

국내산 식용 지하 부위 채소의 생산지역에 따른 무기질 성분 함량에 관한 연구

장경미* · 이미순

*안산공과대학 식품공학과, 덕성여자대학교 식품영양학과

Mineral Contents of Underground Vegetables Produced in Different Regions of Korea

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 carried out to estimate mineral contents of some underground vegetables including potatoes, sweet-potatoes, carrots, radishes, onions, and garlics produced in Korea using ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry). According to the measurements, the contents of Na, Mg, Al, K, Ca, Mn, Fe, Zn, and P in Korean underground vegetables were variable depending upon producing areas and individual plants. Compared with other underground vegetables, the contents of Na in carrots and lotus roots were quite high. The contents of Cd, Ag Co, and Sr appeared to be below hazard levels. It is expected that this study can be used to calculate the mineral intake from underground vegetables.

Key words: underground vegetables, mineral contents, ICP-AES, producing area

I. 서 론

인간에게 무기질 성분 결핍증이 보고되기 시작한 20세기 초반부터 Ca, P, Fe, Mg, Se, Cu, Mn 등의 무기질 성분들은 인간에게 필수적인 영양소로 인식되기 시작하였다¹⁻¹⁰⁾. 최근에는 농산물에 들어 있을 수 있는 유해 중금속에 관한 관심이 그 어느 때보다 높아지고 있다¹¹⁻¹⁷⁾. 특히 근래에 들어서는 외국 농산물의 수입이 크게 증가되고 있으나 이들 농산물의 유해 중금속 함유 여부와 그 함량에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 또한 국내 농산물이라 할지라도 재배 방법, 시기, 토양, 관개용수 등에 따라 무기질 성분의 함량은 상당히 차이가 있을 것으로 예상된다¹⁸⁻²¹⁾. 우리 인체 내에 절대적으로 필요하지만 허용수준 한계치가 넘으면 매우 유해한²²⁻²⁴⁾ 무기질 성분들은 주 미량성분들(major trace elements)로 Fe, Mn, Zn, Cu, Se 등이다. 이들 주 미량성분들은 조리기구, ceramic, glass ware 등 음식물 이외의 다른 요인들에 의해 섭취되는 경우도 있으나, 음식물이나 식품에 의해 노출되는 것이 주요 섭취 경로 중 하나로 보고되고 있다²⁵⁾. 최근에 국내산 식용 지하

부위 채소의 수확 시기에 따른 무기 성분 함량에 관한 연구²⁶⁾가 발표되었다. 본 연구에서는 우리나라 서민 식생활에서 중요한 비중을 차지하는 국내산 식용 지하 부위 채소들[감자(*Solanum tuberosum* L.), 고구마(*Ipomoea batatas* L.), 무(*Raphanus sativus* L.), 당근(*Daucus carota* L.), 양파(*Allium cepa* L.), 마늘(*Allium sativum* L.)]의 무기질 성분들을 생산 지역에 따라 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry)로 분석하여^{13,14,27)} 개개인의 무기질 성분 섭취량을 계산할 수 있는 기초자료를 마련하고자 하였으며, 또한 채소들이 가진 고유의 특성들을 이용한 기능성 소재 개발과 미량금속의 생체 이용율을 이용한²⁻⁴⁾ 식품, 약품 소재로서의 활용 방안을 위한 기초자료를 제공할 수 있을 것을 기대하며 본 연구를 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료준비

1997년 6-10월에 서울시내 대형 농산물 판매소 4곳과

Table 1. Operating Condition for ICP-AES

Item	Condition
RF power	12 KW
Torch height	유도코일로부터 15 mm
Coolant 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

재래시장에서 국내산 식용 지하 부위 채소 6종(감자, 고구마, 무, 당근, 양파, 마늘)을 주로 많이 생산되는 지역을 중심으로 하여 그 생산지별로 구입한 후 본 실험 재료로 사용하였다. 먼저 오물과 먼지를 잘 제거하여 상하지 않도록 유의하면서 흐르는 물에 잘 세척하여 표면의 수분을 제거한 다음 가식 부분만을 고르게 갈아서 실험 시료로 사용하였다.

2. 실험분석

무기성분 함량분석은 습식 분해 방법(Wet Digestion Method)²⁸⁾을 사용하여 실험하였다. 실험분석에 사용된 모든 기구들은 오염방지와 정확한 실험을 위해 깨끗이 씻어서 10N 농도의 HNO₃에 24시간 담가둔 후 이온 제거수로 세척하여 사용하였다. 준비된 식용 지하 부위 채소들의 가식부분만을 잘 갈아서 실험재료로 하였다. 검체 일정량(1-2 g)을 정확히 달아서 microwave digestion tube에 넣고, HNO₃ 4 ml(65%)와 H₂O₂ 1 ml(30%)를 가한 후 Microwave Digestion System(MLS 1200 MEGA, Milstone, ITALY)에서 시료를 용액화 한 후 hot plate(100°C)에서 시료를 휘발시켜 1 ml로 한 후 1% HNO₃으로 희석하여 ICP-AES로 무기질 성분들을 측정하였다. 기기분석에 사용한 ICP-AES(Shimadzu사, ICPS 1000IV)이었고 분석 조건은 Table 1에 나타나 있다.

III. 결과 및 고찰

1. 감자

감자는 강릉, 사천, 안흥, 서산, 김포, 고령, 삼척, 대관령, 진부 등 9개 지방에서 생산된 것을 시료로 하여 무기질 성분을 분석하였다. 생산지별 무기질 성분 함량 분석은 Table 2에 나타나 있다. 분석된 모든 지역의 시료들이 K, P, Ca을 많이 함유하고 있었으며, Cd, Pb, Ag, As의 유해한 중금속들은 검출되지 않았거나(사천, 안흥, 김포 등지) 1 ppm이하의 극미량인 것으로 나타났다. K은 안흥, 김포 지방에서 산출된 것이 5000 ppm^a

**Table 2. Mineral contents of potato at different regions
(Unit: ppm)**

	Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	Zn	P
Gangnung	16	205	1	4242	83	3	4	2	575
Sachon	3	122	ND ^b	3871	77	4	3	1	322
Anhung	11	205	ND	5845	51	ND	2	1	664
Susan	27	145	<1	4045	134	ND	3	1	417
Kimpo	5	230	ND	5456	509	<1	2	3	698
Koryung	13	187	<1	3860	48	<1	8	2	512
Samchuck	12	127	46	3142	173	2	9	1	379
Daekwanryung	16	103	2	3146	34	4	4	3	348
Chinpu	12	145	12	3386	120	1	5	4	442
Kimje	13	132	<1	2455	32	2	4	2	308
FCT ^c	30	-	-	4200	30	-	16	-	620

^bND: Not detected.

^cFood composition table: recommended dietary allowance for Korean 1995 (6th revision).

상으로 많이 함유하고 있었으며, 그리고 서산, 강릉 지방 순이었다. P는 김포, 안흥 지방의 시료에서 600 ppm으로 많았고, 강릉, 고령 그 이외의 지방 순이었다. Mg은 김포, 안흥, 강릉 지방이 우세하였고, Ca은 김포와 삼척, 진부 지방에서 생산된 것이 타 지역과 비교하여 우세하였다. 그러나, 삼척 지방에서 산출된 것에는 Al이 다른 지역과 비교하였을 때 많은 차이가 있었다. 이것은 그 지역의 환경 여건과 관개용수 등이 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 감자에는 K과 P, 그리고 Mg 이외에도 Ca과 미량의 Fe이 함유되어 있었는데, 그 차이는 그리 심하지 않았지만 김포와 안흥 지방 시료들이 다른 지역에 비하여 상대적으로 많은 무기질 성분들을 함유하고 있는 것으로 조사되었다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)²⁹⁾에 나타난 감자의 무기질 성분들과 비교해 보면 역시 K과 P 순으로 그 함량이 높았으며 차지하는 비율도 유사한 것으로 조사되었다.

2. 고구마

고구마는 고창, 영암, 해남, 여주, 보은, 이리, 대관령 등 7개 지방에서 생산된 것들을 시료로 하여 무기질 성분을 분석하였다. 생산지별 무기질 성분 함량 분석은 Table 3에 나타나 있다. K, P, Ca 그리고 Mg 순으로 무기질 성분들을 함유하고 있었고, K은 감자와 거의 유사한 수준으로 함유하고 있었다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표²⁹⁾와 비교하여 다소 함량이 낮게 나타났으며 여주와 고창, 대관령 지방의 것들이 다른 지역에 비해 다소 우세하였다. P는 여주, 영암, 대관령 지방 순이었고, Ca은 감자와 비교하였을 때 거의 모든 지역에서 생산된 것들이 약 2배 이상의 차이를 보였다. 특히 보은

Table 3. Mineral contents of sweet potato at different regions
(Unit: ppm)

	Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	Zn	P
Kochang	33	219	2	3326	232	5	9	<1	325
Youngam	427	210	12	2344	212	10	16	<1	419
Haenam	115	210	<1	2980	174	10	6	<1	382
Yoju	103	191	6	3758	198	29	6	2	394
Poeun	19	358	14	2926	523	4	7	2	393
Iree	191	92	12	2122	122	4	10	2	365
Daekwanryung	16	88	3	3239	35	<1	3	3	408
FCT ¹⁾	15	-	-	4500	220	-	7	-	420

¹⁾Food composition table: Recommended dietary allowance for Korean 1995 (6th revision).

Table 4. Mineral contents of the carrots in different regions
(Unit: ppm)

	Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	Zn	P
Chejudo	120	119	11	3881	317	3	12	2	379
Pusan	429	94	5	2979	243	<1	11	<1	524
Seosan	121	88	14	3813	312	3	14	1	326
Chinpu	609	195	2	2730	244	<1	4	1	543
Daekwanryung	425	166	3	2664	294	6	6	2	314
Hwangke	94	108	40	4153	438	4	6	2	410
Hwaengsung	78	129	6	3070	239	6	4	3	350
Pyungchang	322	93	4	3890	321	2	4	4	375
FCT ¹⁾	460	-	-	3300	420	-	13	-	370

¹⁾Food composition table: Recommended dietary allowance for Korean 1995 (6th revision).

지방의 함량은 다른 지역과 비교하였을 때 Na를 제외하고는 거의 모든 무기질 성분 함량이 높은 것으로 조사되었다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)²⁹⁾와 비교해 보면 역시 K과 P순으로 많았고, 그 비율도 유사하였으나, Na은 영암 지방의 시료가 약 2-3 배 정도 많은 양을 함유하고 있는 것으로 분석되었다. 고구마의 Mg 함량은 보은, 여주, 영암 지방 순이었다. Na은 영암과 여주 지방의 시료에서 많이 검출되었다. 여주와 영암 지방의 경우 여러 개의 시료들을 분석 조사하였는데, 같은 지역 산이라 할지라도 재배 시 사용한 물이나 비료, 농약 등의 외부적인 요인에 의해서도 영향을 받아서 다소간의 차이가 있을 수 있음을 시사해 주고 있다.

3. 당근

당근은 제주도, 부산, 서산, 진부, 대관령, 황계, 평창 등 8개 지방에서 산출한 것을 선택하여 시료로 하였다. 생산지별 무기성분 함량분석 결과는 Table 4에 나타나 있다. 당근의 무기질 성분 함량을 분석해 보면 다른 식용 지하 부위 채소와 함께 K의 함량이 높았는데

Table 5. Mineral contents of the radishes in different region
(Unit: ppm)

	Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	Zn	P
Anhung	241	130	2	4769	488	1	5	<1	295
Hampyung	26	65	2	2716	164	2	6	<1	312
Youngam	166	98	12	5910	517	2	15	2	347
Kochang	215	99	12	3941	412	2	10	1	312
Chuncheon	68	85	2	5479	397	<1	8	ND ¹⁾	345
Yangku	155	104	3	7284	640	12	5	13	204
Daekwanryung	42	53	3	3989	416	d1	3	5	152
FCT ²⁾	170	-	-	1520	620	-	9	-	290

¹⁾ND: not detected.

²⁾Food composition table: Recommended dietary allowance for Korean 1995(6th revision).

특히 황계, 평창, 제주도, 서산 지방이 높았으며 Ca, P, Mg 그리고 Na 순으로 나타났다. Na의 함량은 진부, 대관령, 부산 지방이 다른 지역에 비해 높았고, 횡성 지방과 황계 지방은 한국인 영양 권장량²⁹⁾과 비교하여 보면 다소 낮은 수치이다. P는 거의 모든 지역이 비슷하였으며, Mg도 함량이 유사하였으나 진부, 대관령, 횡성 지방이 다소 높았다. Ca은 거의 비슷한 양을 함유하였으나 황계 지방이 가장 많았다. Fe은 다른 지역에 비해 서산, 부산 지방이 높았다. 모든 지역의 시료에서 유해 중금속들은 기준치 이하이거나 검출되지 않았다. 다만, 황계 지방에서 Pb와 Al이 검출되어 그 지역의 토양 오염 상태와 정도 등이 재조사 되어야 할 것으로 사료된다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)²⁹⁾와 비교해 보면 역시 K이 가장 많은 비율을 차지하였다. 그리고, 지역간의 다소의 차이를 감안하더라도 Na의 함량이 높은 것으로 분석되었다.

4. 무

무는 양구, 고창, 대관령, 강릉, 안흥, 합평, 영암, 춘천 등 9개 지방의 것을 시료로 하여 무기질 성분 분석을 하였다. 생산지별 무기질 성분 분석 결과는 Table 5에 나타나 있다. 무는 K, Ca, P, Mg 순으로 무기질 성분들을 함유하고 있고, 특히 양구 지방에서 많은 양의 K이 분석되었다. Ca과 Zn의 함유도는 거의 유사하였으나, 양구 지방은 높게 분석되었다. P는 거의 모든 지역에서 비슷한 양이 분석되었으며, Mg은 안흥 지방과 고창 지방이 높고, 합평과 대관령 지방은 상대적으로 낮게 나타났다. Na의 함량은 안흥 지방과 고창 지방은 높게 나타났으며 합평, 대관령, 춘천 지방은 낮았는데 이는 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표²⁹⁾와 비교하였을 때 낮은 수치이다. 그리고, 무에는 K뿐만 아니라 Ca 함유도가 높은 것으로 밝혀져, 식단작성이나 영양지도 시에

참고되어야 한다고 사료된다. 유해 중금속은 거의 1 ppm이하로 검출되었으나, 양구 지방에서 Ba이 1ppm 이상으로 검출되었다. 이 지역 역시 토양의 오염 정도와 그 상태, 사용된 비료의 성분, 농약의 종류, 관개 용수 등의 재조사가 필요하다고 사료된다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)²⁹⁾와 비교해 보면 K이 가장 높은 비율로 함유되어 있었으며 그 함량도 많이 증가하였고 다른 무기질 성분들은 유사하게 나타났다.

5. 양파

양파는 문경, 무안, 신안, 창녕 등 4개 지방을 선택하여 시료의 무기질 성분들을 분석하였다. 그 분석 결과는 Table 6에 나타나 있다. 양파에는 K이 가장 많이 함유되어 있고, Ca, P, Mg 순으로 나타났다. 지역별 차이는 거의 없었으나 무안 지방 시료의 경우 Na와 Mg 함량이 다른 지역이나 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표²⁹⁾와 비교하여 높게 나타났다. K은 무안, 창녕 지방 순이었고, Ca은 문경 지방이 상대적으로 높았고, 창녕, 신안 지방 순이었다. P는 문경, 무안 지방이 높았다. 양파에서는 Pb, Hg, Ba 등 유해한 무기질 성분들은 허용 한계 수준 이하로 검출되었다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)²⁹⁾와 비교 분석해 보면 다른 무기질 성분들은 유사한 수준이었으나 Na 함량과 Ca 함량이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

6. 마늘

마늘은 거의 시중에서 유통되고 있는 것들의 산지가

Table 6. Mineral contents of the onions in different region
(Unit: ppm)

	Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	Zn	P
Munkyung	10	121	1	1142	375	2	7	1	302
Muan	131	200	1	1771	157	3	6	2	276
Changnyung	14	99	2	1660	197	4	3	2	281
Shinan	11	45	2	1175	173	26	2	2	182
FCT ¹⁾	2	-	-	1300	120	-	4	-	300

¹⁾Food composition table: Recommended dietary allowance for Korean 1995 (6th revision).

Table 7. Mineral content of the garlics in different region
(Unit: ppm)

	Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	Zn	P
Uwising	24	344	2	7784	196	4	18	12	721
Seosan	273	180	<1	4371	441	17	3	<1	687
FCT ¹⁾	80	-	-	6500	320	-	16	-	500

¹⁾Food composition table: Recommended dietary allowance for Korean 1995 (6th revision).

의성과 서산이었다. 마늘의 무기질 성분 분석 결과는 Table 7에 나타나 있다. 마늘도 K 함량이 가장 높았고 P와 Mg 그리고 Ca 순으로 분석되었다. K은 의성 지방이 서산 지방에 보다 높았으며 P는 비슷한 수준이었고 Ca은 서산 지방이 의성 지방 보다 높았다. 그러나, 서산 지방의 경우 Na의 함량이 의성 지방과 비교해서 상대적으로 높았다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)²⁹⁾와 비교해 보면 Ca(서산)과 P(서산, 의성)의 함량이 높은 것으로 조사되었으며 Na은 유사한 수준이었으나 서산 지방의 것이 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다.

생산지역에 따른 국내산 식용 지하 부위 채소들은 K, P, Ca, Mg 등을 많이 함유하고 있었으며 무기질 성분 함유도는 큰 차이를 보이지는 않았지만 -K, P, Ca, Mg 순- 그 함량은 유의적인 차이를 보인 곳도 있었다. 그것은 토양이나 관개 용수, 강우량, 기후, 재배 방법 등에 따른 차이라고 사료되며 다음 실험에서는 이러한 요인들이 무기질 성분 함량과 그 구성에 어떠한 상관관계가 있는지 연구 조사되었으면 한다. 감자는 다른 식용 지하 부위 채소에 비해 Na와 Fe의 함량이 상대적으로 낮게 분석되었고, 김포산이 P, Ca을 많이 함유하는 것으로 나타났다. 고구마는 분석된 모든 지역 시료의 Ca 함량이 감자의 두 배 이상이었다. 당근은 Na 함량이 다른 채소에 비해 높았으며 한 지역에서 Pb와 Al이 검출되어 토양의 오염 정도, 재배 시 사용된 비료, 농약, 관개 용수 등이 재조사되어야 할 것으로 사료된다. 한국인 영양 권장량의 식품 영양가표(Na, K, Ca, Fe, P)²⁹⁾와 비교하여 보았는데 전반적으로 거의 유사한 함량과 함유도를 나타내었으나 K, Ca, Na의 함량은 다소 높게 나타났다. 그리고, 꽈 등에 의한 연구³⁰⁾와도 유사한 결과가 나왔다. 전반적으로 국내산 지하 부위 채소들은 K, P, Ca, Mg, Zn 등 우수한 무기질 성분 급원 식품으로 손색이 없을 뿐 아니라 Cd, Co, Hg, Ag 등 유해 중금속 함량은 허용 한계치 이하이거나 검출되지 않아서 아직은 안심하고 국내산 식용 지하 부위 채소들을 섭취할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 무는 많은 K과 Ca을 함유하고 마늘과 우엉에는 K와 P등이 다량 함유되어 있으므로 식품에 첨가 시 기능성 소재로 이용되어질 수 있으리라고 사료된다.

IV. 요약

우리 나라에서 재배하여 생산한 식용 지하 부위 채소들(감자, 고구마, 당근, 무, 양파, 마늘)의 생산지역에 따른 무기질 성분의 차이와 중금속 함유 여부를 알아

보기 위하여 그 성분을 분석하였다. 먼저 microwave digestion oven에서 시료를 HNO_3 , 4 ml(65%)과 H_2O_2 , 1 ml(30%)로 용액 화하여 hot plate에서 시료를 1 ml까지 휘발시켜서 1% HNO_3 로 희석한 후 ICP-AES로 무기질 성분을 정성, 정량 분석하였다. 모든 시료에서 가장 많이 분석된 무기성분은 K이었으며 각각의 성분 함유도는 모든 시료마다 다르게 나타났다. 감자는 다른 식용 지하 부위 채소에 비해 Na와 Fe의 함량이 상대적으로 낮게 분석되었는데 K, P, Mg 순의 함량을 보였고 K은 김포 지방산이, Ca는 삼척 지방산이 많이 함유한 것으로 조사되었다. 고구마는 분석한 거의 모든 지역에서 Ca 함량이 감자의 두 배 이상으로 높게 나타났다. 당근은 Na 함량이 다른 채소에 비해 높았으며 특히 진부 지방산이 많이 함유하고 있었다. 무는 K, Ca, P, Mg 순으로 함량이 높았는데 특히 양구 지방산이 높게 나타났다. 또한 Ca의 함량이 높았는데 감자의 5-8배였고, 다른 지하 부위 채소와 비교하여도 2-3배 이상이었다. 양파는 K, P, Ca의 함량이 타 채소에 비해 낮게 분석되었는데 지역 별 차이는 많지 않았으며 문경 지방산이 Ca의 함량이 높았다. 마늘의 경우 K의 함량은 의성 지방산이, Ca의 함량은 서산 지방산이 높았으며 K과 P의 함량이 상대적으로 높았다.

참고문헌

- Fairweather-Tait, S. J. : Bioavailability of trace elements. *Food Chem.*, **43**:213, 1992
- Buss, D. H. & Rose, H. J. : Dietary intake of nutrient trace elements. *Food Chem.*, **43**:209, 1992
- Jackson, M. J., & Lowe, N. M. : Physiological role of zinc. *Food Chem.*, **43**:232, 1992
- Widdowson, E. M. : Absorption, excretion and storage of trace elements: studies over 50 years. *Food Chem.*, **43**:203, 1992
- Mills, C. F. : The physiological roles of copper. *Food Chem.*, **43**:239, 1992
- 박종식: 한국 상용 식품 중의 무기질 함량에 대한 연구. *한국 영양학회지*, **9**(3):31, 1976
- 차경우 : 한국인의 식품 및 음료수의 sodium, chloride, potassium 함유량과 그 섭취에 관한 연구. *우석 의대 잡지*, **7**(1):171, 1973
- 전세열 : 한국 식품 중의 Se 화합물 함량에 관한 연구. *식품과학회지*, **5**(1):55, 1973
- 박영희, 홍윤교 : 들의 치의 무기성분에 관한 연구. *한국 영양 식량학회지*, **16**(2):105, 1985
- 심영자, 김은실, 전희정 : A study of contents of some minerals in vegetable foods by Nectron Activation Analysis. *J. Korean Soc. Nutri.* **18**:265, 1989
- 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, 1993
- 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, 1997
- 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, 1994
- 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, 1993
- 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, 1996
- 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, 1991
- Sun, D. H., Waters, J. K. & Wawrinney, 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, 1997
- Dermir, M., Gucer, S., & Esen, T. : Investigation of contents of some elements in soil and apricots by AAS. *J. Agric. Food Chem.*, **38**:726, 1990
- 김신영, 유정희 : 자색고구마의 영양성분에 관한 연구. *Korean J. Food Technol.*, **27**:819, 1995
- 조재영, 한강완 : 무에서 니켈 독성 검정을 위한 생육 및 생리반응 비교 I. *한국농화학회지*, **39**:287, 1996
- 조재영, 한강완 : 무에서 니켈 독성 검정을 위한 생육 및 생리반응 비교 II. *한국농화학회지*, **39**:293, 1996
- 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, 1994
- 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, 1991
- Aranaud, J., Bouillet, M. C., Alary, J. & Favier, A. : Zinc determination in human milk by flameless AAS after dry ashing. *Food Chem.*, **44**:213, 1992
- FDA consumer, 1993

26. 장경미, 이미순 : 국내산 식용 지하 부위 채소의 수확시
기에 따른 무기 성분 함량에 관한 연구. *한국 조리과학회
지*, **15**(5):545, 1999
27. Voegborlo, R. B. : Elements in leafy vegetables grown
in Waldi Al-Shati (Central Sahara). *Food Chem.*,
48:317, 1991
28. 보건사회부 : 식품공전, 서울, p.147, 1995
29. 한국영양학회 : 한국인 영양권장량 제 6차 개정: 115-
116, 1995
30. 곽연주, 전희정, 김정상 : 부추의 수확시기에 따른 클로로
필, 무기질 및 superoxide dimutase 유사 활성의 변화.
한국조리과학회지, **14**(5):512, 1998

(2000년 8월 30일 접수)