

## 서울 강서지역 유통농산물 중 트리아졸계 농약의 잔류 특성 및 위해성 평가(2011~2015)

강서지소

김지영\* · 황래홍 · 육동현 · 이재규 · 박소현 · 김지혜 · 박정현 · 박주성 · 김무상

### **Survey and Risk Assessment of Residual Characteristics of Triazole Pesticides in Commercial Agricultural Products Collected from Gangseo Area in Seoul(2011~2015)**

*Inspection Branch of Gangseo*

**Ji-young Kim\*, Lae-hong Hwang, Dong-hyun Yuk,  
Jae-kyoo Lee, So-hyun Park, Ji-hae Kim, Jung-hyun Park,  
Ju-sung Park and Mu-sang Kim**

#### **Abstract**

In this study, a total of 14,035 agricultural products collected from Gangseo area, including wholesale markets, in Seoul between 2011 and 2015 were examined for triazole pesticides by using a multi-residue method based on the Korean Food Code. Triazole pesticides are used as plant growth regulators, in addition to fungicides. The results showed that 13 pesticides(diniconazole, etoxazole, fenarimol, fluquinconazole, hexaconazole, metconazole, myclobutanil, paclobutrazol, tebuconazole, tetraconazole, thifluzamide, tricyclazole, and triflumizole) were detected. Pesticides residues were detected in 94 samples(0.7%) and 34 samples exceeded the maximum residue limit(MRL 0.2%). Diniconazole was found most frequently(30 cases), followed by fluquinconazole(23 cases) and paclobutrazol(13 cases). To assess the risk in vegetables, the estimated daily intake of the detected pesticides was compared to the acceptable daily intake(ADI). The range of % ADI was 0.0803~1.7744%.

**Key words :** MRLs, plant growth regulator, triazole pesticides, % ADI

## 서론

우리나라 농약관리법에서 농약은 ‘농작물을 해치는 균, 곤충, 응애, 선충, 바이러스, 잡초, 기타 농림수산물부령으로 정하는 동식물을 방제하는데 사용하는 살균제, 제초제, 기타 농림수산물부령으로 정하는 약제와 농작물의 생리기능을 증진하거나 억제하는데 사용하는 약제를 말한다.’라고 정의하고 있다(1). 농약의 종류는 분류기준에 따라 다양하게 나누어지는데 사용목적에 따라 살충제, 살균제, 제초제, 기타제(성장조절제 포함) 등으로 나뉜다(1). 농약은 인류가 농업을 시작하면서부터 농작물을 병해충으로부터 보호하기 위한 노력의 과정에서 중요한 도구의 하나로서 발달되어 왔다.

트리아졸계 농약은 분자구조 내에 질소원자를 3개 가진 triazole기를 함유하는 화합물(그림 1)로서 채소류, 곡류 등의 수확 전후로 점박이무늬병 및 탄저병 등의 퇴치목적으로 광범위하게 쓰이는 살균제로 등록되고 있는데 그 작용 기작은 lanosterol 14  $\alpha$ -demethylase의 활성을 차단하여 작물의 세포막 성분인 에르고스테롤(ergosterol)의 생합성을 저해함으로써 발생하며, 위와 같은 작용기작으로 트리아졸은 demethylase inhibitors(DMIs)라고도 불린다(2). 이러한 작용은 성장억제의 효과를 나타냄에 따라 각종 채소류 및 화초류의 여름철 육묘시 유품에 살포하여 성장조절제로도 이용되고 있다(3).

식물성장조절제(plant growth regulator)라 함은 식물에 처리했을 때 식물의 성장과 발육을 조절하거나 직접적인 영향을 주는 유기합성물질이다. 또한 식물의 줄기 신장을 억제함으로써 그 외의 작용으로 꽃의 발육에 도움을 주고 엽의 신장보다는 엽육을 두텁게 하여 생육에 불량한 환경을 극복하게 하는데 도움을 주는 효과가 있는 것으로 알려져 있다(4~5). 따라서 농작물에서의 성장조절제의 사용은 쌈채소 재배시 채소가 길게 자라는 걸 막아 도톰하고 단단하며 한입에 들어가는 적당한 크기로 자라게 하고 색깔도 선명하고 보존기간

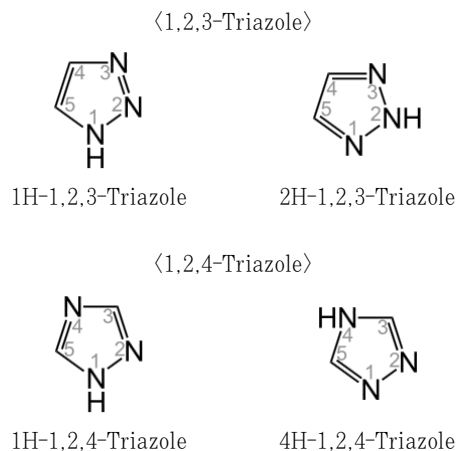


Fig. 1. Structures of triazole compounds.

이 늘어나는 이점이 있다(6). 소비자들의 웰빙에 대한 관심이 고조되면서 피토화합물과 같은 기능성 물질이 풍부하게 함유된 쌈채소의 소비량은 증가추세에 있으며 이러한 농산물 생산 및 수확에 있어 심미적 요소를 위해 사용되는 성장조절제와 같은 농약은 식품 안전을 위협하는 위해요소로 지목되고 있다(7). 트리아졸계 농약은 높은 화학적, 광화학적 안정성을 가진 고분자화합물로 낮은 생분해성과 환경에 쉽게 전이되는 특성이 있어 물과 토양에 잔류할 수 있으며 인간의 위해요소가 되는 내분비계교란물질로 작용할 수 있는 논란의 여지가 있는 성분으로 성장조절제로서의 무분별한 사용은 식품의 위해요소로 작용할 수 있다(8).

이에 본 연구는 서울 강서농산물도매시장과 강서지역 대형 유통매장에 반입된 농산물을 대상으로 트리아졸계 농약의 잔류특성 및 유해성 평가를 통해 시민먹거리 안전성 확보의 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험재료 및 분석농약

2011년부터 2015년까지 강서농산물도매시장 및 강서지역 대형유통매장에서 반입된 농산물 중 엽채류 9,706건, 과채류 1,325건, 엽경채류 1,069건 등 14,035건을 대상으로 동시분석이 가능한 트리

아줄계 농약 22종(표 1)을 대상으로 잔류실태를 조사하였다(표 6).

**Table 1.** Lists of triazole pesticides

No.	Compounds	Detector
1	Diniconazole	GC/ECD
2	Fenarimol	
3	Nuarimol	
4	Thifluzamide	
5	Triflumizole	
6	Uniconazole	
7	Cyproconazole	GC/NPD
8	Difenoconazole	
9	Etoxazol	
10	Fenbuconazole	
11	Flusilazol	
12	Hexaconazole	
13	Metconazole	
14	Myclobutanil	
15	Paclobutrazole	
16	Penconazole	
17	Propiconazole	
18	Tebuconazole	
19	Tetraconazole	
20	Fluquinconazole	LC/DAD
21	Imibenconazole	
22	Tricyclazole	

## 2. 시약 및 분석방법

농약 표준품은 Dr. Ehrenstorfer(Germany), Riedel-De Haen(Germany), Wako(Japan) 등에서 구입한 순도 97~99.5%, 불확도 94.5±5~99.5±5%를 사용하였다. 개별 표준품을 100~300 mg/kg의 농도로 유기용매에 용해시켜 -20℃에서 보관하여 표준물질로 사용하였고 실험에 사용된 acetonitrile과 methanol은 J&T Baker사(Center Valley, USA)의 HPLC grade용매를 사용하였으며, 그 외 전처리에 사용된 n-hexane, acetone, dichloromethane은 Kanto Chemical 사(Tokyo, Japan)의 cica-reagent등급을 사용하였다.

시료는 식품공전 중 잔류농약 분석법의 다중농약다성분 분석법 제2법(4)에 따라 추출 및 정제하여 GC(gas chromatograph) 및 LC(liquid chromatograph)를 이용하여 분석하였다(9).

시료 전처리 clean-up에 사용된 고체상 추출 카트리지(SPE, solid phase extraction)는 Agilent Technology(Santa Clara, USA)의 florisil 및 NH<sub>2</sub>카트리지(1 g/6 mL)를 사용하였다.

유기인계 농약 분석은 GC-NPD(nitrogen-phosphate detector) 6890(Agilent Technology, USA)을 사용하였으며, 유기염소계 농약 분석은 GC-ECD(electron capture detector) 7890B(Agilent Technology, USA)를 사용하였다. 농약 검출의 재확인을 위해 GC-MSD(mass selective detector) 5975C(Agilent Technology, USA) 모델을 사용하였다.

HPLC(high performance liquid chromatograph)-DAD(diode array detector)는 Agilent 1100 Series(Agilent Technology, USA)을 사용하였으며, 농약 검출의 정성분석은 Agilent사의 6130 Quadrupole Mass spectrometer(Agilent Technology, USA)를 이용해 분석하였다. 각 기 분석에 사용된 조건은 표 2~5에 나타났다.

## 결과 및 고찰

### 1. 트리아줄계 농약의 검출현황

2011년부터 2015년까지 서울강서지역에 유통되는 14,035건의 농산물에 대하여 농약잔류실태를 조사한 결과 94건에서 트리아줄계 농약이 검출되어 전체 건수에서 0.7%의 검출율을 보여주었다.

연도별로 살펴보면 2011년 2,576건 중 8건, 2012년 3,111건 중 23건, 2013년 2,790건 중 7건, 2014년에는 2,824건 중 22건, 2015년 2,734건 중 31건에서 트리아줄계 농약이 검출되었음을 확인할 수 있었다(그림 2).

트리아줄계 농약의 검출빈도를 살펴보면 디니코나졸이 30건으로 가장 많았고 플루킨코나졸 23건, 파클로부트라졸 13건이 검출되었으며 그 외 에톡사졸 2건, 페나리몰 3건, 헥사코나졸 7건, 메트코

**Table 2. Analytical conditions of GC-NPD and GC- $\mu$ ECD**

Instrument	Agilent 6890	Agilent 7890B
Detector	Nitrogen-phosphorus detector	$\mu$ Electron capture detector
Column	DB-1701 14% cyanopropyl phenyl methyl(30 m $\times$ 320 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m) HP-5 5% phenyl methyl siloxane(30 m $\times$ 320 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m)	
Oven temp.	100 $^{\circ}$ C (2 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 200 $^{\circ}$ C (3 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 260 $^{\circ}$ C (9 min)	150 $^{\circ}$ C (2 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 240 $^{\circ}$ C (2 min) $\rightarrow$ 15 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 280 $^{\circ}$ C (25 min)
Injection temp.	210 $^{\circ}$ C	230 $^{\circ}$ C
Detector temp.	300 $^{\circ}$ C	320 $^{\circ}$ C
Gas flow	N <sub>2</sub> (1.5 ml/min) Air(60 ml/min) H <sub>2</sub> (1 ml/min)	N <sub>2</sub> (1.5 ml/min)

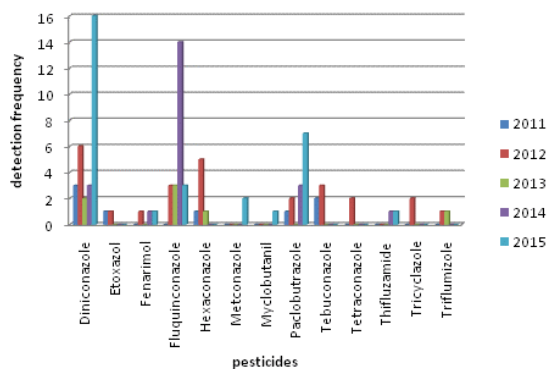
**Table 3. Analytical conditions of GC-MSD**

Specification	GC-MSD	
Instrument	Agilent 6890	
Column	DB-5MS 5% phenyl methyl siloxane(30m $\times$ 250 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m)	
Oven temp.	100 $^{\circ}$ C(2min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 200 $^{\circ}$ C(2min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 260 $^{\circ}$ C(8min)	
Injection temp.	250 $^{\circ}$ C	
Carrier gas	He(splitless, 1.0ml/min)	
Detector	Ionization method	Electron Impact at 70eV
	Ion source temp.	230 $^{\circ}$ C
	Transfer line temp.	280 $^{\circ}$ C
	Scan range	50 $\sim$ 550m/z(2.91scan/sec)

**Table 4. Analytical conditions of HPLC-DAD**

Specification	HPLC-DAD		
Detector	Diode array and multiple wavelength detector		
Column	Zorbax Eclipse XDB-C18(5.0 $\mu$ m, 4.6 $\times$ 150 mm)		
Column oven	40 $^{\circ}$ C		
Wavelength	254 nm		
Flow rate	1.0 ml/min		
Injection vol.	20 $\mu$ l		
Mobile phase	A : Water, B : MeOH		
Gradient program	Time(min)	A(%)	B(%)
	0	70	30
	5	50	50
	10	20	80
	17	5	95
	20	0	100
	22	0	100
	23	40	60
	24	70	30
	25	70	30

나졸 2건, 마이클로부타닐 1건, 테부코나졸 5건, 테트라코나졸 2건, 티플루자마이드 2건, 트리플루미졸 2건 등이 검출되었다.



**Fig. 2.** Detection frequencies of Triazole Pesticides.

## 2. 농산물별 검출현황

강서지역에서 2011년부터 2015년까지 5년간 검사된 농산물은 모두 14,035건으로 채소류가 12,892

건으로 가장 많았고 과일류 369건, 버섯류 268건, 곡류 261건, 서류 99건, 콩류 52건, 향신료 43건, 기타 51건이었다. 채소류 12,892건은 엽채류 9,706건, 과채류 1,325건, 엽경채류 1,069건, 결구엽채류 401건, 근채류 391건이었다. 이 중 트리아졸계 농약이 검출된 농산물은 모두 94건으로 곡류 2건, 채소류 91건, 향신료 1건이었다. 채소류에서는 엽채류가 70건으로 가장 많았고 엽경채류 17건, 과채류 2건, 결구엽채류 1건 그리고 근채류 1건으로 나타났다(표 6).

전체 검출된 농산물 중 엽채류와 엽경채류가 87건으로 92.5%를 차지했으나 검사건수와 비교했을 때에는 검출율이 엽채류 0.7%, 엽경채류 1.7%로 나타났으며 따라서 각 분류간의 검사건수를 균일하게 해야 보다 정확한 분류별 검출현황을 파악할 수 있을 것으로 보인다. 트리아졸계 농약의 잔류허용기준을 초과하여 검출된 농산물은 94건 중 34건으로 검출건수 대비 36.2%의 부적합율을 나타내었고 향신료 1건을 제외한 33건은 모두 채소류였다.

**Table 5.** Analytical conditions of LC-MS

Specification	HPLC-DAD		
Detector	Mass selective detector		
Ionization mode	APCI-Positive mode		
Dryinf gas	6.0 ℓ/min		
Gas temp.	350℃		
CID voltage	70 eV		
Column	Zorbax Eclipse XDB-C18(5.0 μm, 4.6 × 150 mm)		
Column oven	40℃		
Flow rate	1.0 ml/min		
Injection vol.	20 μℓ		
Mobile phase	A : Water, B : MeOH		
Gradient program	Time(min)	A(%)	B(%)
	0	70	30
	5	50	50
	10	20	80
	17	5	95
	20	0	100
	22	0	100
	23	40	60
	24	70	30
	25	70	30

**Table 6.** Data of agricultural products by type and groups

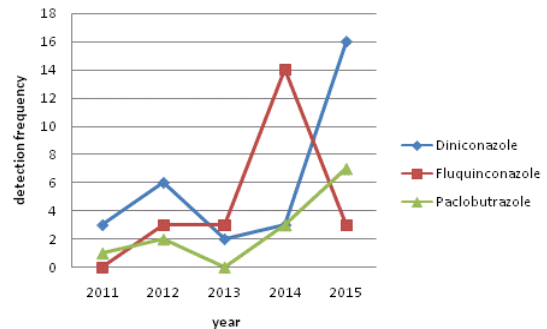
Type	Group	No. of sample	No. of detected samples(%)	No. of over MRL-exceeded samples(%)
Cereal grains		261	2(0.8)	
Potatoes		99		
Beans		52		
Fruits		369		
Vegetables				
	Heading type leaf vegetable	401	1(0.2)	1(0.2)
	Leaf vegetable	9706	70(0.7)	28(0.3)
	Leaf and stem vegetable	1069	17(1.7)	4(0.4)
	Root vegetable	391	1(0.3)	
	Fruit vegetable	1325	2(0.2)	
Mushrooms		268		
Spices		43	1(2.3)	1(2.3)
Others		51		
Total		14035	94(0.7)	34(0.2)

### 3. 주요 농약별 검출현황

본 검사에서 검출된 94건의 트리아졸계 농약 중에서 디니코나졸 30건, 플루킨코나졸 23건, 파클로부트라졸 13건으로 전체 검출건수 대비 70% 이상을 차지하고 있었으며 농약잔류허용기준을 초과한 건수도 전체 34건 중 76.5%인 26건으로 나타났다. 각 농약별로 검출된 농산물을 살펴보면 트리싸이클라졸은 쌀에서 2건, 테트라코나졸의 경우 피망에서 2건 검출되었고 기타 농약은 여러 품목에 걸쳐 검출됨을 확인할 수 있었다(표 7).

검출빈도가 높았던 디니코나졸의 경우 식물체내의 지베렐린의 생합성을 저해하여 세포분열속도를 지연시킴으로서 신장억제의 효과가 있다(9). 검출된 30건을 살펴보면 고수 1건을 제외한 29건의 경우 모두 채소류에서 검출되었으며 검출값은 0.015~6.690 mg/kg으로 그 중 잔류허용기준을 초과한 건수는 16건이었다(표 8). 품목별로 살펴보면 엽갈이 배추 8건, 깻잎 6건, 겨자채 4건, 상추 3건 등의 순으로 나타났다. 연도별로 살펴보면 매년 3건 이상 꾸준히 검출된바 있으며 특히 2015년 16

건으로 최근 사용량이 증가되었음을 확인할 수 있었다(그림 3).



**Fig. 3.** Current status on the main pesticides during 2011~2015.

플루킨코나졸은 퀴나졸린트리아졸계의 침투이행성 살균제로 사과와 감무늬썩음병, 갈색무늬병, 배의 검은별무늬병, 고추와 오이의 흰가루병 등 과실류와 박과채소류, 근채류 등에 폭넓게 사용되는 농약이다(8). 당근에서 1건, 나머지는 22건은 채소류에서 검출되었고 검출값은 0.03~3.81 mg/kg으로

로 그 중 5건은 잔류허용기준을 초과하였다(표 8). 2012년부터 매년 3건씩 꾸준히 검출되었고 특히 2014년에는 14건이 검출되었다(그림 3).

파클로부트라졸은 1986년에 개발되어 미국과 일본, 중국 등 여러 나라에서 식물 성장조정제로 상용화되었으나 우리나라에서는 토양잔류성이 길어 살포된 토양에 다음 작물을 재배할 때 생육이

억제되는 약해가 발생되어 실용화하지 못했던 2008년 쌈채소 재배농가들의 파클로부트라졸 불법 사용실태가 기사화되면서 사회적 파장을 일으켰고 이후 성장조절제로 등록되어 관리되고 있다(10). 농산물 품목별 검출건수를 살펴보면 근대 4건, 겨자채 3건 등 채소류에서 13건이 검출되었으며 검출값은 0.012~5.577 mg/kg, 그 중 5건

**Table 7. Detected triazole-pesticides by product items**

Pesticide	No. of sample detected	Agricultural Products detected	No. of sample over MRL	Agricultural Products detected over MRL
Diniconazole	30	Cabbage(1), Korean Cabbage(8), Korean Lettuce(3), Spinach(3), Perilla Leaves(6), Chard(1), Young Radish(2), Chicory(1), Mustard Leaf(4), Coriander(1)	17	Spinach(2), Korean Cabbage(4), Korean lettuce(3), Sesame leaf(3), Ustrad-leaf(2), Chicory(1), Chard(1), Coriander(1)
Etoxazol	2	Spinach(1), Pepper Leaves(1)	2	Spinach(1), Pepper leaf(1)
Fenarimol	3	Korean Lettuce(1), Perilla Leaves(1), Bi-reum(1)		
Fluquinconazole	23	Korean Cabbage(1), Spinach(1), Perilla Leaves(1), Marsh Mallow(1), Chard(3), Young Radish(2), Chicory(1), Bi-reum(1), Chwinamul(2), Welsh Onion(1), Chieves(6), Green Garlic(2), Carrot(1)	5	Chuinamul(2), Welsh(1), Sesame leaf(1), Chieves(1)
Hexaconazole	7	Spinach(3), Crown Daisy(1), Pumpkin Young Leaves(2), Mustard Leaf(1)		
Metconazole	2	Korean Cabbage(1), Wild Garlic(1)	2	Korean Cabbage-leaf(1), Wild Garlic(1)
Myclobutanil	1	Perilla Leaves(1)	1	Sesame leaf(1)
Paclobutrazole	13	Spinach(2), Chard(4), Chicory(1), Vitamin Leaf(1), Beet Leaf(1), Mustard Leaf(3), Chieves(1)	5	Chard(2), Mustard-leaf(3)
Tebuconazole	5	Crown daisy(1), Pepper Leaves(1), Welsh Onion(2), Celery(1)		
Tetraconazole	2	Sweet Pepper(2)		
Thifluzamide	2	Wild garlic(1), Green Garlic(1)		
Tricyclazole	2	Rice(2)		
Triflumizole	2	Crown Daisy(1), Celery(1)	2	Crown Daisy(1), Celery(1)
Total	94		34	

에서 잔류허용기준을 초과하였다(표 8). 연도별로 살펴보면 매년 1~2건의 검출건수를 보이다가 2015년 7건으로 증가된 수치를 확인할 수 있었다(그림 3).

#### 4. 채소류에서의 위해성 평가

본 연구에서 검출된 트리아졸계 농약 94건 중 91건이 채소류에서 검출되어 한(11)과 최(12)등의 논문을 참고하여 채소류에 대한 위해성 평가를 실시하였다. 인구집단에 대한 해당 농약의 위해 여부를 평가하기 위해서는 식품별로 설정된 잔류농약 허용기준의 타당성과 함께 잔류농약 식이섭취량(Dietary intake of pesticide residue)을 예측하고 이것을 일일섭취허용량과 비교할 필요가 있다(13). 따라서 채소류에서 검출된 농약의 평균 잔류량으로부터 구한 일일섭취추정량(EDI, Estimated Daily Intake)을 일일섭취허용량(ADI, Acceptable Daily Intake)으로 나누어 구한 %ADI로 위해평가를 실시하였다. ADI(mg/55kg/day)는 Lee(14)가 사용한 국민 전체 평균체중 55 kg을 적용하여

식품의 농약 잔류허용기준(15)에 따른 해당 농약의 ADI(mg/kg/day)값에 55 kg을 곱하여 산출하였고, 평균 잔류량의 계산은 검출한계 이하의 시료의 경우 EPA(16)에서 위해성 평가에 사용되고 있는 방법으로 검출한계 이하인 시료수에 검출한계의 절반을 곱한 값을 시료의 평균 잔류량에 합한 후 전체 시료수로 나누어 구하였다. EDI 산출시 채소류의 1일 섭취량은 보건복지부와 질병관리본부에서 실시한 2014 국민건강통계를 참고하여 0.308 kg/person/day를 적용하였다(17).

채소류에서 검출된 농약에 대한 위해평가는 표 9에 나타내었으며, %ADI값은 플루킨코나졸 1.7744, 테트라코나졸 0.7011으로 다른 농약보다 비교적 높게 나타났으나 검출된 12종의 농약의 %ADI 값은 0.0803~1.7744로 이는 한 등의 논문에서 과실류의 104종의 잔류농약 성분에 대한 위해성평가를 실시한 결과 0.0006~1.2210의 수준으로 나타났음(11)과 비교해 볼 때 상대적으로 조금 높았지만 일일섭취추정량이 일일섭취허용량의 2% 이하인 만큼 인체에 미치는 위해도는 안전한 수준인 것으로 평가되었다(표 9).

**Table 8.** Detection of triazole-pesticide residues in agricultural products and their MRLs

Pesticide	No. of sample detected	No. of sample over MRL	Detection range(mg/kg)	MRL(mg/kg)
Diniconazole	30	17	0.015~6.970	0.05~0.3
Etoxazol	2	2	0.973~8.507	0.1
Fenarimol	3	0	0.70~0.487	1.0
Fluquinconazole	23	5	0.03~3.81	0.1~20
Hexaconazole	7	0	0.058~0.815	1.0
Metconazole	2	2	0.29~1.55	0.05~0.1
Myclobutanil	1	1	20	0.5
Paclobutrazole	13	5	0.012~5.577	0.05~5.0
Tebuconazole	5	0	0.169~4.162	2~5.0
Tetraconazole	2	0	0.022~0.091	1
Thifluzamide	2	0	0.09~0.23	0.5
Tricyclazole	2	0	0.172~0.287	0.7
Triflumizole	2	2	8.87~25.03	0.5~2.0
Total	94	34		



**Table 9.** Exposure assessment of residual pesticides in vegetables

Pesticide	No. of detection	Average concentration <sup>a)</sup> (mg/kg)	EDI <sup>b)</sup> (mg/day/person)	ADI <sup>c)</sup> (mg/55kg/day)	%ADI <sup>d)</sup>
Diniconazole	29	0.0069	2.11E-03	1.10	0.1919
Etoxazol	2	0.0057	1.77E-03	2.20	0.0803
Fenarimol	3	0.0051	1.56E-03	0.55	0.2836
Fluquinconazole	23	0.0063	1.95E-03	0.11	1.7744
Hexaconazole	7	0.0053	1.62E-03	0.28	0.5901
Metconazole	2	0.0051	1.58E-03	0.55	0.2879
Myclobutanil	1	0.0066	2.02E-03	1.65	0.1223
Paclobutrazole	13	0.0069	2.12E-03	1.10	0.1923
Tebuconazole	5	0.0056	1.72E-03	1.65	0.1040
Tetraconazole	2	0.0050	1.54E-03	0.22	0.7011
Thiifluzamide	2	0.0050	1.55E-03	0.77	0.2010
Triflumizole	2	0.0076	2.35E-03	2.75	0.0854

a) Average concentration(mg/kg)={ (Number of sample below LOD  $\times$  1/2 LOD) +  $\Sigma$ (detected concentration) } / number of total sample

b) EDI(mg/day/person) = average concentration(mg/kg)  $\times$  daily dose of vegetable(kg/day/person)

c) ADI(mg/55kg/day) = ADI (mg/kg b.w./day)  $\times$  55 kg

d) %ADI = EDI/ADI  $\times$  100

## 결론

2011년부터 2015년까지 강서농산물도매시장과 강서지역 대형 유통매장에 반입된 농산물 14,035건에 대하여 22종의 트리아졸계 농약의 잔류실태를 조사한 결과 94건의 농산물에서 13종의 트리아졸계 농약이 검출되었고 그 중 32건의 농산물에서 잔류허용기준치를 초과한 것으로 나타났다. 검출된 농약은 디니코나졸이 30건, 플루킨코나졸 23건, 파클로부트라졸이 13건의 순으로 나타났으며 2011년부터 2015년까지 매년 꾸준한 검출빈도를 보이고 있음을 확인할 수 있었다. 채소류에서 검출된 트리아졸계 농약에 대한 위해성 평가를 실시한 결과 %ADI 값이 2 이하로 인체에 미치는 위해도는 안전한 수준인 것으로 평가되었다.

본 연구에서 지속적으로 트리아졸계 농약이 검출되고 있음이 확인된 바 트리아졸계 농약에 대한

지속적인 모니터링과 올바른 사용에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 정영호, 김장익, 김정한, 이영득, 임치환, 허장현 : 최신농약학. 시그마프레스(주), p.37~43, 2004.
2. Renáta Konášová, Jana Jaklová Dytrtová, Václav Kašička : Determination of acid dissociation constants of triazole fungicides by pressure assisted capillary electrophoresis. Journal of Chromatography A, 1480:243~249, 2015.
3. 김성은, 이정명 : Triazole계 농약의 生理活性 檢定. 한국원예학회, 14(2):104~105,

- 1996.
4. Seok, YC, Shin, HC, Park, NC, Kim, DH, Park, JC and Huh, MR : Effect of uniconazole treatment at last year on the growth of *Punica granatum* and *Callicarpa Japonica* Thunberg. Korean Society for People, Plant and Environment 10(4):107~111, 2007.
5. Institute inquiry into plant growth regulator in china. <http://www.tech-food.com/news/2011-6-22/n0553635.htm>. Accessed Jan. 2, 2012.
6. 농림식품부 : 농식품 유해물질 편람. 한국농림수산정보센터, p.68~71, 2009.
7. 이명진, 김명길, 정홍래, 윤희정, 김난영, 김한택, 김철영, 이운형, 윤미혜 : 경기도내 유통 건조농산물의 잔류농약 실태. 농약과학회지, 15(3):238~245, 2011.
8. Chun, Wang, Qiu, Wu, Chun, Wu and Zhi, Wang : Application of dispersion-solidification liquid-liquid microextraction for the determination of triazole fungicides in environmental water samples by highperformance liquid chromatography. Journal of Hazardous Materials, 185:71~76, 2011.
9. 식품의약품안전처 : 식품공전 I. p.9-4-2 ~9-4-18, p.9-4-142~9-4-145, 2014.
10. 한국작물보호협회 : 작물보호제 농약지침서. p.366~367, 1149, 1172~1173, 2014.
11. 한국탁 : 대전·충남지역 생산 농산물 중의 농약 잔류실태 및 잔류농약의 위해성 평가. 충남대학교 석사논문, 2004.
12. 최영희, 박성규, 김옥희, 승현정, 한성희, 정희정, 이영주, 김윤희, 유인실, 김유경, 한기영, 채영주 : 양용건조과실류의 잔류농약 실태조사. 서울특별시보건환경연구원보, p.82~92, 2011.
13. Lee, SR and Lee, MG : Estimation of the dietary intake of organophosphorus pesticide by the Korean population in 1988~1990. Korean J. environ. Agric., 12(3):255~263, 1994.
14. 이서래 : 한국인의 평균체중에 관한 자료. 식품과학과 산업, 32(4):65~66, 1999.
15. 식품의약품안전처 : 식품의 잔류농약 허용기준. 2015.
16. EPA : EPA Guidelines for exposure assessment. 1999.
17. 보건복지부, 질병관리본부 : 2014 국민건강통계, 2014.