

수세 방법에 따른 깻잎의 잔류농약 제거율 연구

이종미* · 이혜란 · 남상민
이화여자대학교 생활환경대학 식품영양학과

Removal Rate of Residual Pesticides in Perilla Leaves with Various Washing Methods

Jong Mee Lee*, Hye Ran Lee and Sang Min Nam
Department of Food and Nutrition, Ewha Womans University

Removal rates of residual organic phosphorous pesticides (chlorpyrifos-methyl and fenitrothion) in Perilla leaves by various washing methods were determined. The removal rates using stagnant tap water were 20.05 and 17.70% for chlorpyrifos-methyl and fenitrothion, whereas 44.28 and 39.10% using flowing tap water, and 19.14 and 15.43% using activated carbon-added stagnant tap water, respectively. Activated carbon-added flowing stagnant tap water removed 25.29 and 15.43% of chlorpyrifos-methyl and fenitrothion, and removal rates were 53.51 and 50.62% with alkaline solution and 30.25 and 28.09% with acidic solution, respectively. With neutral detergent solution, removal rates were 81.52 and 76.56% for chlorpyrifos-methyl and fenitrothion, respectively. Results revealed washing method using neutral detergent solution was most effective for removing residual pesticides.

Key words: washing solutions, removal rate of residual pesticides, perilla leaves

서 론

일반적으로 농약은 농산물 재배시에 발생하는 병해충이나 잡초를 방제하여 농산물의 수량을 증대시키거나 수확시기를 조절하는 등의 목적에 사용되어 왔다. 실제 무농약 재배시의 작물 감소율 조사에서 벼는 평균 30%, 채소류는 20~70%의 수량 감소를 보였으며 과일은 무농약 재배가 불가능한 것으로 나타났다⁽¹⁾. 이렇게 농약은 생산량 증가를 위한 영농 필수 요소이긴 하지만, 독성이 강해서 사용자나 소비자에게 직·간접적인 위해를 줄 뿐 아니라 나아가 환경오염, 생태계 파괴의 문제도 내포하고 있다. 특히 식품 중 잔류 농약이 위생상 큰 문제로 대두되면서 각 나라마다 농약에 대한 안전사용기준으로 사용 대상작물, 사용시기, 사용량, 사용횟수 등을 정하였고 식품에 대한 잔류허용기준도 설정해 놓았다.

우리나라의 경우, 현재 고시된 농약은 605종으로 각각 안전사용기준⁽²⁾이 설정되어 있으나 그 중 143종에 대해서만 잔류허용기준이 설정⁽³⁾되어 있다. 해마다 농약 품목과 잔류허용기준이 설정되는 농약의 수가 증가되고 있는 추세라고 하

더라도 아직 일부 농약에 한정되어 있고 현실적으로 수많은 농산물의 잔류농약 검사·확인하는 것도 어렵기 때문에 가정이나 급식시설에서 잔류농약을 제거하려는 노력이 필요하다.

한편, 농산물 재배시 살포된 농약 대부분은 시간이 경과함에 따라 대기중으로의 확산, 강우에 의한 세정, 광선 또는 미생물에 의한 분해를 통해 자연적으로 제거되거나 수세, 다듬기, 데치기, 가열 등 인위적 조리가공을 통해 많은 양이 제거되는 것으로 알려져 있다. 그러므로 세척 방법과 조리 과정에 따른 제거율을 조사하여 농약의 위해를 최소한으로 줄일 수 있는 효과적인 방법을 모색해야 할 것이다.

이를 위해 본 연구는 장아찌의 재료인 깻잎을 대상으로, 유기인계 농약 2종(chlorpyrifos-methyl, fenitrothion)을 인위적으로 부착시킨 후 가정에서 손쉽게 실행할 수 있는 7가지 방법으로 세척하여 잔류농약 제거 효과를 조사하였다.

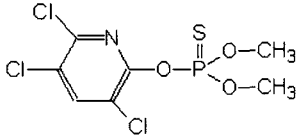
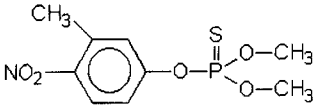
재료 및 방법

시료 및 사용농약

깻잎(*Perilla frutescens* var. japonica HARA)은 조사 대상 농약이 검출되지 않은 2002년 경기도 양평의 유기농 재배 깻잎을 구입하여 사용하였다. 조사 대상 농약은 우리나라 식품위생법에 잔류허용 기준이 설정되어 있으며 채소 재배시 많이 사용되는 유기인계 살충제인 chlorpyrifos-methyl과 fenitrothion으로 Table 1과 같다.

*Corresponding author : Jong Mee Lee, Department of Food and Nutrition, Ewha Womans University, 11-1 Daehyun-Dong, Seodaemun-Gu, Seoul 120-750, Korea
Tel: 82-2-3277-3094
Fax: 82-2-3277-3094
E-Mail: jmlee@mm.ewha.ac.kr

Table 1. The characteristics of pesticides tested

Properties	Common name	Chlorpyrifos-methyl	Fenitrothion
Structural formula & chemical name		 <p>O,O-Dimethyl-O-(3,5,6-trichloro-2-pyridyl) phosphorothioate</p>	 <p>O,O-Dimethyl-O-4-nitro-m-tolylphosphorothioate</p>
Appearance		Colorless crystalline	Yellow-brown liquid
Properties	B.P. ¹⁾	45.5~46.5°C	140~145°C
	M.W. ²⁾	322.5	277.2
Solubility		Water-soluble 5 mL/ (at 25°C) and fat-soluble	Water-insoluble
Stability		Hydrolyzed in alkaline and acid condition	Hydrolyzed in alkaline condition
ADI ³⁾ for man (mg/kg)		0.001	0.005

¹⁾B.P.: boiling point. ²⁾M.W.: molecular weight.
³⁾ADI: acceptable daily intake.

Table 2. Concentration of standard solution

Pesticides	Purity (%)	Concentration (ppm)
Chlorpyrifos-methyl	99.5	11.36
Fenitrothion	98.5	30.66

시약

Acetone, sodium sulfate anhydrous는 잔류농약 시험용 (Wako Pure Chemical Industries LTD, Osaka, Japan)을, 색소 제거용 흡착제는 Darco G-60(Crystalline Active Carbon: Wako Pure Chemical Industries LTD, Osaka, Japan)을 사용하였다. 물은 정제수를, 그 외 시약은 특급 시약을 이용하였다.

Gas chromatography용 column은 HP-5MS(30 m×250 μm×0.25 μm)를 사용하였고, 농약 표준용액은 각 농약 표준품 (Dr. Ehrenstorfer, Germany)을 acetone에 용해시켰으며 농도는 Table 2와 같다.

실험 및 측정 기기

농축기기로 Turbo-Vap LV Evaporator(Zymark, USA), 균질기로 OMNI-Mixer ES(OMNI, USA)를 사용하였다. 측정 기기는 Gas chromatography-MSD(Hewlett Packard 6890 plus, 5973MSD, USA)와 MS-Chemstation(Hewlett Packard, USA) 등을 사용하였다.

시료의 전처리

20,000배 희석시킨 Chlorpyrifos-methyl과 fenitrothion 용액에 깻잎을 20초간 담구어 농약을 1회 부착시켰다. 플라스틱 그물 바구니에 깻잎을 담아 45° 기울여 표면의 물기를 제거하고 4시간 풍건한 후 보관용 검은 비닐에 옮겨 냉장고에 하룻밤 보관하였다⁴⁾.

세척 방법

1) **고여 있는 물 세척:** 세척 직전 수조에 받아 놓은 고여

있는 수돗물 3 L에 시료를 3장씩 취하여 1분간 가볍게 흔들어 세척하였다. 별도의 수조 2개에 수돗물을 3 L씩 담아 1분간 1차례씩 행구어 총 3회 세척하여 그늘에서 2시간 말린 다음, 잔류농약 함량을 측정하였다⁴⁾.

2) **흐르는 물 세척:** 수돗물의 유속을 3 L/10sec가 되도록 조절한 다음, 시료를 3장씩 취하여 시료의 앞뒷면을 돌려 가며 1분간 세척하였다. 1)과 같이 행구고 측정하였다⁴⁾.

3) **활성탄을 첨가한 고여 있는 물 세척:** 세척 직전 수조에 받아 놓은 3 L의 고여 있는 수돗물에 1500 mg/L로 분말 활성탄(SPC-100, coal powder, (주)삼천리활성탄소, 천안)을 첨가한 후 시료를 3장씩 취하여 1분간 가볍게 흔들어 세척하였다. 1)과 같이 행구고 측정하였다. 사용한 활성탄의 특성은 Table 3과 같다.

4) **활성탄을 첨가하고 물리적인 힘을 가한 물 세척:** 3)의 비율로 활성탄을 첨가한 후, hot magnetic stirrer(Clarkson Laboratory & Supply Inc., USA)로 용액의 유속을 1200 rpm으로 조절하고, 시료를 3장씩 취하여 앞뒷면을 돌려 가며 1분간 세척하였다. 1)과 같이 행구고 측정하였다.

5) **중성세제 용액 세척:** 시판 중성세제(계면활성제 24%, (주)엘지생활건강, 대전)를 0.15%로 희석한 용액 3 L에 시료를 3장씩 취하여 1분간 세척하였다. 1)과 같이 행구고 측정하였다⁴⁾.

6) **알칼리 용액 세척:** 0.2% 알칼리 용액(중탄산나트륨 (NaHCO₃, sodium bicarbonate, 순도 99%), 덕산약품공업 (주), 안산) 3 L에 시료를 3장씩 취하여 1분간 세척하였다. 1)과 같이 행구고 측정하였다⁴⁾.

7) **산성 용액 세척:** 5% 산성용액(양조식초, 총산도 6~7%, 오뚜기(주), 음성) 3 L에 시료를 3장씩 취하여 1분간 세척하였다. 1)과 같이 행구고 측정하였다⁴⁾.

검액의 조제

농약의 부착 및 세척이 완료된 시료를 4~5 g씩 teflon 마개가 달린 250 mL 공전 삼각 flask에 취하여 Fig. 1과 같이 처

Table 3. Properties of activated carbon used

Properties	SPC-100
Maker	Samchully Activated Carbon Co. (Korea)
Raw material	Coal
Type	Powder
Mesh	-200/90 min
Moisture (%)	10.0 max
pH	6~10
Iodine adsorption (mg/g)	900 min
Specific surface area (m ² /g)	900 min
Total pore volume (cc/g)	0.5~0.7
Average pore diameter (Å)	15~18
Application	Purification of water · decoloration

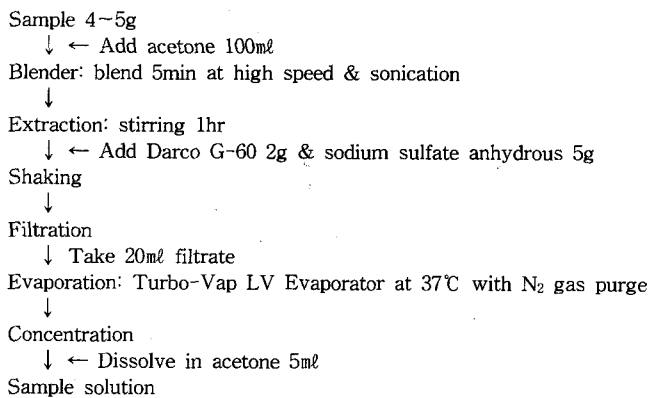


Fig. 1. Flow diagram of sample preparation for analysis of chlorpyrifos-methyl and fenitrothion.

리하였다. 즉 시료를 잘게 자른 후 acetone 100 mL을 가하고 고속균질화 시킨 다음 1시간 동안 교반 추출을 하였다. 여기에 활성탄을 가하여 과량의 색소를 제거한 후 무수황산나트륨을 이용하여 탈수한 뒤 여과하였다. 이 여액 20 mL를 Turbo-Vap LV evaporator(Zymark, USA)로 질소(N₂) 충전 조건에서 농축한 다음 5 mL의 volumetric flask에 acetone으로 정용하여 최종 시험용액으로 하였다.

농약의 측정 방법 및 조건

검액은 GC-MSD(Gas chromatography-Mass selective detector, USA) SIM mode로 측정하였으며 시료 및 표준용액을 각 1 µL씩 주입하여 외부표준법으로 전량하였다. 측정조건은 Table 4와 같다.

제거율 산출

깻잎에 잔류되어 있는 chlorpyrifos-methyl과 fenitrothion 농약의 제거율 계산식은 다음과 같다. 결과는 시료의 전처리 및 세척을 3회 반복실험 후 제거율은 그 평균치를 기재하였고, 잔류량은(측정된 잔류량의 평균값±표준편차)로 나타내었다.

$$\text{세척에 의한 잔류농약 제거율 (\%)} = \frac{[1 - \text{세척후의 잔류농약 (ppm)}]}{\text{세척전의 잔류농약 (ppm)}} \times 100$$

Table 4. Operation condition of GC-MSD

Model	Hewlett Packard 5973 GC-MSD
Column	HP-5MS (30 m×250 µm×0.25 µm)
Carrier gas	He (1 mL/min)
Oven	
init. temp. & time	80°C, 2 min
ramp rate	4°C/min
final temp. & time	280°C, 5 min
Injector temp.	250°C
MSD (SIM mode)	
Chlorpyrifos-methyl (m/z)	63, 79, 125, 286, 323
Fenitrothion (m/z)	109, 125, 260, 277
Splitter	50 : 1

결과 및 고찰

전처리 후의 초기 농약 잔류량

초기 잔류량은 chlorpyrifos-methyl이 20.35±30 ppm, fenitrothion이 150.59±6.43 ppm으로 나타났다.

세척 방법에 따른 잔류농약 제거 효과

1) 고여 있는 물 세척: Chlorpyrifos-methyl은 20.05%가 제거되어 16.27±0.38 ppm이 잔류하였으며 fenitrothion은 17.70%가 제거되어 123.94±2.94 ppm이 잔류하였다(Table 5).

2) 흐르는 물 세척: Chlorpyrifos-methyl은 44.28%가 제거되어 11.34±0.43 ppm이 잔류하였으며, fenitrothion은 39.10%가 제거되어 91.71±2.49 ppm이 잔류하였다(Table 5). 이는 diazinon을 부착시킨 사과를 정제된 물에 세척했을 때 34.7%⁽⁵⁾, diazinon 잔류 과슬리를 정제된 물에 세척했을 때 31.8%⁽⁶⁾, fenitrothion 부착 사과를 1분간 초음파 세척했을 때 27.5% 제거되었다는 결과⁽⁷⁾와 비슷한 수준이었다. 또한 딸기를 대상으로 흐르는 물과 고여 있는 물에서의 제거율을 조사한 Park의 보고⁽⁸⁾에서도 deltamethrin은 각각 32.51%와 23.19%, procymidon은 79.16%와 68.82%의 제거율을 보여 본 실험의 결과와 일치하였다.

그 외, 깻잎의 fenitrothion이 26.9%, diazinon 등 유기인계 농약들이 24.6~62.7% 제거되었다는 Park의 보고⁽⁹⁾, 상추의 diazinon, dimethoate, fenitrothion이 20.6~46.2% 제거되었다는 Ko의 보고⁽⁴⁾에서 같은 세척법이라도 제거율에 차이를 보이는 것은 세척수의 온도나 농약의 물리·화학적 성질 차이에 기인한 것으로 사료된다.

3) 활성탄을 첨가한 고여 있는 물 세척: Chlorpyrifos-methyl은 19.14%가 제거되어 16.46±0.39 ppm이 잔류하였으며, fenitrothion은 15.43%가 제거되어 127.35±1.78 ppm이 잔류하였다(Table 5).

4) 활성탄을 첨가하고 물리적 힘을 가한 물 세척: Chlorpyrifos-methyl은 25.29%가 제거되어 15.20±0.56 ppm이 잔류하였고, fenitrothion은 23.80%가 제거되어 114.75±2.15 ppm이 잔류하였다(Table 5). 활성탄이 유기인계 농약의 흡착·제거에 효과적이라는 발표^(10,11)와 달리, 고여 있는 물과 흐르는 물의 경우 모두 활성탄을 첨가했을 때 오히려 잔류농약 제거 효과가 낮았다.

Table 5. Removal rate and remaining contents of residual pesticides of *Perilla* leaves with various washing methods. unit: %¹⁾ (ppm)²⁾

Washing medium	Washing time (sec.)	Frequency		Chlorpyrifosmethyl	Fenitrothion
		Washing	Rinse		
Stagnant tap water	60	1	2	20.05 (16.27±0.38)	17.70 (123.94±2.94)
Flowing tap water	60	1	2	44.28 (11.34±0.43)	39.10 (91.71±2.49)
Activated carbon added stagnant tap water	60	1	2	19.14 (16.46±0.39)	15.43 (127.35±1.78)
Activated carbon added flowing tap water	60	1	2	25.29 (15.20±0.56)	23.80 (114.75±2.15)
Neutral detergent solution	60	1	2	81.52 (3.76±0.38)	76.56 (35.30±3.16)
Alkaline solution	60	1	2	53.51 (9.46±0.45)	50.62 (74.36±2.81)
Acidic solution	60	1	2	30.25 (14.19±0.27)	28.09 (108.29±3.26)

¹⁾%: removal rate of residual pesticides.

²⁾ppm: remaining contents of residual pesticides after washing.

5) 중성세제 용액 세척: Chlorpyrifos-methyl은 81.52%가 제거되어 3.76±0.38 ppm이 잔류하였고, fenitrothion은 76.56%가 제거되어 35.30±3.16 ppm이 잔류하여 흐르는 물 세척보다 평균 37.35% 높은 제거율을 나타내었다(Table 5).

유기인계 농약의 제거 효과가 물 세척 방법보다 세제 세척 방법에서 2~3배 더 증가했다는 Shim⁽¹²⁾과 Yoshikazu⁽¹³⁾의 보고와 유사한 수준임을 확인하였다. 중성세제 세척에 의한 제거 효과가 큰 이유는 계면활성제의 작용에 의한 것⁽¹⁴⁾으로 지용성 농약 성분을 유화시켜 표면장력을 저하시키기 때문에 깻잎 표면의 주름진 부분까지도 세척이 가능하게 된다. 그러나 고농도 세제 세척액으로 장시간 세척할 경우 오히려 세제가 잔류해서 인체에 유해할 수 있으므로 신중을 기해야 한다. 적정 수준으로 지방산계 세제(종래의 비누)는 0.5% 이하, 중성세제는 0.1% 이하의 농도에 과채류는 5분 이상 담그지 말고 세척 후에는 반드시 흐르는 물에 30초 이상 또는 고여 있는 물에 2회 이상 씻도록 권장하고 있다⁽¹⁵⁾.

6) 알칼리 및 산성 용액 세척: 알칼리 용액으로 세척한 결과, chlorpyrifos-methyl은 53.51%가 제거되어 9.46±0.45 ppm, fenitrothion은 50.62%가 제거되어 74.36±2.81 ppm이 잔류하였다. 산성 용액으로 세척한 결과, chlorpyrifos-methyl은 30.25%가 제거되어 14.19±0.27 ppm, fenitrothion은 28.09%가 제거되어 10.829±3.26 ppm이 잔류하였다(Table 5).

이 결과는 3% 소금물과 5% 식초액으로 시금치를 세척했을 때 captan이 각각 77.1%와 86.3% 제거되었다는 Kim⁽¹⁶⁾의 보고와 상당한 차이를 보인다. 이는 본 연구에 사용된 농약이 지속형 접촉성 화합물로 captan에 비해 잎으로의 부착·침투력이 강하기 때문으로 추정된다⁽¹⁷⁾. 또한 알칼리 용액이 산성 용액보다 제거 효과가 높는데 이는 유기인계 농약이 일반적으로 약산성에 안정하고 알칼리에 가수분해되기 쉽기 때문으로 판단된다^(18,19).

7) 세척 방법에 따른 잔류농약 제거 효과의 비교: 세척에 의한 제거 효과는 chlorpyrifos-methyl이 fenitrothion보다 평균 3.2% 정도 높았다. 농약 모두 중성세제 용액(평균 제거율: 79.04%), 알칼리 용액(52.07%), 흐르는 물(41.69%), 산성 용액(29.17%), 활성탄을 첨가한 흐르는 물(24.55%), 고여 있는 물(18.88%), 활성탄을 첨가한 고여 있는 물(17.29%)의 순으로 제거 효과를 나타냈다.

농약에 따라 제거 효과가 다른 이유는 농약의 물리·화학적 특성, 식품 표면의 왁스층 유무, 식품의 형태적 특성, 세

척방법 등의 차이에 의한 것으로 사료된다⁽²⁰⁾. Kim⁽²¹⁾, Shim⁽¹²⁾, Yoon⁽⁷⁾은 세척 횟수가 증가할수록 제거율은 높아졌으나 제거율의 증가된 정도는 감소한다고 보고하였다. 그러나, 전체적인 제거율은 지속적으로 증가되는 것으로 보아 세척 횟수가 많고, 오래 세척할수록 제거 효과가 더 커질 것으로 생각된다.

요 약

고여 있는 물 세척으로 chlorpyrifos-methyl은 20.05%, fenitrothion은 17.70% 제거되었고 흐르는 물 세척으로 각각 44.28%, 39.10%가 제거되었다. 활성탄을 첨가한 고여 있는 물 세척으로 chlorpyrifos-methyl은 19.14%, fenitrothion은 15.43%, 활성탄을 첨가하고 물리적 힘을 가한 경우 각각 25.29%, 23.80%가 제거되었다. 또한 중성세제 용액 세척으로 81.52%와 76.56%가 제거되었고 알칼리 및 산성 용액 세척으로 각각 53.51%, 50.62%와 30.25%, 28.09%가 제거되었다.

농약의 종류에 관계없이 고여 있는 물보다 흐르는 물에 의한 제거 효과가 높았으며 중성세제 용액에 의한 세척이 잔류농약 제거에 가장 효과적인 방법으로 밝혀졌다. Cheong⁽²²⁾은 농약 성분이 잔류하더라도 극미량으로 체내에서 대사·분해될 수 있으면 안전한 농산물로 평가한다고 보고하였다. 또한 농산물의 저장·운반 등 유통기간 동안 자연 감소하는 것을 감안할 때 농약이 처리기준에 맞게 사용된다면 안전상 문제가 되지 않을 것으로 사료된다.

채소류의 잔류농약을 제거하기 위해서는 제품의 변성이 일어나지 않는 범위에서 중성세제와 충분한 양의 물로 횟수를 많이, 시간을 길게 세척하는 것이 바람직하다. 그러나, 농약의 부작용을 최소한으로 줄이고 안전한 농산물을 생산하기 위해서는 농약 제조·판매자, 취급자 및 사용자 모두가 농약에 대한 올바른 이해로 바르게 취급, 관리하는 자세가 필요하다. 또한 자연상태에서 빠른 시간 내에 분해되어 생태계 균형과 질서를 파괴하지 않는 농약의 개발 연구가 계속되어야겠다.

문 헌

1. Korea Agricultural Chemicals Industrial Association. Non-fertilizer and non-agricultural chemicals cultivation. J. Agric. Chem Inform. KCPA 14: 13-15 (2001)

2. Korea Agricultural Chemicals Industrial Association. *Agricultural Chemicals Usage Guide Book*, Seoul, Korea (1995)
3. Joint FAO/WHO Food Stand Program. *Codex Alimentarius Commission. Pesticides of pesticides in foods and animal foods, Part A*. pp. 36, 82. FAO/WHO, Rome, Italy (1995)
4. Ko, B.S., Jeon, T.H., Jung, K.S. and Lee, S.K. Removal effects of organo-phosphorus pesticide residue in lettuce by washing methods. *Korean J. Rural Med.* 21: 159-171 (1996)
5. Han, S.U. *Environment Control*, p. 287. Shin Kwang Pub. Co., Ltd., Seoul, Korea (2001)
6. Hiro, M. Positional distribution of residual pesticides in vegetables and fruits and removal by washing. *Nippon Noeigaku Kaishi*. 66: 1007-1011 (1992)
7. Yoon, C.H., Park, W.C., Kim, J.E. and Kim, C.H. Removal efficiency of pesticides on apple by ultrasonic cleaner. *Korean J. Environmental Agric.* 16: 255-258 (1997)
8. Park, K.S., Min, H.K., Hwang, E.J., Kim, J.S. and Lee, J.K. Removal effects of residual pesticides in strawberry by washing methods. *J. Chung Cheong Buk-Do Health and Environ. Res. Inst.* 3: 35-50 (1993)
9. Park, J.S., Kang, H.K., Oh, S.J., Lee, G.H., Sung, C.G., Kim, S.A. and Oh, M.J. Study of removal efficiency of residual pesticides in agricultural products with various treatment. *Environ. Res.* 18: 55 (2000)
10. Cheong, Y.E., Yoshitaka, S., Sohn, J.E. and Motoyuki, S. Adsorption of pesticides on activated carbon in dilute solution. *Korean Soc. Environ. Eng.* 18: 1209-1216 (1996)
11. Kim, S.W. Removal of phenols and pesticides by ozone and GAC. *J. Nakdong Environ. Res. Inst.* 1: 135-154 (1996)
12. Shim, A.R., Choi, E.H. and Lee, S.R. Removal of malathion residues from fruits and vegetables by washing processes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 418-422 (1984)
13. Yoshikazu, M. and Shunichi, T. Removal of residual pesticides in fruits and vegetables. *J. Food Hyg. Soc.* 17: 413 (1976)
14. Lee, H.O. and Park, Y.S. Present conditions of surfactant industry and technical developments. KINITI, Technical Report, No. 3 (1992)
15. Korean Food Industry Association. Summer food hygiene for the summer season. *Food Industry, Korean Food Ind. Assoc.* 90: 18-20 (1987)
16. Kim, S.J., Cha, K.S., Gu, P.T., Kang, S.H. and Im, C.W. Removal efficiency of captan in spinach by washing, pp. 75-86. *Busan Public Health and Environ. Res. Inst.* (1994)
17. Park, C.G., *Biochemistry of Agricultural Chemicals and Directions for Use*, pp. 106-163. Shin Il Pub. Co., Ltd., Seoul, Korea (1993)
18. Lee, S.H. and Hong, J.U. *A Revision of Agricultural Chemicals Science*, pp. 142-161. Hyang Mun Pub. Co., Ltd., Seoul, Korea (1987)
19. Ryu, H.I., Lee, H.K. and Cheon, S.H. *Methods for Residual Pesticides Analysis*, pp. 135-137. Dong Wha Pub. Co., Ltd., Seoul, Korea (1991)
20. Lee, M.K. Computation of residue limit of organophosphorus pesticides in functional foods from citrus fruit peels. *Korean J. Environ. Agric.* 18: 349-354 (1999)
21. Kim, J.H. Effect of washing and cooking on pesticides residue and loss of vitamin in carrots. *M.S. thesis, Korea University, Seoul, Korea* (1991)
22. Cheong, Y.H. *The way for removal of agricultural chemicals in agricultural products*. *J. Agric. Chem. Inform. KCPA* 14: 12-13 (1993)

(2003년 4월 8일 접수; 2003년 5월 12일 채택)