Ca는 130-446 ppm으로 K>P>Ca 순 이었으며, 특별한 미량 무기 성분들은 검출되지 않았다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 80, K가 6500, Ca는 320, Fe는 16, P는 500 ppm으로 K와 Ca는 유사하였고 P는 약간 높게 나타났다. 6월의 시료가 K과 Mg을 많이 함유하고 있었고 8월의 시료는 Na과 Ca을, 10월의 시료에는 P가 다소 많았으나 그 차이는 심하지 않았다. 다만, 8월 시료의 Na이 상대적으로 많이

재조사 분석해야 할 것으로 사료된다. 다른 채소들에 비해 마늘의 K함량은 높게 나타났는데 양파나 우영의 2-3배 이상으로 분석되었다. 다른 채소들에 비해 6월의 시료에서 K, Mg, Fe의 함량이 가장 높았고 8월의 시료에서는 Ca를 많이 함유하고 있었다. 10월의 시료에서는 P, Mg, Fe등이 다른 채소에 비해 제일 높았다.

생강은 6월의 시료 하나만을 분석하였는데 K가 3731, P는 624, Mg는 528 ppm으로 K>P>Mg 순이었으며, 특별한 미량 무기 성분들은 검출되지 않았다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 50, K가 3600, Ca는 200, Fe는 11, P는 140 ppm으로 K는 유사하나 P는 높게 나타났다. P나 Mg은 비슷한 수준이었으나 Mn의 수치가 상대적으로 높아 재조사 분석 되어야 할 것으로 사료된다.

양파의 무기 성분 함량은 K가 1514-1875, P는 191-289, Mg는 77-300, Ca는 73-236 ppm으로 K>P>Mg 순이었는데 Mg은 Ca와 비슷한 양이었다. 특별한 미량 무기 성분들은 검출되지 않았다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표³⁴⁾와 비교해 보면 Na는 20, K가 1300, Ca는 120, Fe는 4, P는 300 ppm으로 유사하였으나 K는 조금 높았다. 그리고 P는 8월의 시료에 Mg은 6월에 생산된 시료에 더 많이 함유되어 있었으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 다른 채소들과 비교해 보면 양파에는 Mg이 상대적으로 높게 나타났다(Table 2).

수확 시기에 따른 우리 나라 산 식용 지하 부위 채소들의 무기 성분들은 큰 차이는 없었고 모든 시료들이 K, P, Ca, Mg 등을 많이 함유하고 있었다 6월, 8월, 10월의 무기 성분의 함량이 다소 차이를 보인 것은 토양이나 관개 용수, 강우량, 기후, 재배 방법 등에 따른 차이라고 사료되며 다음 연구에서는 이러한 요인들이 각각의 지하 부위 식용 채소들이 함유한 무기 성분 구성에 어떠한 상관 관계가 있는지 조사되었으면 한다.

한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)와³⁴⁾ 비교하여 보았는데 전반적으로 거의 유사한 함량과 함유도를 나타내었으나 K과 Ca 그리고 Na의 함량이 다소 높게 나타났다. 그리고 과 등에 의한 연구³⁶⁾와도 비교하여 보았는데 그 결과가 유사하였다. 전반적으로 우리 나라 산 지하 채소들은 K, P, Ca, Mg, Zn 등 우수한 무기 성분 급원 식품으로 손색이 없을 뿐 아니라 Pb, Cd, Ba, Sr 등 유해 중금속 함량은 허용 한계치 이하이거나 검출되지 않아서 아직은 안심하고 지하 채소들을 섭취할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 무는 많은 K과 Ca를 함유하고 마늘과 우영에는 K과 P등이 다량 함유되어 있으므로 식품, 약품에 첨가 시 기능성 소재로 이용되어질 수 있으리라고 사료된다.

IV. 요약

우리 나라에서 재배하여 생산한 식용 지하 부위 채소(감자, 고구마, 당근, 무, 우영, 연근, 양파, 생강, 마늘)의 수확시기에 따른 무기 성분의 차이와 중금속 함유 여부를 알아보기 위하여 그 성분들을 분석하였다. 모든 시료에서 가장 많이 함유된 무기 성분은 K이었으며, P와 Ca, Mg 순으로 많이 함유되었다. 각각의 무기 성분 함량은 모든 시료마다 다르게 나타났다. 감자는 다른 식용 지하 채소에 비해 Na과 Fe의 함량이 상대적으로 낮았고 K의 함량은 높게 나타났다. 고구마는 감자와 비교하면 6월과 8월의 시료에서 Ca를 2-3배 가량 많이 함유하고 있다. 당근은 Na의 함량이 감자나 고구마에 비하여 높게 나타났다. 무는 Ca의 함량이 높았는데 감자의 5-8배였고 다른 지하 부위 채소들과 비교하여도 2-3배 이상이나 되었다. 연근도 Ca의 함량이 높았으며 Mn의 함량은 분석한 시료들 중 가장 높았다. 마늘은 K와 P의 함량이 상대적으로 높았고 생강은 Mg의 함량이 분석한 시료들 중 가장 높았다. 양파에는 K, P, Ca의 함량이 타 채소에 비하여 상대적으로 낮게 나타났고 Mg은 높았다. 계절별로 비교해 보면 6월과 8월의 시료들이 10월의 시료들에 비하여 여러 무기 성분의 함유도가 높게 나타났다.

참고문헌

1. Widdowson, E.M.: Absorption, excretion and storage of trace elements: studies over 50 years. *Food Chem.*, **43**: 203-207(1992).
2. Mills, C.F.: The physiological roles of copper. *Food Chem.*, **43**: 239-240(1992).
3. Jackson, M.J., & Lowe, N.M.: Physiological role of zinc. *Food Chem.*, **43**: 232-238(1992).
4. Fairweather-Tait, S.J.: Bioavailability of trace elements. *Food Chem.*, **43**: 213-217(1992).
5. Buss, D.H. & Rose, H.J.: Dietary intake of nutrient trace elements. *Food Chem.*, **43**: 209-212(1992).
6. Vinas, P., Campillo, N., Garcia, I.L., and Cordoba, M.H.: Analysis of copper in biscuits and bread using a fast-Program Slurry Electrothermal Atomic absorption Procedure. *J. Agric. Food Chem.*, **41**: 2024-2027(1993).
7. Vinas, P., Campillo, N., Garcia, I.L. & Cordoba, M.H.: Rapid determination of calcium, magnesium, iron and zinc in flours using flow injection flame atomic absorption spectrometry for slurry atomization. *Food Chem.*, **46**, 99: 307-311(1993).
8. Vinas, P., Campillo, N., Garcia, I.L. & Cordoba, M.H.: Slurry atomization of vegetables for the electrothermal atomic absorption spectrometric analysis of lead and

- cadmium. *Food Chem.*, **50**: 317-321(1994).
9. Cagrera-Vique, C., Teissedre, P.L., Cabanis, M.T. & Cabanis, J.C.: Determination and levels of chromium in french wine and grapes by GF-AAS. *J. Agric. Food Chem.*, **45**: 1808-1811(1997)
 10. Diaz-Alacon, J.P., Lopez-Martinez, M.C.: Determination of selenium in meat products by HG-AAS: selenium levels in meat, organ meats, and sausages in Spain. *J. Agric. Food Chem.*, **44**: 1494-1497(1996)
 11. Diaz-Alacon, J.P., Lopez-Martinez, M.C.: Determination of selenium in meat products by HG-AAS: selenium levels in meat, organ meats, and sausages in Spain. *J. Agric. Food Chem.*, **44**: 1494-1497(1996).
 12. Ari, U., Volkan, M., & Aras, N.K.: Determination of selenium in diet by Zeeman effect GF-AAS for calculation of daily dietary intakes. *J. Agric. Food Chem.*, **39**: 2180-2183(1991).
 13. Sun, D.H., Waters, J.K. & Wawhinney, T.P.: Microwave digestion with $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2\text{-HF}$ for the determination of total aluminium in seafood and meat by ICP-AES. *J. Agric. Food Chem.*, **45**: 2115-2119(1997).
 14. Dermir, M., Gucer, S., & Esen, T.: Investigation of contents of some elements in soil and apricots by AAS. *J. Agric. Food Chem.*, **38**: 726-728(1990).
 15. 김선영, 유정희: 자색고구마의 영양성분에 관한 연구. *Korean J. Food Technol.*, **27**: 819-825(1995).
 16. 조재영, 한강완: 무에서 니켈 독성 검정을 위한 생육 및 생리반응 비교 I. *한국농화학회지*, **39**: 287-292(1996).
 17. 조재영, 한강완: 무에서 니켈 독성 검정을 위한 생육 및 생리반응 비교 II. *한국농화학회지*, **39**: 293-296(1996).
 18. Vinas, P., Campillo, N., Garcia, I.L., & Cordoba, M.H.: Analysis of copper in biscuits and bread using a fast Program Slurry Electrothermal Atomic Absorption Procedure. *J. Agric. Food Chem.*, **41**: 2024-2027(1993).
 19. Cabrera-Vique, C., Teissedre, P.L., Cabanis, M.T. & Cabanis, J.C.: Determination and levels of chromium in french wine and grapes by GFAAS. *J. Agric. Food Chem.*, **45**: 1808-1811(1997).
 20. Diaz-Alacon, J.P., Navaro-Alacon, M. & Lopez-Martinez, M.C.: Determination of selenium levels in vegetables and fruits by HGAAS. *J. Agric. Food Chem.*, **48**: 2848-2851(1994).
 21. Diaz-Alacon, J.P., Navaro-Alacon, M. & Lopez-Martinez, M.C.: Determination of selenium in meat products by HGAAS-selenium levels in meat, organ meats, and sausages in Spain. *J. Agric. Food Chem.*, **44**: 1494-1497(1996).
 22. Ari, U., Vokan, M. & Aras, N.K.: Determination of selenium in diet by Zeeman effect GFAAS for calculation of daily dietary intakes. *J. Agric. Food Chem.*, **39**: 2180-2183(1991).
 23. Navaro-Alacon, M., Lopez-Martinez, M.C. & Lopez-Garcia, H.: Determination of mercury in corps by CPAAS after microwave dissolution. *J. Agric. Food Chem.*, **39**: 2223-2225(1991).
 24. Aranaud, J., Bouillet, M.C., Alary, J. & Favier, A.: Zinc determination in human milk by flameless AAS after dry ashing. *Food Chem.*, **44**: 213-219(1992).
 25. Garrido, M.D., Frias, I., Diaz, C. & Hardisson, A.: Concentration of metals in vegetable edible oils. *Food Chem.*, **50**: 237-243(1994).
 26. FDA consumer (1993).
 27. Voegborlo, R.B.: Elements in leafy vegetables grown in Waldi Al-Shati (Central Sahara). *Food Chem.*, **48**: 317-319(1991).
 28. Vinas, P., Campillo, N., Garcia, I.L. & Cordoba, M.H.: Rapid determination of calcium, magnesium, iron and zinc in flours using flow injection flame atomic absorption spectrometry for slurry atomization. *Food Chem.*, **46**: 307-311(1993).
 29. Vinas, P., Campillo, N., Garcia, I.L. & Cordoba, M.H.: Slurry atomization of vegetables for the electrothermal atomic absorption spectrometric analysis of lead and cadmium. *Food Chem.*, **50**: 317-321(1994).
 30. Fairweather-Trait, S.J.: Bioavailability of trace elements. *Food Chem.*, **43**: 213-217(1992).
 31. Mills, C.F.: The physiological roles of copper. *Food Chem.*, **43**: 239-240(1992).
 32. Jackson, M.J. & Lowe, N.M.: Physiological role of zinc. *Food Chem.*, **43**: 232-238(1992)
 33. 보건사회부: 식품공전, 서울, p. 147(1995).
 34. 한국영양학회. 한국인 영양권장량 제 6차 개정: 115-116 (1995).
 35. 장경미: 국내산 식용 지하부위 채소의 무기질 성분 분석에 관한 연구. 덕성여자대학교 대학원 석사학위논문 (1998).
 36. 광연주, 전희정, 김정상: 부추의 수확 시기에 따른 클로로필, 무기질 및 superoxide dimutase 유사 활성의 변화. *한국조리과학회지*, **14**(5): 512(1998).

(1999년 11월 30일 접수)