

## 갯잎장아찌 제조과정 중의 잔류농약 제거 효과 연구

남상민 · 이혜란 · 이종미

이화여자대학교 생활환경대학 식품영양학과

(2003년 11월 6일 접수)

### Removal Efficiency of Residual Pesticides During Processing of *Perilla Jangachi* preparation

Sang Min Nam, Hye Ran Lee, and Jong Mee Lee

Dept. of Food & Nutrition, Ewha Womans University

(Received November 6, 2003)

#### Abstract

This study was performed to study the removal efficiency of residual organophosphorus pesticides with process for making *Perilla Jangachi*. Two organophosphorus pesticides(chlorpyrifos-methyl and fenitrothion) were artificially attached to *Perilla* leaves. Then *Perilla* leaves were washed with detergent solution for 1minute and rinsed 2 times each for 1 minutes. After washing with neutral detergent solution, *Perilla Jangachi* was made with 2 steps of optimal condition. As a pretreatment, when soaked with 2% salt concentration solution for 42hours, the removal rate of residual pesticides was 81.75% of chlorpyrifos-methyl and 76.82% of fenitrothion. When *Perilla* leaves were steamed for 72 seconds after soaking, it became 88.94% and 82.19%, respectively. Finally, after making optimal *Perilla Jangachi* with 27% onion contents, removal rate was 89.12% of chlorpyrifos-methyl and 82.76% of fenitrothion. Consequently, it appeared that the process for making *Perilla Jangachi* effectively removed the residual pesticides of *Perilla* leaves.

Key Words : Residual Pesticides, *Perilla Jangachi*, chlorpyrifos-methyl, fenitrothion

#### I. 서론

인구 증가에 따른 식량 증산의 필요성이 커지게 되었다. 이에 해충을 방지·파괴·구축·경감시키는 물질인 농약의 사용이 증가하게 되어 식품의 질과 양이 향상되었다. 그러나 이러한 긍정적인 측면과 더불어 농약의 독성과 잔류성에 의한 직·간접적인 환경 오염 문제가 야기되어 국민의 농약 공해에 대한 관심이 고조되고 있다<sup>1)</sup>.

특히 식량 생산의 증가를 위해 반드시 필요한 농약의 무절제한 사용으로 인한 생태계의 파괴와 식품 오염 문제가 심각하여<sup>2)</sup> 농약 사용에 있어서의 정부의 규제와 더불어 올바른 사용을 위한 과학적 정보가 절실히 요구된다<sup>3)</sup>.

식품에 남아 있는 잔류 농약은 시간이 경과함에 따라 자연적으로 소실될 뿐 아니라, 수세, 다듬기, 데치기, 가열 등 여러 조리 및 가공 과정에 의해 많은 양이 제거되는 것으로 알려져 있다<sup>4)</sup>. 따라서 식

품 원료가 음식으로 섭취될 때의 실제 농약 식이 섭취량을 정확히 평가하기 위해서는 조리 및 가공 과정에 따른 농약 성분의 제거율 데이터가 필요하다<sup>5)</sup>.

갯잎장아찌는 장아찌의 인지도 조사 결과 가장 인지도가 높았으며(95.3%), 조사 대상자의 77.3%가 좋아한다고 답하였고, 76.9%가 많이 먹어보았다고 하였다<sup>6)</sup>. 갯잎장아찌는 크게 2단계의 제조 과정을 거치는데<sup>7)</sup>, 세척한 후 소금물에 일정 시간 삭히고, 수증기로 찌고 양념장에 넣어 익혀서 만들어진다.

본 연구에서는 잔류농약의 제거 효과가 가장 높다고 보고된 중성세제에 의한 세척 방법<sup>8-12)</sup>으로 세척한 후, 갯잎장아찌의 제조 과정을 3단계로 나누어, 각 단계별의 잔류농약 제거율을 조사하였다. 그리하여 우리의 식생활에서 실제 조리예 의한 농약 섭취량을 감소시킬 수 있는 방법을 검토하였으며, 이들 결과들이 식품에서의 기준 설정 및 안전성 확보에 필요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이라 생각된다.

HARA)은 조사 대상 농약이 검출되지 않은 2002년 경기도 양평의 유기농 재배 갯잎을 구입하여 사용하였다. 또한, 조사 대상 농약은 우리나라 식품위생법에 잔류허용 기준이 설정되어 있으며 채소 재배 시 많이 사용하는 유기인계 살충제인 chlorpyrifos-methyl, fenitrothion을 사용하였다. 이들 농약의 구조식, 화학명, 안전사용기준 및 인체 1일 섭취허용량(ADI)등은 <Table 1><sup>13)</sup>과 같다.

2. 시약

잔류농약 분석에 사용된 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(30m×250µm×0.25µm)를 사용하였고, 농약 표준용액은 각

II. 재료 및 방법

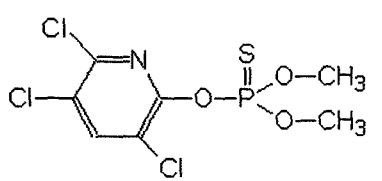
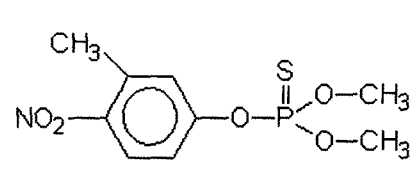
1. 재료

장아찌 제조 단계별 잔류농약의 제거 효과 실험에 사용된 갯잎(*Perilla frutescens* var. japonica

<Table 2> Concentration of standard solution

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

<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-tolyl phosphorothioate</p>
Properties	Appearance	Colorless crystallin	Yellow-brown liquid
	B.P.	45.5 ~ 46.5°C	140 ~ 145°C
	M.W.	322.5	277.2
	Solubility	Water-soluble 5ml/l(25°C), fat-soluble	Water-insoluble, fat-soluble
	Stability	Hydrolyzed in alkaline and acid condition	Hydrolyzed in alkaline condition
	ADI* for man (mg/kg)	0.001	0.005

\* ADI : Acceptable daily intake

농약 표준품(Dr. Ehrenstorfer, Germany)을 acetone에 용해시켜서 사용하였으며 각각의 농도는 <Table 2>와 같다.

### 3. 잔류농약의 분석 방법

#### 1) 시료의 전처리

유기인계 농약인 chlorpyrifos-methyl과 fenitrothion을 각각 10,000배 희석 용액으로 만든 후 깻잎을 20초간 담그어 농약을 부착시켰다. 농약이 부착된 깻잎은 플라스틱 그물 바구니에 담아 45° 기울여 표면의 물을 제거시켰으며, 4시간 풍건시킨 후 보관용 검은 비닐에 옮겨 냉장고에 하룻밤 보관하였다. 중성세제를 0.15%로 희석 조제한 용액 3l에 시료를 3장씩 취하여 1분간 세척한 후 별도의 수조 2개에 수돗물을 3l씩 담아 1분간 1차례씩 총 2회 행구었다.

#### 2) 깻잎장아찌 제조 과정 중의 잔류농약 제거 효과 측정 방법

##### (1) 실험 과정의 잔류농약 제거 효과 측정 방법

농약을 부착시킨 깻잎을 중성세제 용액으로 세척한 후 가정용 탈수기(W-60T, 한일전기(주), 포항)로 2분간 탈수하였다. 4%의 소금물에 42시간 삭히고 그늘에서 2시간 말린 다음 시료 중의 잔류농약 함량을 측정하였다.

##### (2) 찌는 과정의 잔류농약 제거 효과 측정 방법

(1)과 같이 처리한 후, 72초간 찌고 그늘에서 2시간 말린 다음 시료 중의 잔류농약 함량을 측정하였다.

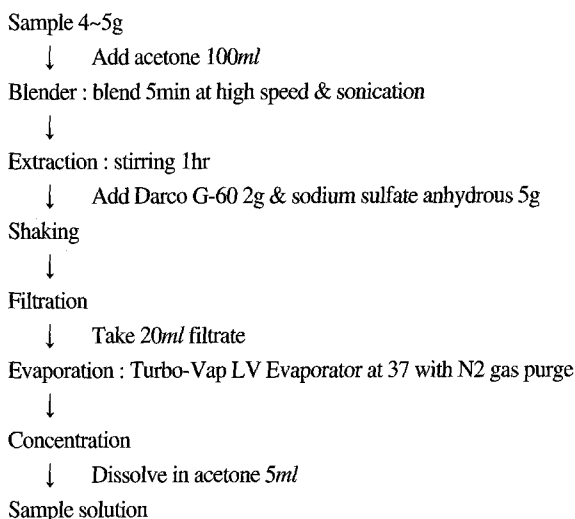
##### (3) 양념장에 의한 잔류농약 제거 효과 측정 방법

(2)와 같이 처리한 후, 생 깻잎 무게의 27% 양과

를 첨가한 간장 양념장에 절이고 그늘에서 2시간 말린 다음 시료 중의 잔류농약 함량을 측정하였다. 이 때 간장 양념장의 성분은 <Table 3>과 같다.

#### 3) 검액의 조제

농약의 부착 및 세척이 완료된 시료 각각 4~5g을 teflon 마개가 달린 250ml 공전 삼각 flask에 취하여 <Fig. 1>과 같이 처리하였다. 즉 시료를 잘게 자른 후 acetone 100ml을 가하고 고속균질화 시킨 다음 교반기에서 1시간 동안 교반 추출을 하였다. 여기에 활성탄을 가하여 과량의 색소를 제거한 후 무수황산나트륨을 이용하여 탈수한 뒤 여과하였다. 이 여액 20ml를 Turbo-Vap LV evaporator(Zymark,



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

<Table 4> Operation condition of GC-MSD

Model	Hewlett Packard 5973 GC-MSD
Column	HP-5MS(30m×250µm×0.25µm)
Carrier gas	He (1ml/min)
Oven	
init. temp. & time	80°C, 2min
ramp rate	4°C/min
final temp. & time	280°C, 5min
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

<Table 3> Ingredients for *Perilla Jangachi*

Ingredients	Weight(g)	Component ratio(%)
Untreated Perilla leaves	100	29.0
Soy sauce	150	43.5
Onion	27	7.8
Sugar	38	11.0
Garlic	20	5.8
Ginger	10	2.9
Total	345	100

U.S.A.)로 질소(N<sub>2</sub>) 충전 조건에서 농축한 다음 5ml 의 volumetric flask에 acetone으로 정용하여 최종 시험용액으로 하였다.

4) 농약의 측정 방법 및 조건

검액은 GC-MSD(Gas chromatography-Mass selective detector, U.S.A.) SIM mode를 사용하여 측정하였으며 시료 및 표준용액을 각 1μl씩 주입하여 외부표준법으로 정량하였다. 그 측정조건은 <Table 4>와 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 농약을 부착시킨 갯잎의 중성세제 세척에 의한 잔류농약 제거 효과

시료의 농약 잔류량 분석 결과<Table 5> 농약 부착후 초기의 잔류량은 chlorpyrifos-methyl이 20.35±3ppm, fenitrothion이 150.59±6.43ppm 수준으로 나타났다. 중성세제에 의한 세척 결과, chlorpyrifos-methyl은 81.52%가 제거되어 3.76±0.38ppm 잔류하였고, fenitrothion은 76.56%가 제거되어 35.30±3.16ppm이 잔류하였다. chlorpyrifos-methyl이 fenitrothion보다 5%정도 세척에 의한 효과가 높게 나타났다. 농약에 따라 세척에 의한 잔류 농약의 제거 효과가 다른 이유는 농약의 물리·화학적 특성, 식품 표면의 왁스층 유무, 식품의 형태적 특성, 세척 방법 등의 차이로 인한 것으로 사료된다<sup>14)</sup>. 그러나 세제의 사용이 농약 제거에 좋다고 하더라도 고

농도의 세척액으로 장시간 세척할 경우 오히려 세제가 잔류해서 인체에 유해할 수 있으므로 세제에 의한 세척에는 신중을 기해야 한다. 적정수준으로 지방산계 세제(종래의 비누)는 0.5% 이하, 중성세제는 0.1%이하로 사용하도록 하고 있다. 본 실험의 경우 중성세제의 희석된 농도가 적정수준보다 0.05% 높았으며 그로 인해 잔류 농약 제거율이 다소 높게 나타났다고 할 수 있다.

2. 갯잎장아찌의 삭힘 과정에 의한 잔류농약 제거 효과

중성세제로 세척한 갯잎을 4%의 소금물에 42시간 삭힘 후 잔류농약의 함량을 측정한 결과<Table 6>, 세척 후 갯잎의 잔류농약 함량에 비해 Chlorpyrifos-methyl은 0.23%, fenitrothion은 0.26%가 더 제거되었다. 이것은 농약 부착 후 세척하기 전에 비해 각각 87.75%, 76.82%가 제거된 것으로 chlorpyrifos-methyl은 3.71±0.38ppm, fenitrothion은 34.91±1.72ppm의 잔류량을 나타냈다. Kirkwood<sup>15)</sup>는 식물의 cuticle이 매우 복잡한 막구조로 식물체의 공기에 접하는 외표면을 형성하며 농약 분자의 침투를 막는 장벽의 역할을 한다고 보고하였다. 또한 cuticle의 물리·화학적 특성들이 농약의 침투율에 영향을 미치며 활성 성분의 침투는 농약의 용해도에 영향을 받는다고 하였다. 따라서 채소를 장시간 소금물에 침지시킨 경우 조직의 손상으로 외부의 cuticle층이 파괴되면서 식물체 조직에 침투된 농약이 제거되거나 외부의 농약이 침투될 수 있다고 사료된다. 본 실험의 경우 제거율이 증가되어 소금물에 삭히는 과정이 잔류농약의 제거에 효과가 있었으나, 증가된 정도가 극히 작아서 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

<Table 5> Removal rate and remaining contents of residual pesticides in Perilla leaves by washing with neutral detergent

	Initial Stage	After washing with neutral detergent
Chlorpyrifos-methyl	100 (20.35±3)	81.52 (3.76±0.38)
Fenitrothion	100 (150.59±6.43)	76.56 (35.30±3.16)

\* % : removal rate of residual pesticides  
(ppm) : remaining contents of residual pesticides

3. 찌는 과정에 의한 잔류농약 제거 효과

소금물에 삭힌 갯잎을 갯잎장아찌 제조의 최적 찌는 시간인 72초 찌 후의 농약 잔류량을 측정한 결과<Table 6>, 세척 후에 비해 chlorpyrifos-methyl은 7.19%, fenitrothion은 5.37% 더 제거되었으며 이는 중성세제 용액으로 세척한 갯잎에 비해 각각 7.4%, 5.63% 더 제거된 것이다. 즉 세척 이전의 갯잎에 비

<Table 6> Removal rate and remaining contents of residual pesticides in Perilla leaves with process for making *Perilla Jangachi* after washing with neutral detergent

unit : % \* (ppm)

Process for making <i>Perilla Jangachi</i>	Chlorpyrifos-methyl	Fenitrothion
Soaking in 4% sodium solution for 42 hours	81.75(3.71±0.38)	76.82(34.91±1.72)
Steaming for 72seconds after soaking	88.94(2.25±0.46)	82.19(26.82±1.59)
Making <i>Perilla Jangachi</i> with 27% onion contents	89.12(2.21±0.23)	82.76(25.96±2.06)

\* % : removal rate of residual pesticides

(ppm) : remaining contents of residual pesticides

해 chlorpyrifos-methyl은 88.94%가 제거되어 2.25±0.46ppm, fenitrothion은 82.19%가 제거되어 26.82±1.59ppm의 잔류량을 나타냈다. 이는 야채와 과일의 가열 조리도 잔류농약이 유의적으로 감소<sup>16)</sup>하며, 야채의 가열에 의해 잔류농약이 22.8~82.7% 제거되었고 물의 양이 많을수록 효과가 유의적으로 높아졌다는 보고<sup>17)</sup>와 같은 결과였다.

농약의 분해는 온도의 영향을 받게 되는데<sup>18)</sup>, 김등<sup>19)</sup>은 나락의 팽화처리(210±5°C, 1분 가열처리)로 왕겨의 경우 52.4%, 현미의 경우 57.4%의 농약 잔류량 감소가 있다고 보고하였다. 이는 잔류농약의 상당량이 휘발이나 열분해로 인해 감소된 결과로 사료된다. 이<sup>14)</sup>는 채소의 데치기나 삶기에 의한 농약의 제거율이 5~97% 범위로 평균 51%를 나타낸다고 보고하였다. 제거율에 있어서의 이러한 차이는 농약 성분, 식품 종류의 차이 뿐만 아니라 조리 조건 즉 가열 온도 및 시간, 가열 후의 세척 여부 등의 차이로 인한 결과로 보인다.

유기인계 농약은 일광 특히 적외선, 공기, 물, 토양 및 식물체에 의해 복잡한 반응을 거쳐 분해<sup>13)</sup>되는데, 이 등<sup>20)</sup>은 다류의 원료에서 검출된 diazinon, fenitrothion, EPN 및 parathion 등의 유기인계 농약들이 차의 제조 가공 중 건조·가열에 의해 휘발, 분해되어 완제품에서는 잔류농약이 검출되지 않았다고 보고하였다. 또한, Ishikura 등<sup>21)</sup>은 가열 조리 후 찐에 잔존하는 유기인계 농약의 잔류범위가 6~80%(fenchophos, malathion, phorate, ethion의 잔류율은 10% 이하, methyl-parathion, EPN, phosdrin, dimethoate의 잔류율은 40% 이상)이며, 잔류율은 농약의 열안정성과 휘발성 등에 따라 달라진다고 보고하였다.

본 실험 결과 chlorpyrifos-methyl과 fenitrothion이

찌는 과정에 의해 각각 88.94%, 82.19%가 감소되는 것으로 나타났으나 가열 처리 이전의 소금물에 삭히는 과정에서 이미 81.75%, 76.82%가 감소된 것으로 전체적인 제거율은 증가하였으나 증가폭(chlorpyrifos-methyl 7.19%, fenitrothion 5.37%)이 큰 것은 아니었다. 그러나 찌는 과정은 수증기에 의해 단시간에 찜통의 뚜껑을 닫고 행해지므로 처리 방법 차이에 의해 제거 효과가 낮을 수 있다는 것도 고려해야 할 것으로 사료된다.

#### 4. 양념장에 익히는 과정에 의한 잔류농약 제거 효과

갯잎을 최적 조건으로 소금물에 삭힌 다음 72초 찌고, 생 갯잎 무게의 27% 양파를 첨가한 양념장에 익힌 후 잔류농약의 함량을 측정하였다(Table 6). 그 결과, 삭히고 찌 후에 비해 chlorpyrifos-methyl은 0.18%, fenitrothion은 0.57%가 더 제거되었으며 이는 중성세제 용액으로 세척한 갯잎에 비해 각각 7.60%, 6.20%가 더 제거된 것이다. 즉 세척 이전 갯잎에 비해 chlorpyrifos-methyl은 89.12%가 제거되어 2.21±0.23ppm, fenitrothion은 82.76%가 제거되어 25.96±2.06ppm의 잔류량을 나타냈다.

이<sup>14)</sup>는 식품원료의 발효, 착유, 통조림 그리고 신소재 정제 과정으로 잔류농약이 27~100% 제거된다고 보고하였다. 또한 윤<sup>22)</sup>의 통배추김치 숙성 중의 chlorpyrifos 잔류량 변화 실험 결과, 통배추김치를 담근 지 1주 후 36%, 2주 후 57.8%, 3주 후 79.7% 그리고 4주 후 88.4%의 감소를 나타내었다. 이렇게 양념에 절여 발효시키는 과정이 잔류농약이 제거에 크게 효과적이라는 보고들과 달리, 본 실험의 경우 크게 영향을 미치지 않은 것으로 보인다.

그러나, 장아찌의 제조 과정을 통해 그 정도가 크지는 않더라도 제거율이 지속적으로 증가되는 것으로 보아, 깻잎을 세척한 후 장아찌를 제조하는 과정이 잔류농약의 함량을 감소시키는데 도움을 줄 것으로 사료된다.

#### IV. 결론 및 요약

본 연구는 장아찌 중 가장 널리 알려져 있는 깻잎장아찌를 세척한 후 최적 조건으로 제조할 때의 단계별 잔류농약 함량을 측정하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

깻잎에 인위적으로 2종의 유기인계 농약(chlorpyrifos-methyl, fenitrothion)을 부착시킨 후 중성세제 용액으로 세척하여 81.52%, 76.56%의 제거율을 나타냈다. 그리하여, 본 실험에서는 중성세제 용액으로 세척한 깻잎으로 장아찌를 제조할 때의 단계별 잔류농약 제거 효과를 조사하였다.

깻잎장아찌 제조의 최적 전처리 과정으로 4%의 소금물에 42시간 삭혔는데, 중성세제 용액 세척에 비해 chlorpyrifos-methyl은 0.23%, fenitrothion은 0.26%가 더 제거되었다. 최적 전처리 조건으로 삭힌 깻잎을 72초 쥘 결과, 삭힌 깻잎에 비해 7.19%, 5.37% 더 제거되어 중성세제 용액 세척에 비해 각각 7.4%, 5.63%가 더 제거되었다. 그 후, 생깻잎 무게의 27% 양파를 첨가한 간장 양념장에 쥘 깻잎을 넣어 절이는 과정을 통해 전 단계의 찌는 과정에 비해 0.18%, 0.57% 더 제거되었다. 이는 중성세제 용액 세척 단계에 비해 잔류농약이 각각 7.60%, 6.20% 더 제거된 것으로 세척 이전의 농약이 부착된 깻잎에 비해 chlorpyrifos-methyl은 89.12%, fenitrothion은 82.76%가 제거된 결과이다. 심 등<sup>8)</sup>의 세척 횟수에 따른 malathion 제거율 보고와 윤<sup>6)</sup>의 세척 횟수에 따른 fenitrothion 제거에 관한 보고 등에 의하면 세척 횟수가 증가할수록 제거율은 높아졌지만 제거율이 증가된 정도는 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 전체적인 제거율은 지속적으로 증가되는 것으로 보아 세척 횟수를 많이 하고, 시간을 오래할 수록 잔류농약이 더 많이 제거될 것으로 생각된다. 따라서 채소에 잔류할 가능성이 있는 농약 성분을 제거하기 위해서는 제품의 변성이 일어나지

않는 범위에서 중성세제와 충분한 양의 물로 횟수를 많이, 시간을 길게 세척하며 여러 단계의 조리과정을 거치면서 농약을 제거하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

#### ■참고문헌

- 1) Choi, S.Y. Food Contamination. Ulsan University Publishing, 1994.
- 2) Lee, S.R. Research of Food Safety. Ewha Womans University Publishing, 1993.
- 3) Lee, S.R. Food Contamination and Risk Assessment. Korean J. of Environmental Agric. 12: 325, 1993.
- 4) Elkins, E.R. Effect of Commercial Processing on Pesticide Residue on Selected Fruits and Vegetables. J. Assoc. off. Anal. Chem., 72: 533, 1989.
- 5) Lee, M.K., Lee, S.R. Problems in the Dietary Exposure Assessment of Pesticide Residues. Korean J. of Environmental Agric., 12: 255, 1993.
- 6) Yoon, G.S. A Study on the Knowledge and Utilization of Korea Traditional Basic Side Dishes 1 - Jangachies -. Korean J. Dietary Culture, 10: 457, 1995.
- 7) Yun, S.J. Korean Storage · Fermented Food. Shinkwang Publishing Co., 1998.
- 8) 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, 1984.
- 9) 出浦 浩. 野菜に 残留する 農薬の 除去に 關する 研究(第1報). 食衛誌, 13: 63, 1972.
- 10) 出浦 浩. 野菜に 残留する 農薬の 除去に 關する 研究(第2報). 食衛誌, 13: 68, 1972).
- 11) 毛利善一, 田村順一. 果實野菜に 残留する 農薬の 除去に 關する 研究. J. Food Hyg Soc., 17: 413, 1976.
- 12) 毛利善一, 田村順一. 果實野菜に 残留する 農薬の 除去に 關する 研究(その 2). J. Food Hyg Soc., 18: 217, 1977.
- 13) Yamamoto, I. and Fukami, J. Pesticide Design. Soft Science Inc., Tokyo, 1127, 1979.

- 14) Lee, M.K. Computation of Residue Limit of Organophosphorus Pesticides in Functional Foods from Citrus Fruit Peels. *Korean J. of Environmental Agric.*, 18: 349, 1999.
- 15) Kirkwood, R.C. Recent developments in our understanding of the plant cuticle as a barrier to the foliar uptake of pesticides. *Pesticide Science*. 5: 69, 1999.
- 16) Schattenberg, H.J. Effect of Household Preparation on Levels of Pesticide Residues in Produce. *J AOAC International*, 79: 1447, 1996.
- 17) Jegal, S.A., Han, Y.S. and Kim, S.A. Organophosphorus Pesticides Removal Effect in Rice and Korean Cabbages by Washing and Cooking. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 16: 410, 2000.
- 18) Lee, H.K. and Hong, J.U. Degradation and Metabolism of Phorate in Soil. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 26: 97, 1983.
- 19) Kim, J.M., Kim, D.H., Baek, S.H. and Baek, D.S. Pesticide · Environment Chemistry : Comparison of Relative Crystallinities, Saccharification Efficiency and Diazinon Residue of Varietal Puffed Paddy. *Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 37: 487, 1994.
- 20) Lee, C.W., Park, K.S. and Shin, H.S. A Study on Organochlorine and Organophosphorus Pesticide Residues of Korean Commercial Teas. *Kor. J. Food Hygiene and Safety*. 11: 992, 1996.
- 21) Ishikura, S., Onodera, S., Sumiyashiki, S., Kasahara, T., Nakayama, M. and Watanabe, S. Evaporation and thermal decomposition of organophosphorous Pesticides during cooking of rice. *J. Food Hyg Soc. Japan*, 25: 203, 1984.
- 22) Yun, S.J. The Change of Residual Chlorpyrifos during Fermentation of Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol*, 21: 590, 1989.