

시판 유기농법 재배 채소류의 질산염 및 유기인계 잔류농약의 함량

박 영 속

대구대학교 식품영양학과

Nitrate Content and Organophosphorus Pesticide Residues in Edible Part of Organic Farming Vegetables

Young-Sook Park

Dept. of Food and Nutrition, Taegu University, Kyungsan 712-714, Korea

Abstract

The NO_3^- contents and organophosphorus pesticide residues in edible part of vegetables cultivated by a conventional or an organic farming methods were determined. The NO_3^- contents of vegetables cultivated by the organic farming method were between 120ppm and 4,523ppm, whereas its contents of vegetables cultivated by the conventional farming method were between 89ppm and 1,575ppm. Fifty two percent of vegetables cultivated by the organic farming method accumulated NO_3^- content over than 2,000ppm, whereas 82% vegetables cultivated by the conventional farming method accumulated NO_3^- content below than 1,000ppm. The NO_3^- contents of lettuce dependent on the cultivation method obviously. The NO_3^- contents of lettuce cultivated by a hydroponic farming method were between 4,800 and 6,500ppm, whereas those cultivated by the conventional method were between 630 and 750ppm. The organophosphorus pesticide residues in edible part of vegetables cultivated by the conventional or the organic farming methods were not detected. The NO_3^- contents in edible part of vegetables cultivated by the organic farming method should be considered as one of several parameters to judge a real safe vegetable to be certified by government.

Key words: NO_3^- content, organic farming, organophosphorus pesticide

서 론

산업이 발달하면서 많은 환경오염 물질을 배출함으로써 식품오염 기회가 많아졌고, 또 농업 생산성을 높이기 위한 수단으로 각종 농약의 남용은 그 잔류량 때문에 식품위생에 상당히 심각한 문제로 대두되고 있다. 특히, 농약의 경우는 전혀 접촉의 기회가 없는 에스키모인까지 체내 축적 현상이 발견되고 있으며(1), 그 피해는 계속하여 광범위해지고 있는 실정이다. 경작 면적이 극히 좁은 우리나라의 경우 농업 생산성 향상에 많은 노력을 해 왔으며, 이에 따라 농업기술이 크게 발전함과 아울러 병충해 방제 목적으로 각종 농약의 사용량이 증가하게 되었다. 농약의 소비량을 보면 1930년대 처음 농약이 공급되어 1950년대 중반부터 증가하기 시작하였고, 1970년대에는 매년 20%씩 증가하였고, 이에 따라 농약의 남용으로 인한 우려가 크게 사회문제화 되고

있다(1-4).

또한 근래에 소득 수준이 높아짐에 따라 건강관리에 높은 관심을 가지므로써 안전식품을 선호하는 경향이 뚜렷이 나타나고 있으며, 특히 신선하고 오염되지 않는 먹거리, 이른바 저공해 유기농법 재배 농산물에 대한 소비자의 관심과 욕구가 날로 높아지고 있다(5-7). 과거에는 벌레 먹은 것이라고 해서 꺼림칙한 기분을 갖게 하던 유기농산물들이 이제는 안전하고 신선한 먹거리일 뿐만 아니라, 일반 농산물보다 당도가 높고 맛도 좋은 것이라는 인식이 확산되어 가고 있다. 여기서 말하는 유기농법이란 유해한 화학비료나 농약을 쓰지 않고, 퇴비와 같은 순수한 자연 부산물을 이용해 오염없는 깨끗하고 건강한 농작물을 재배하는 농업을 말한다(5).

그러나 농약과 화학비료를 전혀 사용하지 않고 유기물 투입만으로 채소를 재배하는 경우 잔류농약 및 중금속에 대한 우려를 줄일 수 있으나, 과도한 유기질 비료

의 사용은 염해를 유발할 수 있다(8). 그 중에서도 질소 질 비료의 과다 사용에 의한 NO_3^- 의 축적이 문제로 제기되고 있는데, 이는 식물체내에서 NO_3^- 가 NH_4^+ 로 환원되지 못하여 NO_3^- 형태로 저장되기 때문이다(9). 식물체내에 함유되어 있는 NO_3^- 농도가 지나치게 많은 경우 이를 섭취하는 인체에 유해한 성분으로 작용하게 되는데, 즉 hemoglobin이 methemoglobin의 형태로 되어 (10) 산소를 체조직에 운반하지 못하여 산소결핍으로 청혈증을 유발할(11) 뿐만 아니라 위장내에서 아민과 결합하여 nitrosamine 등 발암성 물질을 생성한다고(12,13) 알려지면서 건강 및 안전농산물의 판단지표 중의 하나로 제기된 NO_3^- 함량이(14,15) 어떻게 달라지는지에 대해서는 여태까지 명확히 알려진 바가 없다. 외국의 경우 이미 채소에서 NO_3^- 허용기준이(16) 정해져 있을 뿐만 아니라 유기농산물에 대한 품질인증표시시 저농도의 NO_3^- 가 함유됨을 표시해야 한다는 주장도 있다(17,18). 특히 일인당 일일 채소 소비량이 532g으로 세계 1위인(19) 우리나라에서는 여러 가지 채소의 NO_3^- 함량에 관한 관심이 고조되고 있다. 더욱이 1993년 12월부터 유기 재배 농산물에 대한 안전농산물 인정제가 실시됨에 따라 소비자들은 유기농산물은 곧 건강농산물이라는 인식으로 유기농산물의 구매욕구 및 소비가 늘어나고 있다(20). 유기농산물은 곧 건강농산물이라는 인식이 절대적인 신빙성을 갖고 있는가 하는 점에 관심을 두고 본 연구에서는 유기농법으로 재배한 채소의 가식부위내 NO_3^- 함량 및 유기인 잔류농약의 함량을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

유기농법 재배와 일반관행 재배 채소류의 시료로 상추(Lactuca sativa L.), 시금치(Spinacia oleracea L.), 쪽갯(Chrysanthemum coronarium L.), 파(Allium fistulosum L.), 오이(Cucumis sativus L.), 당근(Daucus carota L. var. sativa DC), 배추(Brassica campestris L.), 케일(Brassica oleracea L. var. acephala DC.), 부추(Allium tuberosum), 미나리(Oenanthe japonica DC.), 치커리(Cichorium intybus)를 1998년 3월 3일부터 1998년 3월 17일 사이에 걸쳐 유기농법 재배 채소류는 대구에 있는 백화점에서 구입하였고 일반관행 재배 채소류는 재래시장에서 유기농법 재배 채소와 같은 종류의 채소를 구입하여 사용하였다.

NO_3^- 분석

채취된 NO_3^- 분석용 시료는 냉장고(4°C)에 밀폐 보관

하였다가 2~3일 이내에 시료 10g을 증류수 90ml에 균질화시켜 즙액을 추출한 후 즙액 1ml을 증류수 9ml에 희석하여 준비한다. 두 개의 시험관에 각각 NO_3^- 와 발색반응을 하는 반응물질인 NO_3^- -1A를 한 수푼씩 넣은 후 각 시험관에 발색반응의 촉매물질인 NO_3^- -2A 5ml씩 넣어 NO_3^- -1A를 용해시킨다. 이중 한 시험관에 시료 1.5ml를 넣고 혼합한다(시료 용액). 다른 시험관에 증류수 1.5M ml를 넣고 혼합한다(바탕용액). Spectroquant SQ118(Merck)으로 NO_3^- 함량을 각각 3회씩 측정하여 평균치를 구하였다.

유기인계 잔류농약

시료용액의 조제

시료 10g을 브랜더에 넣고, 증류수 30%를 함유한 아세톤 100ml를 가하여 5분간 균질화한 후 여과보조제를 깔은 흡인여과기로 여과한다. 잔류물은 다시 브랜더에 넣고 증류수 30%를 함유한 아세톤 50ml를 넣어 5분간 균질화한 후 위와 같이 되풀이하여 여과한다. 여액을 합한 후 증류수 25ml를 첨가하여 40°C의 수욕상에서 감압 농축한 후 농축액을 분액깔대기에 취하고 5% 염화나트륨용액 400ml와 20% 디클로로메탄 함유 벤젠 100ml를 가하여 1분간 심하게 흔들어서 섞은 후 정치하여 디클로로메탄·벤젠층을 분액깔대기로 취한다. 증류수층에 다시 20% 디클로로메탄 함유 벤젠 100ml를 넣어 위와 같이 되풀이 하여 디클로로메탄·벤젠층을 앞의 분액깔대기에 합쳐 증류수 100ml로 씻는다. 디클로로메탄·벤젠층을 무수황산나트륨 칼럼에 통과시켜 탈수하고 다시 칼럼을 벤젠 약 20ml로 씻은 후 이를 40°C 이하의 수욕상에서 감압 농축한 후 잔류물을 핵산 일정량으로 녹인다. 안지름 15mm의 칼럼관에 활성탄:미결정 셀룰로오스분말(1:10)의 혼합물 5g, 다음에 무수황산나트륨 약 5g을 각각 벤젠에 현탁시켜 충전한 후 그 상단에 소량의 벤젠이 남을 정도까지 유출시킨다. 이 칼럼에 위의 농축액을 넣고 벤젠 150ml로 용출한다. 용출액을 40°C 이하의 수욕상에서 벤젠을 감압 농축한 후 다시 실온에서 질소가스 벤젠을 완전히 제거한 후 즉시 잔류물을 아세톤에 녹여 일정량으로 하여 시험용액으로 한다.

Gas chromatography에 의한 분별정량

Gas chromatography(model HP-5890 series II)를 사용하였으며 Table 1과 같은 조건하에서 분석하였다. 표준물질로 diazinon, parathion methyl, fenthion, methidathion, ethion, carbofenthion은 Riedel-de Haën Co.의 표준품을 혼합하여 직접 gas chromatography에 주입하여 retention time을 동정하였다. 시료 중의 농약

Table 1. Instrument and operating conditions for gas chromatography

Instrument	: HP-5890 series II
Detector	: NPD (Nitrogen-Phosphorus Detector)
Column	: HP-5 capillary (5% diphenyl- and 95% dimethyl polysiloxane) 20m(L)×0.32mm(φ)×0.17μm(film thickness)
Temperature	: Column oven, 180°C(2min.)-240°C(15min.) Injector, 230°C Detector, 250°C
Flow rate	: N ₂ , 1ml/ min. H ₂ , 3.4ml/min. Air, 130ml/min.
Split ratio	: 1 : 20

의 동정은 표준품을 분리하는 방법과 마찬가지로 gas chromatography에 주입하여 retention time이 표준품과 일치되는 것을 동정하였다.

결과 및 고찰

NO₃⁻ 함량

Table 2는 시판 중인 일반관행 및 유기농법으로 재배된 채소류 중 11종의 가식부위내 NO₃⁻ 함량을 나타낸 것이다. 일반 관행농법 재배 채소류에 비하여 유기농법 재배 채소류의 NO₃⁻ 함량이 높게 나타났으며 유기농법 재배 채소류의 NO₃⁻ 함량은 케일이 4,523ppm으로 가장 높았으며 이는 케일이 흡비특성이 우수하여 NO₃⁻의 축적량이 많았고 다음은 배추가 3,420ppm, 상추가 3,010ppm, 당근이 2,500ppm, 썩갯이 2,025ppm으로 외국의 안전기준(2,000ppm)(16)을 초과한 것으로 나타났으며 오이가 1,775ppm, 부추가 1,510ppm, 미나리가 1,135 ppm, 시금치가 1,095ppm으로 비교적 높은 수준의

Table 2. Vegetables divided by the level of NO₃⁻ contents (ppm)

	Organic farming method	Conventional farming method
Green onion	120	89
Chicory	680	570
Spinach	1,095	780
Drop wort	1,135	740
Leek	1,510	570
Cucumber	1,775	940
Kale	4,523	1,575
Crown daisy	2,025	410
Lettuce	3,010	710
Carrot	2,500	1,130
Chinese cabbage	3,420	570

NO₃⁻함량이 나타났으나 외국의 안전기준(2,000ppm)(16)보다는 낮은 수준이었다. 본 연구의 유기농법 재배 채소류의 NO₃⁻의 함량은 전과 조(20)의 연구 결과보다 낮은 경향이었으며 이와 같이 유기농법 재배 채소류의 NO₃⁻의 축적이 많은 것은 유기농법 재배시에 적정 사용수준과 무기태 질소 성분함량을 무시한 채 증수만을 위한 과다한 유기질 비료의 사용으로 NO₃⁻의 축적이 가중된 것으로 적정 시비체계의 확립이 필요하다고 한다(15). 본 조사대상 유기농법 재배 채소 33점 중 52%인 17점이 외국의 안전기준인 2,000ppm(16)을 초과했으며, 질산염의 경우 과다 섭취하면 암과 같은 질병을 유발할 우려가 높아 세계보건기구(WHO)는 하루 200mg 이하의 섭취를 권장하고 있다(21,22). 이렇게 볼 때 2,000ppm의 채소 100g을 섭취하면 기준을 섭취하게 되는 것이다.

반면 일반 관행농법 재배 채소류의 NO₃⁻ 함량은 과가 89ppm으로 조사품목 중 가장 낮은 함량을 보였으며 그 다음은 썩갯이 410ppm, 부추가 570ppm, 배추가 570ppm, 치커리가 570ppm, 상추가 710ppm, 미나리가 740ppm, 시금치가 780ppm, 오이가 940ppm으로 1,000ppm 이하의 함량을 보였으며 손과 오(15)의 조사 결과와 비슷한 수준으로 나타났으며 이는 유기농법 채소류에 비하여 노지에서 충분한 광선으로 NO₃⁻가 NH₄-assimilation으로 이용이 충분하였기 때문이라고 생각된다(20). 본 조사대상 일반 관행농법 재배 채소 33점 중 82%인 27점의 NO₃⁻함량이 1,000ppm 이하이었고 당근과 케일의 NO₃⁻함량은 1,130ppm과 1,575ppm로 약간 높은 수준을 보였으나 외국의 안전기준(2,000ppm)(16)보다는 낮아서 관행적으로 문제시되는 농약의 잔류성만 해결되면 시판 일반 관행재배 채소류의 안전성에는 문제가 없는 것으로 사료된다.

Table 3은 상추의 NO₃⁻ 함량의 제품별 차이를 조사한 것이다. 상추의 NO₃⁻ 함량은 일반관행 재배(노지재배) 상추에서 630~750ppm, 유기농법 재배 상추에서 2,730~3,500ppm, 수경재배 상추에서 4,800~6,500ppm으로 재배방법에 따른 제품별 NO₃⁻ 함량의 차이가 컸다. 가장 낮은 일반관행 재배 상추의 630ppm에 비해 유기농법 재배 상추의 3,500ppm은 5.5배이며 수경재배 상추의 6,500ppm은 10배 높게 나타났는데, 이는 높은 농도의 배양

Table 3. NO₃⁻ content in edible parts of lettuce according to producing method

Farming methods	NO ₃ ⁻ content(ppm)
Conventional	630~ 750
Organic	2,730~3,500
Hydroponic	4,800~6,500

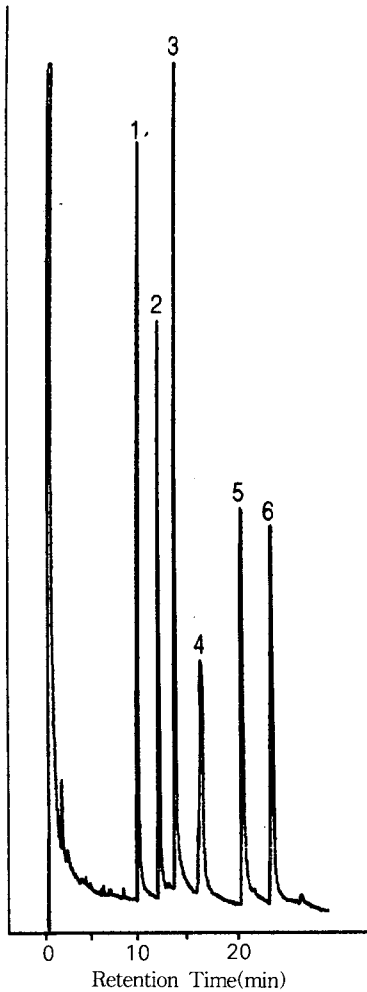


Fig. 1. Gas chromatogram of standard organophosphorus pesticides.

- 1: Diazinon(9.8), 2: Parathion-methyl(11.9),
 3: Fenthion(13.5), 4: Methidathion(16.2),
 5: Ethion(20.3), 6: Carbofenthion(23.2).

액 관리에 의한 것으로 생각되므로 이의 개선 방법으로서는 수확전의 배양액 농도 조절 및 사용 비료염의 적절한 선택이 요구된다(20). 결론적으로 채소류의 가식부 위내 NO_3^- 함량은 제품별로 큰 차이가 있었으며 이는 채소류의 재배방법과 환경조건에 좌우된 것으로 판단된다. 즉 질소비료의 사용량, 토양중 질소함량, 유기물로부터 공급되는 질소, 토양의 이화학적 성질 등 재배 환경조건이 그 요인이 될 수 있다(20)고 사료된다. 식수는 50ppm 및 채소류는 2,000ppm NO_3^- 이상을 초과해서는 안된다는 여러 학자들의(16,17) 주장을 고려할 때 안전농산물이 허용기준보다 많은 양의 NO_3^- 집적량을 초과하지 않도록 하는 유기물 사용방법을 연구

하고 이의 실시를 적극 유도할 수 있는 안전농산물의 검사 기준항목에 NO_3^- 허용 기준치를 추가 설정하는 것이 필요하다고 사료된다.

유기인계 잔유농약의 함량

농약표준품을 혼합하여 분리한 gas chromatograms은 Fig. 1과 같으며 시료 중의 농약은 표준품을 분리하는 방법과 마찬가지로 gas chromatography에 주입하여 retention time(Fig. 2)을 표준품과 비교하여 동정하였다. 채소류 11종 중의 유기인계 잔유농약 분석결과는 Table 4과 같다. 일반 관행농법으로 재배된 채소류 중 케일에서 diazinon이 미량 검출되었으나 다른 채소류에서는 거의 검출되지 않았으며, 본 연구에서 사용된 유기농법으로 재배된 채소류 11종에서 diazinon, parathion-methyl, fenthion, methidathion, ethion, carbo-

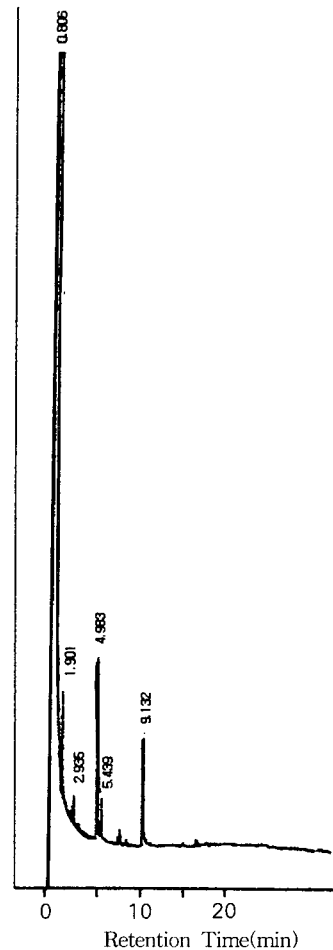


Fig. 2. Gas chromatogram of carrot.

Table 4. Organophosphorin pesticide residues in vegetables by a conventional or an organic farming methods

Residures	Diazinon	Parathon	Fenthion	Methodathion-methyl	Ethion	Carbofenothion
Conventional method						
Spinach	— ¹⁾	—	—	—	—	—
Drop wort	—	—	—	—	—	—
Kale	trace ²⁾	—	—	—	—	—
Chicory	—	—	—	—	—	—
Crown daisy	—	—	—	—	—	—
Lettuce	—	—	—	—	—	—
Carrot	—	—	—	—	—	—
Cucumber	—	—	—	—	—	—
Leek	—	—	—	—	—	—
Chinese cabbage	—	—	—	—	—	—
Green onion	—	—	—	—	—	—
Organic farming method						
Spinach	—	—	—	—	—	—
Drop wort	—	—	—	—	—	—
Kale	—	—	—	—	—	—
Chicory	—	—	—	—	—	—
Crown daisy	—	—	—	—	—	—
Lettuce	—	—	—	—	—	—
Carrot	—	—	—	—	—	—
Cucumber	—	—	—	—	—	—
Leek	—	—	—	—	—	—
Chinese cabbage	—	—	—	—	—	—
Green onion	—	—	—	—	—	—

¹⁾ — means not detected, ²⁾ trace

fenothion이 검출되지 않았다. 본 연구에 사용된 채소류 중의 잔류농약 수준은 우리나라 농약의 잔유허용기준(22,23)과 비교하여 볼 때 식품위생상 안전하다고 볼 수 있으며 이는 본 조사가 농약 사용이 적은 3월에 수행되었기 때문에 계절적인 영향도 있는 것으로 사려된다.

유기농법과 일반 관행농법 재배 채소류의 가격비교

유기농법과 일반 관행농법 재배 채소류의 가격 차이를 비교한 것은 Table 5와 같다. 유기농법과 일반 관행농법 재배에 따른 가격차가 가장 많이 나는 종류는 배추로서 8배의 차이가 있었으며 치커리는 가격차가 거의 없었다. 전반적으로 유기농법 재배 채소류의 가격은 일반 관행농법 재배 채소류의 가격보다 2.4배 이상 높은

값을 형성하고 있었으며 이는 한국 농촌경제 연구원에서 유기농산물과 일반농산물의 일반 소비자 가격조사에서 유기농산물의 가격이 일반농산물의 가격보다 2배 정도 높다는 결과(5)와 거의 유사한 결과로써 일반 소비자들은 식품의 안전성과 건강에 좋다는 인식 때문에 유기농산물을 비싼 값에 구매하고 있다(6).

결론적으로 유기물을 다량 사용하는 유기농법 재배 채소에서 일반관행 재배보다 청혈증 또는 발암의 원인 물질인 NO₃⁻ 함량이 더 많다는 것은 3년이상 유기농법을 실시한 토양에 화학비료를 사용하지 않고 유기물만을 다량 투입하는 유기농법 농가에서 생산하는 채소에 품질인증을 해주는 현재의 안전 또는 건강농산물 제도에 문제의 소지가 있음과 유기재배 농산물에 대한 안전농산물 품질인증의 판단기준에 독일, 네델란드, 스위스, 오스트레일리아 등의 국가에서 각종 채소의 NO₃⁻ 최대 허용기준치(16,17)를 정한 바와 같이 NO₃⁻ 집적량이 포함되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

유기농법과 일반 관행농법 재배 채소류의 가식부위 내 NO₃⁻ 함량 및 유기인계 잔류농약 함량의 차이를 알아보기 위하여 시료는 시금치, 미나리, 케일, 치커리, 쪽갓, 상추, 당근, 오이, 부추, 배추, 파를 사용하여 NO₃⁻ 함량과 유기인계 잔류농약의 함량을 분석하였다. 시판되

Table 5. Price of vegetables (won per 100gram)

Vegetables	Conventional method	Organic farming method
Spinach	400	400
Drop wort	150	800
Kale	200	870
Chicory	700	670
Crown daisy	300	1000
Lettuce	220	1000
Carrot	100	200
Cucumber	100	260
Leek	200	750
Chinese cabbage	58	480
Green onion	500	680

고 있는 유기농법 재배 채소 중 NO_3^- 함량은 120ppm에서 4,523ppm이었고 그중 케일이 4,523ppm으로 가장 높았으며 조사된 유기농법 재배 채소류의 52%가 외국의 안전기준인 2,000ppm을 초과하였다. 시판되고 있는 일반 관행농법 재배 채소 중 NO_3^- 함량은 89ppm에서 1,575ppm이었고 조사된 일반 관행농법 채소류의 82%의 NO_3^- 함량은 1,000ppm 이하로 양호하였다. 채소류 중 상추의 가식부위내 NO_3^- 함량은 제품별 큰 차이가 있었으며 수경재배 상추의 NO_3^- 함량이 4,800ppm에서 6,500ppm으로 가장 높았고 노지재배 상추의 NO_3^- 함량이 630ppm에서 750ppm으로 가장 낮았다. 본 연구에서 시료로 사용된 11종류의 채소류에서는 유기인계 잔류농약이 검출되지 않았다. 결론적으로 허용기준이 설정되지 않는 질산염에 대한 잔류허용기준이 명백히 제시되어 유기농법 농산물의 안전성을 확보하는 제도적 장치가 마련되어야 한다고 사려된다.

감사의 글

이 논문은 1997년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 것이며 이에 깊은 감사를 드립니다.

문헌

1. 한국식품과학회 : 한국식품 연구문헌 총람(4). 서울, p.394 (1989)
2. 이서래 : 한국식품 중 유기염소계 잔류 농약에 관한 종합 평가. 한국식품과학회지, **14**, 82(1982)
3. 박덕우, 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 김영주, 박건상, 성덕화, 서석훈, 이경진, 임준래, 소경택, 진홍철, 정규생, 김식우 : 식품 중의 오염물질에 관한 조사연구. 국립보건원보, **23**, 643(1986)
4. 권우창, 신광훈, 김준환, 김오한, 김영주, 성덕화, 소유섭, 조건자, 박건상, 송철 : 식품 중 오염물질의 잔류실태 조사연구. 국립보건원보, **20**, 269(1983)
5. 임재현 : 농약 걱정없는 '저공해 농산물' 인기. 식생활, **96**, 83(1996)
6. 박영숙 : 유기농법 식품에 대한 소비자 인식 및 구매에 관한 연구. 동아시아식생활학회, **7**, 502(1997)
7. Jolly, D. H., Schutz, H. G., Diaz-Knauf, K.V. and Johal, J. : Organic foods: Consumer attitudes and use. *Food Technology*, **42**, 60(1989)
8. 조익환 : 유희지에서 조사료 생산을 위한 적정 가축분뇨의 사용에 관한 연구. 1. 액상구비의 사용할 시기와 무기태 질소의 첨가가 orchardgrass의 건물수량에 미치는 영향. 한국유기성 폐기물 자원화 협의회 학회지, **2**, 65(1994)
9. Selenka, F. : Gesundheitliche Bedeutung des nitrats in der Nahrung. In "Nitratein Problem fuer unsere Trinkwasserversorgung" Arbeiten der DLG. Band, DLG Verlag, Frankfurt/Germany 177, 7(1983)
10. Burton, W. G. : Post-harvest physiology of food crops. Verlag Longman, London(1982)
11. Schuval, H. J. und Gruener, N. : Infant methemoglobinemia and other health effects of nitrates in drinking water. *Progr. Water Technol.*, **8**, 183(1977)
12. Philips, W. E. : Naturally occurring nitrate and nitrite in foods in relation to infant methemoglobinaemia. *Food and Cosmetics Toxicology*, **9**, 219(1971)
13. Minotti, P. L. : Potential nitrate levels in edible plant-parts. Academic Press, New York, p.253(1978)
14. 손상목, 오경석 : 질소시비가 배추, 무 및 오이의 가식부위내 NO_3^- 집적량에 미치는 영향. 한국토양비료학회지, **26**, 10(1992)
15. 손상목, 오경석 : 질소비료 저투입에 의한 우수농산물 간 이관정지표로서 주요 농작물의 "가식 부위내 NO_3^- 함량" 활용가능성에 관한 연구. 한국유기농업학회지, **2**, 2(1993)
16. Anon : Der rat von sachverständigen fur umweltfragen: Umweltprobleme der Landwirtschaft. Sondergutachten und Mainz(1985)
17. Schupbach, H. : Umsetzung der erkenntnisse in die p-raxis. LBL, erater-Information, Januar 1993, p.13(1993)
18. 손상목, 오경석, 문우택 : 일반 실행농법과 유기농법 배추, 무의 가식부위내 NO_3^- 집적량 차이. 한국유기농업학회지, **3**, 37(1994)
19. 농수산물유통공사 : 농수산물무역정보. **53**, 11(1993)
20. 전하준, 조익환 : 주요 열채류의 가식부위내 NO_3^- 함량에 관한 연구. 대구대학교 과학기술연구소, **2**, 1(1995)
21. 임재현 : 식품의 잔류농약 허용치 얼마만큼인가. 식생활, **96**, 53(1996)
22. FAO/WHO : FAO Agricultural studies No. 841 WHO Technical reports series No. 458 FAO Rome, p.18(1970)
23. 한국식품공업협회 : 식품위생법. 서울(1995)

(1998년 2월 5일 접수)