

## 전라남도에서 유통중인 국내산 및 수입산 곡류 중의 카바메이트계 농약 잔류 실태 연구

김 영 국

전남보건환경연구원 농약분석팀

### A Study on the Carbamate Pesticide Residues in Domestic and Imported Crops in Chonnam Province

Young-Gook Kim

*Dept. of Pesticide Analysis, Chonnam Health & Environment Institute, Kwangju 501-201, Korea*

#### Abstract

10 carbamate pesticides were surveyed in domestic and imported green peas, sesames, beans, red beans from March 1999 through December 1999. Samples were collected from Gwangju, Mokpo, Suncheon and Yosoo grain markets. This study was performed by post-column *o*-phthalaldehyde and 2-mercaptoethanol prior to HPLC fluorophore detection. Pesticides were found in 14 of 80 samples(17.5%). The kinds of pesticide detected in green peas were methomyl, MTMC, carbaryl, those in sesames were oxamyl, carbofuran, carbaryl, 1-naphthol, MIPC, those in beans were oxamyl, MTMC, carbaryl and those in red beans were MTMC, carbaryl. The range of residues detected in green peas, sesames, beans and red beans were 0.002~0.025ppm, 0.001~0.469ppm, 0.005~0.356ppm and 0.017~0.125ppm, respectively. The most frequently detected pesticides were MTMC(6 times) and carbaryl(5 times), while aldicarb, PHC and BPNC were not detected in all samples. Detection frequencies of carbamate pesticides in imported crops were higher than those in domestic ones except red beans. Only one result of oxamyl residues determined in imported bean was higher than the proposed maximum residue limits of Codex, which was 0.356ppm.

Key words : carbamate pesticide, domestic and imported crops, HPLC.

#### 서 론

우루과이 라운드 협상 타결로 인하여 우리나라도 쌀을 비롯한 모든 농산물의 국내시장 개방이 불가피하게 되었으며 전 국민이 국외 농산물을 다량 접촉할 수 있게 되었다. 따라서 국내 농산물뿐 아니라 수입 농산물에 대한 국민보건상의 안전성을 점검할 필요성이 커졌으며 더욱이 장기간의 수송과 저장을 목적으로 여러 가지 농약이나 방사선 처리 등의 우려가 있는 수입농산물의 경우에는 그 필요성이 절실하다. 1993년의 녹두, 참깨, 콩, 팥의 수입량은 각각 4,608톤, 48,417톤, 184,870톤, 13,520톤이었으며 1994년 6월말 현재 이들 4종의 농산물의 수입량은 각각 4,443톤,

30,800톤, 139,000톤, 16,119톤으로 1997년 한 해 동안 우리나라에서 생산된 녹두 3,479톤, 참깨 29,370톤, 콩 160,081톤, 팥 18,774톤에 버금가는 양이다<sup>1,2)</sup>. 결과적으로 가격에서 경쟁력을 가지는 수입 농산물의 소비가 현저히 증가할 것은 자명한 사실이다. 따라서 이들 수입 농산물의 오염실태를 파악하고 이에 대한 합리적이고 실현가능한 대책을 모색하는 것이 현 시점에서 가장 시급한 일이라 하겠다. 미국에서는 식품의약품관리국(Food and Drug Administration; FDA)에서 1960년대부터 식품 중의 잔류농약 모니터링을 시작한 이래 1980년대에는 연평균 12,600개에 이르는 농산물을 검색하였으며, 1988년부터는 만일 수입식품에서 한 개의 불법적 시료가 발견되면 그 이후로는 같은 지

\* Corresponding author : Young-Gook Kim

역에서 생산된 농산물이 같은 조건에서 재배된 것이라고 간주되면 자동 역류할 수 있게끔 기준을 강화하였다<sup>3)</sup>. FDA에 의한 잔류농약 검색 대상국가에는 우리나라도 포함되어 있으며 1987년, 1988, 1989년에 각각 33건, 73건, 77건으로 증가추세에 있다<sup>27)</sup>. 1980년에서 1983년에 걸쳐 FDA에서 319건의 농산물을 검사한 결과 27%에 해당하는 69건의 농산물이 카바메이트계 농약을 함유하였으며 가장 빈번히 검출된 종류는 carbaryl과 methomyl이었고, FDA total diet program인 'market basket' 69개의 시료 중 11개 시료(16%)에서 0.005~0.094ppm 수준의 카바메이트계 농약이 검출되었으며 carbaryl의 검출 횟수가 가장 많았다<sup>15)</sup>. 이에 비해 국내에서의 수입농산물에 대한 잔류농약 모니터링은 1990년에 국립보건원에서 실시하기 시작하여 1991년에 자몽, 바나나 등 7종의 과일을 대상으로 유기인제, 염소제, 카바메이트계, 기타 혼중제에 대한 잔류량이 조사된 바가 있다<sup>4)</sup>. 이들 자료는 우리나라 잔류농약 허용기준의 제정 및 개정에 중요한 자료로 이용되고 있으나 이들 자료만으로는 매우 미흡한 실정이며 우리나라 식생활에 밀접한 관계가 있는 녹두, 참깨, 콩, 팥에 대하여는 수입농산물에서는 물론이고 국내농산물에 대해서도 잔류농약 분석이 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 이들 4종의 농산물을 대상으로 하여 도내생산 농산물과 도내에서 유통되고 있는 수입농산물중의 농약잔류를 조사하였다. 조사대상 농약으로는 잔류독성이 크고 환경오염에 미치는 영향이 큰 유기수은제와 유기염소제 농약<sup>5)</sup> 대신에 사용이 날로 증가하고 있는 카바메이트계 농약을 선택하였다. 카바메이트계 농약은 N-methyl carbamic acid의 ester로서 살충작용이 선택적이고 비교적 작용범위가 넓고 생체흡수시 분해가 빠르므로 인축에 대한 잔류독성은 낮은 편이나<sup>6~8)</sup> methomyl, thiodicarb 등의 일부 카바메이트계 농약은 종양유발능이 있음이 밝혀졌으며<sup>3)</sup> 돌연변이나 태아독작용, 신경독성을 유발한다<sup>8)</sup>. 또한 사용이 늘어감에 따라 토양에의 잔류와 우기시 지표수로의 유입에 따른 식수의 오염이 심각한 문제가 되고 있다<sup>9)</sup>. 이에 따라 국제규제단체에서 카바메이트계의 사용을 제한하고 있으며 수입곡류나 과일에서의 카바메이트계 잔류에 대한 관심이 점차 고조되고 있다. 카바메이트계 농약을 분석하는 방법은 알칼리 가수분해로 형성된 phenol류의 monochloroacetyl 화합물과<sup>10)</sup> 2,4-dinitro phenyl ether 화합물을 가스크로마토그래피로 측정하는 방법<sup>7,11)</sup>, 고속액체크로마토그래피를 이용하는 방법<sup>12,13)</sup>, o-phthalaldehyde (OPA) 유도체로서 형광 검출기로 검출하

는 방법<sup>14~22)</sup> 등이 있다. 이 중 감도와 선택성, 회수율 면에서 가장 우수한 방법으로 인정받고 있는 것이 후컬럼 OPA 유도체와 방법으로 FDA에서도 이 방법을 주로 사용하고 있으며<sup>18)</sup> 이에 solid phase extraction<sup>18,20)</sup>과 reagent pump를 하나로 줄이는 single stage method<sup>17)</sup>를 적용함으로써 전처리를 더욱 간편하게 하고 감도를 높이며 광범위한 검체에 이용할 수 있도록 개선하고자 하는 노력들이 진행되고 있다. 또한 bioimmunoassay의 원리를 도입하여 농약을 분석하는 방법들이 성공적으로 제시되었으며<sup>23,24)</sup> 앞으로 이 방법을 이용한 연구가 더욱 활발하여질 전망이다. 본 연구는 본 실험실에서 분석조건을 최적화한 것으로서 가수분해한 후 OPA 유도체화하여 형광검출하는 방법<sup>25)</sup>을 이용하여 전라남도내에 유통 중인 국내산과 수입 녹두, 참깨, 콩, 팥에 대한 카바메이트계 농약 잔류정도를 조사하고 국내와 국외의 잔류허용기준과 비교 검토함으로써 이들 4종의 농산물과 유사농산물에 대한 합리적인 규제책을 마련하는 데 기초자료로 제공하고 나아가 양질의 농산물 보급에 기여하고자 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사대상 농약

본 연구의 조사대상 농약은 oxamyl, methomyl, aldicarb, MTMC, PHC, carbofuran, carbaryl, 1-naphthol, isoprocarb, BPMC 등 10종의 카바메이트계 농약(Wako, 일본)을 100ppm 수준이 되도록 아세트니트릴에 녹여 냉장 보관하다가 사용 전에 0.5ppm으로 희석하여 사용하였으며 전 표준품의 순도는 99% 이상이었다.

### 2. 시 약

Acetonitrile, dichloromethane, methanol 등 유기용매류(Junsie, 일본)는 모두 잔류농약분석용을 무수황산나트륨과 염화나트륨(Junsei, 일본)은 특급 시약을 사용하였으며 특수시약류는 다음과 같이 제조하였다.

#### 1) OPA 시약

o-phthalaldehyde(Fluka, 스위스) 25mg을 methanol 5ml에 녹인후 0.5M sodium tetraborate solution을 첨가하여 250ml가 되게 하고, 이 액을 감압 여과하여 탈기한 후 2-mercaptoethanol을 0.3ml 첨가하여 차광하여 사용하였다.

**Table 1. Carbamate analysis system components and analytic condition**

Mobile phase delivery system	Model 600 E
Injector	MU 6 K
Detector	M470 programmable fluorescence detector
Column	Carbamate analysis column(3.9×50 mm)
Post Column	Waters PCPs
Mobile phase	35% CH <sub>3</sub> CN in water
Flow rate	0.8ml/min
Analysis column temperature	30°C
Hydrolysis chamber temperature	90°C
Excitation wavelength	330nm
Emission wavelength	465nm
OPA and NaOH line flow rate	0.5ml/min
Injection volume	10 $\mu$ l

## 2) 가수분해용 NaOH용액

1N NaOH용액(약리화학, 일본)을 milli-Q filter를 통과한 2차 증류수(pH 6.5)로 0.05N로 희석하여 사용하였다.

## 3. 검사대상 시료

본 연구에서는 광주, 목포, 순천, 여수 지역의 곡물 도매시장에서 유통되고 있는 국내산 및 수입산 녹두, 참깨, 콩, 팥을 1999년 3월부터 12월에 걸쳐 월 1회 각 1건씩 총 80건을 구입하여 분석시료로 사용하였다.

## 4. 카바메이트 분석시료 전처리 방법

분석시료는 박 등<sup>25)</sup>이 사용하였던 방법과 동일하게 전처리 하였다. 즉 균질화한 시료 50g을 브렌더에 넣고 이에 물 30%를 함유한 acetonitrile 100ml을 넣어 5분간 균질화한 후 celite545를 깔은 흡인여과기로 여

과하였으며, 여액에는 NaCl 10g과 dichloromethane 100ml를 가해 1분간 진탕한 후 acetonitrile 층을 취해 40°C 이하의 수욕상에서 감압 농축하였다. 농축된 잔사를 methanol 5ml에 녹여 시험용액으로 하여 카바메이트 분석기기에 10 $\mu$ l를 주입하였다.

## 5. 카바메이트 분석기기와 분석 조건

본 조사에 사용된 카바메이트 분석시스템은 본 연구원에서 미국 Waters사의 제품들을 조합한 것으로 그 구성과 기기분석 조건은 Table 1과 같다.

## 결과 및 고찰

### 1. 회수율 시험

증류수와 각각의 분석 시료에 10종의 카바메이트제 농약을 0.5ppm 수준으로 첨가하여 회수율을 분석한

**Table 2. Recoveries of 10 carbamate pesticides added to D.W and 4 kind crops**

Pesticide (added ppm)	Recovery(%, n=3)				
	D.W	Green peas	Sesames	Beans	Red beans
Oxamyl(0.53)	96.2±1.0 <sup>1)</sup>	92.5±1.1	90.5±1.9	74.6±4.0	97.2±1.8
Methomyl(0.53)	98.4±7.3	94.5±3.0	87.0±0.6	87.2±0.5	99.4±2.8
Aldicarb(0.82)	77.2±8.3	73.4±5.9	47.0±2.4	35.9±4.2	67.4±7.8
MTMC(0.72)	79.3±2.4	98.7±1.8	95.4±1.1	94.9±4.2	84.5±2.4
PHC(0.53)	95.1±3.3	98.6±1.2	94.9±4.4	86.5±2.6	84.5±2.5
Carbofuran(0.51)	100.7±1.7	95.8±5.0	92.7±2.0	88.5±0.9	93.3±1.0
Carbaryl(0.78)	99.2±0.9	97.4±3.1	98.4±3.3	96.8±0.8	92.4±0.6
1-Naphthol(0.85)	94.6±4.8	92.9±2.4	68.7±1.3	74.0±5.7	96.2±4.5
MIPC(0.61)	83.3±2.5	95.4±2.1	90.3±1.1	92.9±1.3	98.8±5.9
BPMC(0.50)	90.6±1.0	93.1±1.4	87.7±4.0	90.0±2.2	87.7±0.6

<sup>1)</sup>Mean±S.D.

결과는 Table 2와 같다. 각 검체별 회수율은 증류수 77.2~100.7%, 녹두 73.4~98.7%, 참깨 47.0~98.4%, 콩 35.9~96.8%, 팥 67.4~98.8%로 5개 기질의 평균회수율은 88.4%였고 농약별 회수율은 oxamyl 90.2%, methomyl 93.3%, aldicarb 60.2%, MTMC 90.6%, PHC 91.9%, carbofuran 94.2%, carbaryl 96.8%, 1-naphthol 85.3%, MIPC 92.1%, BPMC 89.8%로 aldicarb와 참깨와 콩에서의 1-naphthol을 제외한 모든 항목에서 매우 우수하여 본 시험법에 의한 각 시료의 분석 결과를 신뢰할 수 있음을 보여 주었다. 본 조사에서 사용한 분석방법은 carbamate를 가수분해한 후 OPA와 2-mercaptoethanol을 후컬럼에서 작용시켜 생성된 형광유도체를 형광검출기로 분석하는 방법으로서 이미 여러 연구자들에 의해서 평균 90% 이상의 회수율이 보고된 바 있다<sup>14,15,17~21,25</sup>. 그러나 aldicarb의 회수율은 5개 기질에서 각각 77.2%, 73.4%, 47.0%, 35.9%, 67.4%로 낮은 본 결과와 같이 타연구자들의 실험결과에서도 대체적으로 저조하여 Krause<sup>14</sup>는 포도와 감자에서 79.0%를, Chaput 등<sup>21</sup>은 LC grade water에서 71~78%의 회수율을 보고하였다. Cochrane 등<sup>12</sup>은 감자에서의 aldicarb 분석 실험에서 회수율이 낮은 이유는 aldicarb가 급속한 효소적 산화작용으로 aldicarb sulfoxide와 aldicarb sulfone으로 되기 때문이라고 하였으며 실제로 aldicarb를 첨가하였을 때 44.3%만이 aldicarb으로 검출되고 36.2%가 aldicarb sulfoxide로 8%가 aldicarb sulfone으로 산화되어 검출되는 것을 입증하였다. Chaput 등<sup>21</sup>도 60건의 물 시료에서 parent aldicarb는 검출되지 않고 그 산화대사산물만이 검출되었다고 하였다. Cochrane 등<sup>12</sup>은 감자성분과 접촉하지 않았을 때는 aldicarb의 회수율이 90~95%였다고 하여 생물학적 불안정성을 제안하였으나 본 조사에서는 증류수에서도 77.2%의 낮은 회수율을 보였으며 Chaput 등<sup>21</sup>의 실험에서도 시료가 LC grade water였던 점을 감안할 때 Krause<sup>14</sup>가 그의 실험에서 peracetic acid을 aldicarb를 산화시키는 원인으로 지적하였던 바와 같이 생물학적 요인 이외의 다른 요인이 산화제로 작용하는 것으로 추정되었다.

## 2. 검량한계치 측정

본 조사의 검량 한계치는 Table 1과 같은 조건으로 측정되었으며 각 농약의 검량한계값은 oxamyl 5.3ppb, methomyl 5.3ppb, aldicarb 8.2ppb, MTMC 7.2ppb, PHC 5.3ppb, carbofuran 5.1ppb, MIPC 6.1ppb, BPMC 5.0ppb였다. 이는 현재 고시되어 있는 대부분의 카바메이트계 농약 기준<sup>26</sup>보다 100배 이상 낮은 값으

로 본 조사 목적에 충분하다고 사료되었다.

## 3. 시중유통 국내산 및 수입 녹두, 참깨, 콩, 팥의 카바메이트계 농약 잔류조사

본 연구에서 조사된 시료 80건에 대한 카바메이트계 농약 잔류조사 결과는 Table 3과 같다. 전체시료 80건 중 14건(17.5%)에서 카바메이트계 농약 잔류가 확인되었으며 carbaryl과 MTMC가 자주 검출되어 이와 유사한 결과를 얻었다. 국내에서는 1983년과 1984년에 국립환경연구소에서 현미 등의 농산물에서 MIPC, BPMC, carbaryl 등의 카바메이트계 농약을 조사한 결과 모두 불검출되었으며<sup>5</sup>, 이 등<sup>11</sup>이 1984년에 춘천 근교에서 수집한 농산물에서 carbaryl, BPMC, MIPC를 검사한 결과 오이, 포도, 배추에서 carbaryl이 0.27ppm, 배추에서 MIPC가 0.0059ppm 검출되었다고 하였고 BPMC가 전 시료의 80%에서 평균 0.539ppm 수준으로 검출되어 BPMC는 단 한건도 검출되지 않은 본 조사결과와 상이하였다. 1991년에 국립보건원에서 국내산과 수입산 과채류에서 carbofuran과 carbaryl의 잔류량을 조사한 결과 잔류허용기준을 초과한 경우는 없었으나<sup>4</sup> 이는 모든 과일과 야채류에 관한 것으로 작물에 대해서는 현미밖에는 조사된 바가 없었다. 따라서 본 연구는 국내 식습관상 주식, 부식의 주요 구성요소인 녹두, 참깨, 콩, 팥 중의 카바메이트계 농약 잔류정도를 조사한 결과이므로 잔류농약 허용기준 설정을 위한 기초자료 제공의 의의가 있을 것으로 사료되었다. 본 연구 결과 시료별 검출률은 팥에서 6건(30%)으로 가장 높았으며 참깨 5건(25%), 녹두와 콩 각 3건(각 15%)순으로 나타났다. 카바메이트계 농약 잔류량을 수입산과 국내산 농산물에서 비교한 결과는 Table 4와 같다. 이를 각국의 카바메이트계 농약 잔류허용기준이 명시된 Table 5와 비교하여 검토해 보면 국내산 및 수입산 4종 농산물 시료별로, 녹두에서는 수입산은 검출이 안된 반면 국내산 녹두에서는 methomyl, MTMC, carbaryl 등이 미량 검출되었으며 국내에는 이들에 대한 기준이 고시되어 있지 않다. 참깨는 수입산에서 3건(30%)으로, 국내산 2건(20%)보다 검출률이 높았고 특히 oxamyl은 0.469ppm으로 본 조사 결과에서 가장 높은 잔류량을 보였으며 거의 기준치에 육박하였다. 국내산 참깨에서도 carbaryl이 0.416ppm 검출되었으나 기준이 고시되어 있지 않았다. 콩에서도 수입산의 검출률이 높았으며 특히 수입산 콩 1건에서는 oxamyl이 Codex의 기준치(0.2ppm)보다 많은 0.356ppm수준으로 잔류하고 있었다. 팥은 국내산과 수입산 모두에서 MTMC와 carbaryl

Table 3. Residues of carbamate pesticides in 80 samples

Pesticide/Samples		Green peas	Sesames	Beans	Red Beans
Oxamyl	No. of detection	0	1	1	0
	range(ppm)	-	ND <sup>1)</sup> ~0.469	ND~0.356	-
	tolerance	-	0.5	0.1	-
Methomyl	No. of detection	1	0	0	0
	range(ppm)	ND~0.020	-	-	-
	tolerance	-	-	-	-
Aldicarb	No. of detection	1	0	0	0
	range(ppm)	ND~0.025	-	-	-
	tolerance	-	-	0.1	0.1
MTMC	No. of detection	0	0	1	4
	range(ppm)	-	-	ND~0.036	ND~0.125
	tolerance	-	-	-	-
PHC	No. of detection	0	0	0	0
	range(ppm)	-	-	-	-
	tolerance	-	-	-	-
Carbofuran	No. of detection	0	1	0	0
	range(ppm)	-	ND~0.040	-	-
	tolerance	-	-	0.2	-
Carbaryl	No. of detection	1	0	1	2
	range(ppm)	ND~0.002	ND~0.416	ND~0.005	ND~0.017
	tolerance	-	-	1.0	-
1-Naphthol	No. of detection	0	1	0	0
	range(ppm)	-	ND~0.001	-	-
	tolerance	-	-	-	-
MIPC	No. of detection	0	1	0	0
	range(ppm)	-	ND~0.001	-	-
	tolerance	-	-	-	-
BPMC	No. of detection	0	0	0	0
	range(ppm)	-	-	-	-
	tolerance	-	-	-	-
Total	No. of detection(%)	3(15)	5(25)	3(15)	6(30)
	range(ppm)	ND~0.025	ND~0.0469	ND~0.0356	ND~0.125

<sup>1)</sup> ND : not detected

Table 4. Residues of carbamate pesticides in domestic and imported crops

Products		No. of positive/pesticides resided
Domestic crops	Green peas	3/Methomyl 0.002ppm, MTMC 0.025ppm, Carbaryl 0.002ppm
	Sesames	2/Carbofuran 0.040ppm, Carbaryl 0.416ppm
	Beans	1/MTMC 0.036ppm
	Red beans	1/MTMC 0.125ppm, Carbaryl 0.017ppm
Imported crops	Green pea	0
	Sesames	3/Oxamyl 0.469ppm, 1-Naphthol 0.066ppm, MIPC 0.001ppm
	Beans	2/Oxamyl 0.356ppm, Carbaryl 0.005ppm
	Red beans	3/MTMC 0.016, 0.030, 0.050ppm, Carbaryl 0.011ppm

Table 5. Tolerance of carbamate pesticides in some crops(1998)

Green peas	Korea	Aldicarb(0.1ppm), Ethiofencarb(1.0ppm)
	Japan	Aldicarb(0.1ppm)
Sesames	Korea	Oxamyl(0.5ppm)
	Japan	Oxamyl(0.5ppm)
Soybeans	Korea	Aldicarb(0.02ppm), Carbaryl(1.0ppm), Ethiofencarb(1.0ppm), Thiobencarb(0.2ppm)
	Japan	Oxamyl(0.1ppm), Aldicarb(0.02ppm)
	U.S.A	Oxamyl(0.2ppm), Methomyl(0.2ppm), Aldicarb(0.02ppm), Carbofuran(1.0ppm), Carbaryl(5.0ppm)
	Codex	Aldicarb(1.0ppm), Carbaryl(0.2ppm)
Peas	Korea	Ethiofencarb(1.0ppm)
	U.S.A	Methomyl(5.0ppm)
Kidney beans	Korea	Aldicarb(0.1ppm), Ethiofencarb(1.0ppm)
Beans	Korea	Aldicarb(0.1ppm), Ethiofencarb(1.0ppm)
	Codex	Ethiofencarb(1.0ppm), Oxamyl(0.2ppm)
Other beans	Korea	Carbofuran(0.2ppm), Ethiofencarb(1.0ppm)
Red beans	Korea	Aldicarb(0.1ppm), Ethiofencarb(1.0ppm)
	Japan	Aldicarb(0.1ppm)

이 자주 검출되었고 수입산 팥에서 3건(30%)으로 국내산 팥 1건(10%)보다 검출률이 높았으며 팥에는 이들 농약에 대한 잔류허용 기준이 고시되어 있지 않았다. 농약의 잔류허용기준은 그 나라의 기후, 병충해의 종류, 발생빈도, 식생활의 습관에 따라 기준 설정의 필요성 및 기준량이 달라질 수 있다. 그 예로 미국 환경보호국에서는 식품생산에 사용되는 289개 농약을 조사한 결과 18%에 해당하는 53개 농약 성분이 종양유발능이 있음이 밝혀짐에 따라 1978년부터 가공식품에서 농축현상이 일어나는 종양유발성 농약성분에 대하여는 잔류허용량을 허용하지 않겠다는 정책을 세웠으며<sup>3)</sup> 이에 대하여 우리 나라에서도 가공시 농축이 일어나는 콩기름, 참기름, 된장 등과 같은 식품에 대해서 적용여부를 검토해야 할 것으로 사료된다. 또한 국내의 잔류기준에는 고시되어 있지 않지만 각 시료당 빈번히 검출된 농약에 대해서 잔류기준 설정에 대한 검토가 필요하며 이를 뒷받침 할 수 있는 연구들이 더욱 광범위하게 수행되어야 할 것으로 사료되는 바이다.

## 요 약

본 조사에서는 1999년 3월에서 12월에 걸쳐 전남 도내에서 구입한 국내산 및 수입산 녹두, 참깨, 콩, 팥 등 총 80건에 대하여 10개의 카바메이트계 농약에 대한 잔류 조사를 실시하였다. 조사결과 총 시료의 17.5

%인 14건에서 카바메이트계 농약 잔류가 확인되었으며 녹두에서 methomyl, MTMC, carbaryl이 0.002~0.025ppm, 참깨에서 oxamyl, carbofuran, carbaryl, 1-naphthol, MIPC가 0.001~0.469ppm, 콩에서 oxamyl, MTMC, carbaryl이 0.017~0.125ppm 수준으로 검출되었다. 검출횟수가 잦은 농약은 MTMC와 carbaryl로 각각 6건과 5건이었으며 그밖에 oxamyl이 2건, methomyl, carbofuran, 1-naphthol 및 MIPC가 각각 1건씩 검출되었고 aldicarb, PHC, BPMC는 단 한 건의 시료에서도 검출되지 않았다. 수입산과 국내산의 농약잔류실태를 비교한 결과 녹두를 제외한 나머지 팥, 참깨, 콩에서 수입산의 검출률이 높았으며 전 시료 중 국내의 농약잔류 허용기준을 초과한 시료는 수입산 콩 한 건으로 oxamyl이 Codex기준치(0.2ppm)보다 많은 0.356ppm 검출되었다.

## 참고문헌

1. 농촌진흥청 : '93 농축산물 수출입 동향 (1994).
2. 전라남도 : 시·도 비교통계, p.87~88 (1998).
3. 이서래 : 미국에서의 농약문제와 규제현황, *한국환경농학회지*, 10, 178~196 (1991).
4. 원경풍, 홍무기, 이희덕, 박건상 : 식품중 오염물질에 관한 조사연구, *국립보건원보*, 28, 381~390 (1991).
5. 유희일, 김인기, 김학엽, 전성환, 김재호 : 농작물 중 농약잔류성에 관한 연구(II), *국립환경연구원보*, 28, 17

- 9~189 (1984).
6. 양항승, 이두행, 이승찬 : 신농약, 향문사, p.300~301 (1991).
  7. Miyamoto, J., Takimoto, Y. and Ohnisi, J. : Multiresidue analytical method for N-methylcarbamate insecticides, *J. Pesticides Sci.*, 3, 119~127 (1978).
  8. 유흥일, 이해근, 전성환 : 농약잔류분석방법, 동화기술, p.119~127 (1991).
  9. 이재구, 오경석 : Carbofuran, bentozon 및 TCAB잔류물의 토양 중 용탈, *한국환경농학회지*, 2, 3~8 (1993).
  10. 加藤誠哉 : モノクロアセチル化 たせるかばめと系殺蟲劑の多成分 残留分析法, *フンセカ*, 3, 145~153 (1979).
  11. 이해근, 최용순, 최규열 : 과일 및 야채의 carbamate계 농약의 잔류량, *한국식품위생학회지*, 2, 3~8 (1987).
  12. Cochrane, W. P. and Lanoutte, M. : High pressure liquid chromatographic determination of aldicarb, aldicarb sulfoxide, and aldicarb sulfone in potatoes, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 64, 724~728 (1981).
  13. Wilson, A. M., Bushway, A. A. and Bushway, R. J. : Residue and analysis of isopropyl N-(3-chlorophenyl) carbamate in fruits and vegetables using high performance liquid chromatography, *J. Agri. Food Chem.*, 29, 743~749 (1981).
  14. Krause, R. T. : Liquid chromatographic determination of N-methyl carbamate insecticides and metabolites in crops. I. Collaborative study, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 68, 726~733 (1985).
  15. Krause, R. T. : Liquid chromatographic determination of N-methyl carbamate insecticides and metabolites in crops. II. Analytical characteristics and residue findings, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 68, 734~741 (1985).
  16. Krause, R. T. and Augusti, E. M. : Applicability of a carbamate insecticide multiresidue method for determining additional types of pesticides in fruits and vegetables, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 66, 234~240 (1983).
  17. Simon, V. A., Pearson, K. S. and Taylor, A. : Determination of N-methylcarbamates and N-methylcarbamoloximes in waters by HPLC with the use of fluorescence detection an a single *o*-phthalaldehyde post column reaction, *J. of Chromatography*, 643, 317~320 (1993).
  18. Kok, A. and Iemstra, M. : Low ng/l level determination of N-methyl carbamate pesticides and 12 of their polar metabolites in surface water via off-line solid phase extraction and HPLC with post-column reaction and fluorescence detection, *J. of Chromatography*, 623, 265~276 (1992).
  19. Kenneth, W., Dgelland, L. and Biederman, A. : Direct aqueous injection-liquid chromatography with post-column derivatization for determination of N-methylcarbamates in finished drinking water, *J. Assoc. Anal. Chem.*, 74, 309~317 (1991).
  20. Kok, A., Hiemstra, M. and Vreeker, C. P. : Optimization of post column hydrolysis reaction on solid phase for the routine high performance liquid chromatographic determination of N-methylcarbamate pesticides in food products, *J. of Chromatography*, 507, 459~472 (1990).
  21. Chaput, D. : On-line trace enrichment for determination of aldicarb species in water, using liquid chromatography with post column derivatization, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 69, 985~989 (1986).
  22. Krause, R. T. : Multiresidue method for determining N-methylcarbamate insecticides in crops, using high performance liquid chromatography, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 63, 1114~1122 (1980).
  23. Fleeker, J. : Two enzyme immunoassays to screen for 2,4-dichlorophenoyacetic acid in water, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 70, 874~877 (1987).
  24. Newsome, W. H. and Collins, P. G. : Enzyme-linked immunosorbent assay of benomyl and thiabendazole in some foods, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 70, 1025~1027 (1987).
  25. 박종태, 김영국, 홍석순, 임태곤, 오금순, 김지인, 임현철, 임호진 : 카바메이트계 농약의 동시분석에 관한 연구, *전남보건환경연구원보*, 6, 67~84 (1994).
  26. 식품의약품안전청 : 식품공전, 문영사, 서울, p.37~93 (1999).
  27. Lombardo, P. : The FDA pesticide program: goals and new approaches, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 72, 518~521 (1989).

---

(2000년 4월 15일 접수)