

## 결구 배추의 부위별 Chlorantraniliprole 및 Ethaboxam의 잔류수준과 배추 겉잎의 수세 및 열처리에 의한 잔류량 감소

김준영 · 이미경\*

안동대학교 자연과학대학 식품생명공학과

## Residue Levels of Chlorantraniliprole and Ethaboxam in Different Parts of a Head-type Korean Cabbage and Reduction of Residues in Outer Leaves by Water Washing and Heat-treatment

Jun-Yeong Kim and Mi-Gyung Lee\*

Dept. of Food Science & Biotechnology, Andong National University

(Received on December 2, 2014. Revised on December 5, 2014. Accepted on December 18, 2014)

**Abstract** This study was conducted to investigate residue levels of chlorantraniliprole and ethaboxam in inner part and outer leaves of a head-type Korean cabbage. Further, reduction of residues was measured after water washing, blanching and heat-cooking of the outer leaves. For chlorantraniliprole, residues in inner part and outer leaves were <0.01 mg/kg and 0.0757 mg/kg, respectively, in case of three-time spraying 30 days before harvest and <0.01 mg/kg and 1.19 mg/kg, respectively, in case of four-time spraying 10 days before harvest; for ethaboxam, <0.05 mg/kg and 0.216 mg/kg, respectively and <0.05 mg/kg and 1.18 mg/kg, respectively. Chlorantraniliprole and ethaboxam were not detected in inner part of the head-type Korean cabbage. Residue levels in outer leaves were very high as 10-100 fold as those in inner part of the cabbage. Therefore, there is no concern for safety of pesticide residues on kimchi prepared with the inner part of a head-type Korean cabbage. In addition, it needs to be noted that outer leaves should be carefully removed at harvest of the cabbage. Outer leaves water washed and blanched are called as *Woogeogi*, which is consumed after heat-cooking. In *Woogeogi*, residue concentrations of two compounds reduced to less than 10%, and further less than 5% by heat-cooking. This indicates that considerable amount of the test pesticide residues in outer leaves of a head-type Korean cabbage removed through water washing, blanching and heat-cooking.

**Key words** Korean cabbage (head-type), chlorantraniliprole, ethaboxam, pesticide, processing factor

### 서 론

배추(학명: *Brassica rapa* L. subsp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt)는 한국인이 가장 많이 섭취하는 주요 채소이다. 배추는 식물학적 형태에 따라 결구(head type)와 비결구(non-head type) 배추로 구분된다. 김치의 원료로 사용되는 것은 결구 배추이고 엇갈이, 열갈이, 소형쌈배추 등으로 부르는 배추는 비결구 배추에 속한다. 배추의 이러한 형태학적 특

성 때문에 살포되는 농약의 잔류수준이 달리 나타나서 국내에서는 2007년부터 결구 배추와 비결구 배추에 대해 농약 잔류허용기준을 다르게 설정하고 있다. 결구 배추는 수확기에 가까워짐에 따라 결구형으로 바뀌기 때문에 농약 살포 시기가 수확기에 가까울수록 살포약제에 대한 배추의 노출 표면적이 작아지고 주로 배추의 겉잎에 약제가 주로 부착될 가능성이 매우 높다. 한편 배추김치 제조시 결구 배추 겉잎의 상당 부분이 제거된 배추 속이 재료로 사용된다. 또한 그 겉잎은 우거지로 만들어져 국과 찌개의 원료로 이용되기도 한다. 그러나 결구 배추의 속과 겉에 대한 농약 잔류 수준을 보고한 연구논문은 찾아보기 힘들다.

\*Corresponding author

Tel: +82-54-820-6011, Fax: +82-54-820-6264

E-mail: leemig@andong.ac.kr

국내에서 배추 중 농약 잔류특성을 연구한 몇 편의 선행 논문이 있지만 대부분이 비결구형인 일같이배추의 생육과정 동안 농약 소실에 관한 연구로 제한된다(Kim 등, 2007; Ko 등, 2008; Lee 등, 2009). 한편 Im 등(2007)은 diazinon 제형에 따른 배추 품종별 농약 잔류특성에 대한 연구결과로서 생 체중이 무거운 재배종(결구성 배추)일수록 초기 부착량이 낮았다고 보고하였다. Ripley 등(2003)은 채소의 품종에 따른 농약의 부착과 소실에 관한 비교 연구 결과 잎이 많은 채소가 결구형의 품종에 비해 농약의 잔류 수준이 더 높았고 이것은 농약이 부착되는 면적 대 질량 비(area-to-mass ratio)와 연관된다고 설명했다.

그 외에 배추의 조리 및 가공에 의한 농약 제거 효과가 여러 논문을 통해 발표된 바 있다. Park 등(2010)에 의한 세척 효과와 수세 및 가열에 의한 농약 제거 효과(Kang 등, 2005; Jegal 등, 2000) 등이 연구되었는데 그 중 Kang 등(2005)은 chlorpyrifos, diazinon, dichlorvos이 배추의 소금 절임 후 세척하면 5-45%가 제거되고, 가열조리까지 하면 71-91%까지 제거되었다고 보고하였다. 한편 Kwon 등(2013)은 배추와 조식이 유사한 상추를 가지고 1분 동안 흐르는 물로 세척한 결과  $\alpha$ -cypermethrin, dimethomorph, imidacloprid가 6.8-63.9%가 제거되었다고 보고하였다. 그러므로 배추 겉잎에 있는 농약의 상당량이 수세 및 가열조리를 거치는 우거지 제조과정에서 제거될 것으로 추측된다.

그러므로 본 연구에서는 chlorantraniliprole과 ethaboxm의 결구 배추 속과 겉잎 중 잔류수준을 비교하고 겉잎의 수세, 데치기 및 가열조리에 의한 농약 잔류량의 변화를 알아 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 배추시료 준비

결구 배추는 노지에서 가을재배 작형으로 재배하였다. 품종은 서울배추였으며 8월 중순에 파종하여 11월에 수확하였다.

살충제 chlorantraniliprole 액상수화제(8%)와 살균제 ethaboxam 액상수화제(15%)를 배추에 각각 살포하였다. 살포횟수는 1회부터 4회까지 달랐으며 안전사용기준에 따라 chlorantraniliprole은 5,000배, ethaboxam은 1,000배 희석하여 배부식 분무기로 살포하였다. 1회 농약 살포량은 chlorantraniliprole 0.032 kg ai/ha와 ethaboxam 0.30 kg ai/ha 이었다. 농약의 살포 간격은 1-2회 살포는 7일 간격, 2-3회 살포는 10일 간격, 3-4회 살포는 20일 간격이었다. 배추의 수확은 4회 살포한 날(11월 4일) 수확하거나 또는 10일 후(11월 10일) 수확하였다.

실험군 당 10-12개의 배추를 수확하였으며 묻은 흙은 가볍게 털어내었고 1-2장의 변질된 겉잎은 제거하였다. 수확

한 배추는 세로로 8조각 절단한 다음 배추 포기 당 1조각씩 10-12조각을 채취하여  $-18^{\circ}\text{C}$  이하에서 냉동보관하였다.

배추 속과 겉잎에 대한 잔류분석을 위해 3회 농약살포 후 30일이 경과한 배추와 4회 살포 후 10일이 경과한 배추를 각각 13포기 씩 더 수확하였다. 수확한 날에 배추 포기바깥 4장의 잎을 분리하여 총 52장의 배추 겉잎을 취하고 이 중 4장은 겉잎에 대한 잔류 분석용으로 사용하기 위해 냉동보관하였고 나머지는 하루 동안 냉장 보관 후 수세, 데치기 및 가열조리에 사용하였다. 배추 속의 무게는 평균 3 kg이었고 겉잎 4장의 무게는 평균 245 g이었다. 배추 속은 세로로 8조각으로 절단한 후 포기 당 1조각씩 10-12조각을 냉동보관하였다.

### 배추 겉잎의 수세, 데치기 및 가열조리

우거지 판매 업소 8곳을 대상으로 우거지 원료의 수급 상황을 조사한 결과 직접재배하거나 농민에게서 구입 또는 김치공장으로부터 수급하는 것으로 나타났다. 그리고 이들 모두가 우거지 원료로 배추의 겉잎을 사용하고 있었다.

우거지란 원래 배추의 겉잎과 같이 푸성귀를 다듬을 때 골라낸 건대를 뜻하나 최근에는 소비자가 이용하기 좋도록 수세, 데치기와 같은 간단한 처리 후 시판된다. 배추의 겉잎을 수세한 후 3분 정도 데치기하고 냉수로 간단히 세척한 다음 물기를 제거하거나 더 나아가 건조하여 상품화하고 있다. 본 연구에서는 이러한 시판 우거지 제조 방법과 유사한 방식으로 배추 겉잎을 수세, 데치기하였다. 한편 이러한 우거지를 국거리로 사용할 경우를 고려하여 데치기 한 우거지를 가열조리 하였다. 배추 겉잎의 수세, 데치기 및 가열조리는 각각 2반복으로 실험하였으며 농약을 4회 살포하고 약제 살포 10일 후 배추 겉잎 시료를 실험재료로 사용하였다.

수세는 배추 겉잎 472 g을 물 8 L에 넣고 2분 동안 손으로 흔들며 수세하였다. 체에 옮겨 물기를 제거한 후 (511 g) 세절하여 냉동보관 하였다. 데치기는 겉잎 509 g을 앞에서 기술한 바와 같이 수세한 후 물 4 L가 담긴 용기에 넣고 용기의 뚜껑을 닫지 않는 상태로 3분 동안 강한 불에서 가열하였다. 체를 이용하여 물기를 제거하고 냉수에 5분 동안 손으로 가볍게 흔들어 세척한 다음 체로 물기를 제거한 후(312 g) 세절하여 냉동보관 하였다. 가열조리는 겉잎 500 g을 수세와 데치기한 후 체로 물기를 제거하고 끓는 물 2 L에 넣은 후 용기의 뚜껑을 덮고 강한 불로 10분, 중불로 10분, 약한 불로 10분 동안 연이어 가열하였다. 체를 이용하여 물기를 제거한 후(215 g) 세절하여 냉동보관 하였다.

### 농약 분석방법

실험 농약성분으로 chlorantraniliprole 표준품(99.0%)과 ethaboxam 표준품(99.9%)을 사용하였다. 추출 및 정제에 사용된 유기용매(Junsei, Japan)와 HPLC 기기분석용 acetonitrile

(JT Baker, 미국)은 모두 잔류분석용 이었다. 정제과정에서는 Florisil 카트리지(6 mL, 1 g, Waters)를 사용하였고 분석성분의 정량에는 가스크로마토그래프(HP 6890 plus, 미국)와 액체크로마토그래프(Shimadzu, 일본)를 사용되었다.

Chlorantraniliprole의 분석을 위해 시료 20 g에 acetonitrile 100 mL를 가한 후 6,000 rpm에서 3분간 균질화 한 후 여과하였다. 여과액은 감압회전농축기(Bchi, Switzerland)로 농축한 후 포화식염수 50 mL와 증류수 50 mL를 가하고 dichloromethane 100 mL로 2회 분액추출 한 후 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20 g으로 탈수여과 하였다. 추출액은 감압회전농축기로 농축한 다음 질소가스로 건조하고 *n*-hexane:ethyl acetate (90:10, v/v) 5 mL에 용해하였다. Florisil 카트리지는 *n*-hexane 10 mL를 흘려주어 활성화 시킨 다음 시료를 가하고 *n*-hexane:ethyl acetate (90:10, v/v) 20 mL를 흘려버린 후 *n*-hexane:ethyl acetate (70:30, v/v) 20 mL로 용출하여 받았다. 용출액은 질소 가스로 건조 후 acetonitrile에 용해하여 용량을 4 mL로 맞춘 후 HPLC로 분석하였다. UV 254 nm에서 칼럼 ZORBAX 300 SB-C18 (4.6×150 mm, 5 m), acetonitrile/water (65/35, v/v)의 이동상(1.0 mL/min), 칼럼온도 40°C, 시료 주입량 20 L의 조건에서 chlorantraniliprole의 머무름 시간은 4.4분이었다.

Ethaboxam의 경우는 배추시료 20 g에 acetone 100 mL를 가한 후 6,000 rpm에서 3분간 균질화 한 후 여과하였다. 여과액은 감압회전농축기로 농축한 후 포화식염수 50 mL와 증류수 50 mL를 가하고 dichloromethane 100 mL와 50 mL로 분액추출 한 후 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20 g으로 탈수여과 하였다. 추출액은 감압회전농축기에서 농축한 다음 질소 가스로 건조하였다. Florisil 카트리지에 dichloromethane 5 mL를 흘려준 다음 시료를 가하고 dichloromethane:methanol (95:5, v/v) 8 mL로 용출하여 받았다. 용출액은 질소 가스로 건조한 후 acetone에 용해하여 2 mL로 용량을 맞춘 후 GC-NPD로 분석하였다. NPD 검출기 온도 300°C, 운반 질소가스의 유속 1.2 mL/min, 시료 주입구 온도 260°C, 시료 주입량 1 L (split, 3:1) 조건에서 분석하였으며 오븐온도는 180°C에서 2 분 유지하고 분 당 10°C씩 상승해서 280°C에서 8분동안 유지하였다. Ethaboxam의 머무름 시간은 13.8분이었다.

분석성분의 회수율실험은 배추 시료에 표준 용액을 첨가하여 0.1 mg/kg과 0.5 mg/kg이 되도록 한 다음 앞에서 기술한 분석방법과 동일하게 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 회수율 결과 및 정량한계

Chlorantraniliprole이 배추에 0.1 mg/kg 및 0.5 mg/kg 수준으로 첨가되었을 때 5반복 실험에서 회수율은 각각 79.4%와 90.5%이었으며 상대표준편차는 각각 10%와 3.1%이었다.

Ethaboxam은 0.1 mg/kg 수준의 3반복 실험에서 81.8%(상대표준편차, 1.1%) 그리고 0.5 mg/kg 수준의 3반복 실험에서 79.7%(상대표준편차, 1.8%)로 나타났다. 이러한 회수율 결과는 일반적으로 권장되는 회수율 70-120%와 상대표준편차 20% 이내에 부합하였다. 한편 배추 시료에 대한 chlorantraniliprole의 LOQ는 0.01 mg/kg, ethaboxam의 LOQ는 0.05 mg/kg 이었다.

### 배추 중 농약 잔류농도

Chlorantraniliprole은 수확전 37일에 1회 살포한 경우 수확한 배추 중 잔류 수준은 정량한계 미만(<0.01 mg/kg) 이었다 (Table 1). 살포횟수가 증가함에 따라 chlorantraniliprole의 잔류수준도 증가하였으며 4회 살포 직후 수확한 배추 중 잔류농도는 0.11 mg/kg, 살포 후 10일에 수확한 배추에서는 0.027 mg/kg 수준으로 10일 동안 잔류수준이 약 4배 정도 감소하였다.

현재 chlorantraniliprole은 액상수화제 8%와 9.26% 그리고 입상수화제 3%와 5%에 대해 최대 2-3회 살포횟수와 수확 전 7-14일에서 배추에 살포하도록 안전사용기준이 정해져 있으며 잔류허용기준은 결구배추에 대해 1.0 mg/kg 이

**Table 1.** Residue concentration of chlorantraniliprole and ethaboxam in Korean cabbage at different application conditions

Compound	Application		Residue concentration, mg/kg mean ± SD, n=3
	No. <sup>a)</sup>	Before harvest (day)	
Chlorantraniliprole	1	37 <sup>b)</sup>	<0.01 <sup>d)</sup>
	2	37-30 <sup>b)</sup>	0.013 ± 0.002
	3	37-30-20 <sup>b)</sup>	0.020 ± 0.003
	4	37-30-20-0 <sup>b)</sup>	0.11 ± 0.003
	1	47 <sup>c)</sup>	<0.01
	2	47-40 <sup>c)</sup>	0.016 ± 0.002
	3	47-40-30 <sup>c)</sup>	0.015 ± 0.002
	4	47-40-30-10 <sup>c)</sup>	0.027 ± 0.002
Ethaboxam	1	37 <sup>b)</sup>	<0.05 <sup>d)</sup>
	2	37-30 <sup>b)</sup>	0.063 ± 0.011
	3	37-30-20 <sup>b)</sup>	0.098 ± 0.006
	4	37-30-20-0 <sup>b)</sup>	0.60 ± 0.046
	1	47 <sup>c)</sup>	<0.05
	2	47-40 <sup>c)</sup>	<0.05
	3	47-40-30 <sup>c)</sup>	0.057 ± 0.012
	4	47-40-30-10 <sup>c)</sup>	0.086 ± 0.006

<sup>a)</sup>Application date: 1st, Sep. 28; 2nd, Oct. 5; 3rd, Oct. 15; 4th, Nov. 4

<sup>b)</sup>Harvested on Nov. 4

<sup>c)</sup>Harvested on Nov. 14

<sup>d)</sup>LOQ

다. 본 실험에서 액상수화제(8%)를 4회 살포한 후 0일에서 chlorantraniliprole의 농도는 0.11 mg/kg이었고 이것은 잔류 허용기준에 비해 거의 10배 낮은 수준이었다. 이러한 차이는 살포 약량(kg ai/ha) 등 포장잔류실험에서의 다양한 변이 요인들에 의해 나타난 결과이지만 결구 배추의 경우 약제 살포 때 배추의 결구 정도도 잔류수준에 큰 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 결구의 정도가 클수록 살포하는 약제에 대한 노출면적 대 무게 비가 낮아지기 때문이다.

Ethaboxam도 수확 전 37일에 1회 살포한 경우 배추 중 잔류수준은 정량한계 미만(<0.05 mg/kg)이었다. 살포횟수가 증가함에 따라 잔류수준도 증가하였고 4회 살포 직후 0.60 mg/kg, 살포 후 10일에 0.086 mg/kg으로 10일 동안 잔류수준이 약 7배 감소하였다. Ethaboxam은 액상수화제 20%와 수화제 10%에 대해 수확 전 3일 또는 7일에 3회 살포로 정해진 안전사용기준에서 결구배추에 대해 0.7 mg/kg의 잔류 허용기준이 설정되어 있다. 본 실험에서 4회 살포의 잔류수준 0.60 mg/kg과 잔류허용기준치가 거의 근접해 있었다.

4회 농약 살포 후 10일 동안 chlorantraniliprole은 4배, ethaboxam은 10배 만큼 잔류수준이 감소했는데 4회째 농약 살포 후 다음 날 12.5 mm 그리고 이틀째에 7.5 mm의 강우가 있었으므로 배추 표면에 부착된 일부 농약이 강우에 의해 소실되었을 것으로 생각된다. 또한 10일 동안 배추 무게의 증가가 잔류수준에 영향을 미쳤을 것으로 보인다. Im 등(2009)의 보고에 따르면 본 실험과 동일한 배추품종으로 6월에 시설재배한 배추가 수확기 4일 동안 약 60%의 증체율을 나타냈다고 한다.

**배추 속과 겉잎 부위의 농약 잔류**

3회 살포(수확 전 20일) 및 4회 살포(수확 전 10일)한 배추에서 배추 속과 겉잎에서의 농약 잔류수준을 비교하였다.

Chlorantraniliprole은 3회 살포(수확 전 30일)한 배추 속과 겉잎에서 각각 <0.01 mg/kg, 0.076 mg/kg으로, 4회 살포(PHI 10일)한 배추 속과 겉잎에서는 각각 <0.01 mg/kg, 1.2 mg/kg 수준으로 잔류하였다. Ethaboxam은 3회 살포(수확 전 30일)한 배추 속과 겉잎에서 각각 <0.05 mg/kg, 0.22 mg/kg으로, 4회 살포(수확 전 10일)한 배추 속과 겉잎에서 각각 <0.05 mg/kg, 1.2 mg/kg 수준으로 잔류하였다.

Chlorantraniliprole의 경우 3회 살포(수확 전 20일)와 4회 살포(수확 전 10일)에서 겉잎은 배추 속에 비해 잔류 비율이 각각 8배와 119배 높았으며 ethaboxam의 경우 각각 4배와 24배 높았다. 배추 속의 잔류 값이 정량한계 수준이었으므로 이 점을 감안하면 농약 두 성분 모두 유사한 비율로 배추 속과 겉잎에 분포한 것으로 나타났다. 대략적으로 결구 배추의 겉잎은 배추 속에 비해 농약 잔류수준이 약 10-100배까지 높을 것으로 판단된다. 살포횟수가 많고 수확 전 농약살포일이 짧은 즉 잔류량이 많은 경우 배추 겉잎에서의

**Table 2.** Residue distribution of chlorantraniliprole and ethaboxam in inner part and outer leaves of Korean cabbage

Compound	Application		Residue concentration, mg/kg mean±SD, n=3	
	Before No. harvest (day)	Analysed portion		
Chlorantraniliprole	3	30	Whole cabbage	0.015±0.001
			Inner leaves	<0.01
			Outer leaves	0.076±0.003
	4	10	Whole cabbage	0.027±0.001
			Inner leaves	<0.01
			Outer leaves	1.2±0.007
Ethaboxam	3	30	Whole cabbage	0.057±0.012
			Inner leaves	<0.05
			Outer leaves	0.22±0.026
	4	10	Whole cabbage	0.086±0.006
			Inner leaves	<0.05
			Outer leaves	1.2±0.19

잔류농도 비율이 높았는데 이것은 배추의 결구성 때문에 살포 약제가 배추 속으로 유입되지 못하고 주로 배추 겉잎에 부착되었기 때문으로 생각된다. 한편 살포 후 시간이 경과할수록 배추 속이 더 채워지는 방식으로 배추가 증체하기도 하지만 배추 겉잎도 성장하고 겉잎에 부착된 농약의 소실정도도 많아지게 되는 복잡한 요인이 작용하게 될 것으로 추측된다.

농약 잔류실험을 수행할 때 배추 수확 시 변색된 잎은 제거할 수 있다는 지침이 있다. 본 실험결과에 따르면 결구 배추의 수확 시 겉잎을 어느 정도 제거하느냐에 따라 농약 잔류수준이 크게 영향을 받게 되므로 변색된 겉잎을 1개 보다 더 많이 제거하지 않도록 하는 주의사항이 시료채취 지침에 명시될 필요가 있는 것으로 사료된다.

**배추 겉잎의 수세, 데치기 및 가열처리 효과**

배추 겉잎은 우거지로 섭취되므로 우거지로 제조하는 절차인 수세와 데치기, 그리고 우거지는 가열처리하여 국의 형태로 섭취하게 되므로 수세, 데치기 및 가열처리를 거치는 동안 농약 잔류량의 감소되는 정도를 알아보았다. 실제로 수세, 데치기 그리고 가열처리까지 거친 배추 겉잎을 섭취하므로 이 실험에서도 수세한 겉잎을 데치기하고 수세 후 데치기 한 겉잎을 가열처리 하였다.

실험 결과 chlorantraniliprole의 경우 배추 겉잎에 1.2 mg/kg 수준으로 잔류할 때 수세, 수세+데치기, 수세+데치기+가열처리를 하면 잔류수준이 0.19 mg/kg, 0.024 mg/kg, <0.01 mg/kg으로 감소하였다(Table 3, Fig. 1). Ethaboxam은 1.2 mg/kg 수준으로 잔류하는 배추 겉잎을 수세, 수세+데치기,

**Table 3.** Residue concentration of chlorantraniliprole and ethaboxam in outer leaves of Korean cabbage after washing, blanching and heat-cooking

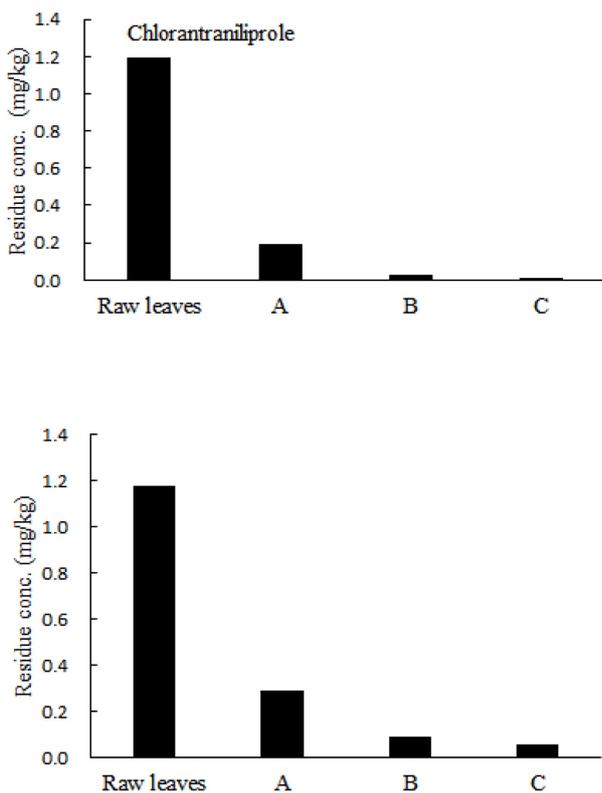
Compound	Treatment <sup>1)</sup>	Residue concentration (mg/kg)		Mean ±SD, n=4	Pf <sup>4)</sup>
		Replicate 1 <sup>2)</sup>	Replicate 2 <sup>2)</sup>		
Chlorantraniliprole	Outer leaves of Korean cabbage		1.2±0.007 <sup>3)</sup>		
	Washing	0.16, 0.16	0.21, 0.24	0.19±0.007	0.16
	Blanching	0.027, 0.032	0.017, 0.020	0.024±0.037	0.020
	Heat-cooking	<0.01, <0.01	<0.01, <0.01	<0.01	<0.01
Ethaboxam	Outer leaves of Korean cabbage		1.2±0.19 <sup>3)</sup>		
	Washing	0.41, 0.37	0.20, 0.19	0.29±0.11	0.25
	Blanching	0.082, 0.088	0.095, 0.076	0.085±0.008	0.072
	Heat-cooking	<0.05, <0.05	<0.05, 0.061	0.053±0.005	0.045

<sup>1)</sup>Blanching was conducted with washed cabbage leaves; heat-cooking was conducted with cabbage leaves blanched after being washed.

<sup>2)</sup>Replication in treatment. Analysis was conducted in duplicate per treatment.

<sup>3)</sup>Residue concentration in outer leaves of raw cabbage taken at four applications and a PHI of 10 days

<sup>4)</sup>Pf (processing factor) is the residue level in the processed product divided by the residue level in the raw agricultural commodity (raw leaves).



**Fig. 1.** Reduction effect of chlorantraniliprole and ethaboxam by washing, blanching and heat-cooking of outer leaves of Korean cabbage.

A: Washed leaves; B: Washed+Blanched leaves; C: Washed+Blanched+Heat-cooked leaves

수세+데치기+가열처리 하면 0.29 mg/kg, 0.085 mg/kg, 0.053 mg/kg으로 잔류수준이 감소하였다. Chlorantraniliprole 및 ethaboxam의 옥타놀-물 분배계수가 log Kow로서 각각 2.76,

2.89이어서 수용성의 성질이 크기 때문에 물을 사용하는 이러한 처리과정 중에 많은 양의 잔류물이 제거될 수 있었던 것으로 생각된다. Log Kow와 농약성분의 용출과의 연관성은 이미 여러 선행연구들에서 보고된 바 있다(Nagayama, 1996; Lee 등, 2003).

가공계수(processing factor, Pf)란 농산물 원료에 있는 농약 잔류수준(mg/kg)에 대한 가공식품에 있는 농약 잔류수준(mg/kg)을 뜻한다. 배추 겉잎에 잔류하는 chlorantraniliprole은 수세에 의해 Pf 0.16, 수세+데치기에 의해 Pf 0.02, 수세+데치기+가열처리에 의해 Pf <0.01로 나타났다. Ethaboxam의 경우는 수세에 의해 Pf 0.25, 수세+데치기에 의한 pf 0.072, 수세+데치기+가열처리에 의해 pf 0.045로 나타났다. 실험한 농약성분은 배추 겉잎으로 만들어지는 우거지에는 겉잎 잔류수준의 10% 미만 그리고 가열처리까지 하게 되면 겉잎 잔류수준의 5% 미만으로 농약 잔류수준이 감소하였다.

이상의 실험 결과로부터 chlorantraniliprole과 ethaboxm 성분은 결국 배추 재배시 수확전 40-50일 전에 1-2회 살포한 약제가 수확한 배추의 잔류수준에 거의 영향을 미치지 못할 것으로 생각된다. 이들 두 성분이 배추 속에서는 검출되지 않고 배추 겉잎에 10-100배 높은 비율로 잔류하였으므로 배추 속을 재료로 하는 배추김치는 다른 잎채소(leafy vegetable)에 비해 잔류농약에 대한 안전성이 거의 문제되지 않을 것으로 판단한다. 또한 결국 배추에 대한 농약 잔류실험에서는 배추 시료 수확시 겉잎의 제거정도에 대해 주의해야 될 것으로 생각된다. 한편 chlorantraniliprole과 ethaboxm은 수세 후 데치기시 배추 겉잎 중 잔류농도의 10% 미만으로, 가열처리까지 하게 되면 5% 미만으로 낮아졌다. 수세 및 데치기와 같은 우거지 제조과정에서 이들 성분의 상당량의 제거되는 것을 알 수 있었다.

**Literature cited**

Lim, J. H. (2009) Residual differences of diazinon formulations in Chinese cabbage varieties. Thesis, Chonbuk National University, Korea.

Jegal, S. A., Y. S. Han, S. A. Kim (2000) Organophosphorus pesticides removal effect in rice and Korean cabbages by washing and cooking. Korean J. Soc. Food Sci. 16(5): 410-415.

Kang, S. M. and M. G. Lee (2005) Fate of some pesticides during brining and cooking of Chinese cabbage and spinach. Food Sci. Biotechnol. 14(1): 77-81.

Kim, D. K., J. K. Kim, E. Y. Lee, I. Y. Park, H. H. Noh, Y. S. Park, T. H. Kim, C. W. Jin, K. I. Kim, S. S. Yun., S. K. Oh and K. S. Kyung (2007) Residual characteristics of some pyrethroid insecticides in Korean cabbage. Kor. J. Pestic. Sci. 11(3): 154-163.

Ko, K. Y., S. H. Kim, Y. H. Jang and K. S. Lee (2008) Residual pattern of chlorothalonil, indoxacarb, lufenuron, metalaxyl and methomyl during the cultivation periods in Chinese cabbage. Kor. J. Pestic. Sci. 12(1): 34-42.

Kwon, H., T. K. Kim, S. M. Hong, C. Kim, M. Baeck, D. Kim and K. A. Son (2013) Removal of pesticide residues in field-sprayed leafy vegetables by different washing method. Kor. J. Pestic. Sci. 17(4): 237-243.

Lee, E. Y., H. H. Noh, Y. S. Park, K. W. Kang, J. K. Kim, Y. D. Jin, S. S. Yun, C. W. Jin, S. K. Han and K. S. Kyung (2009) Residual characteristics of etofenprox and methoxyfenozide in Chinese cabbage. Kor. J. Pestic. Sci. 13(1): 13-20.

Lee, M. G. (2003) Leaching of pesticide residues during juicing of kale crop. Food Sci. Biotechnol. 12(6): 603-606.

Nagayama, T.(1996) Behavior of residual organophosphorus pesticides in food stuffs during leaching or cooking. J. Agric. Food. Chem. 44(8): 2388-2393.

Park, M. R. (2010) A study on removal efficiency of residual pesticides in vegetables (agricultural products) by washing methods. Thesis, Kyungwon University, Korea.

Ripley, B. D., G. M. Ritcey, C. R. Harris, M. A. Denomme and L. I. Lissemore (2003) Comparative persistence of pesticides on selected cultivars of specialty vegetables. J. Agric. Food Chem. 51: 1328-1335.

● ..... ●

**결구 배추의 부위별 Chlorantraniliprole 및 Ethaboxam의 잔류수준과 배추 겉잎의 수세 및 열처리에 의한 잔류량 감소**

김준영 · 이미경\*

안동대학교 자연과학대학 식품생명공학과

**요 약** 본 연구는 chlorantraniliprole과 ethaboxam 성분에 대해 결구 배추 속과 겉잎 중 잔류수준을 비교하고 겉잎의 수세, 데치기 및 가열조리에 의한 농약 잔류량의 변화를 알아보기 위해 수행하였다. Chlorantraniliprole은 3회 살포(수확 전 30일)한 배추 속과 겉잎(포기의 바깥 4장)에서 각각 <0.01 mg/kg, 0.076 mg/kg으로, 4회 살포(수확 전 10일)한 배추 속과 겉잎에서 각각 <0.01 mg/kg, 1.2 mg/kg 수준으로 잔류하였다. Ethaboxam은 3회 살포(수확 전 30일)한 배추 속과 겉잎에서 각각 <0.05 mg/kg, 0.22 mg/kg으로, 4회 살포(수확 전 10일)한 배추 속과 겉잎에서 각각 <0.05 mg/kg, 1.2 mg/kg 수준으로 잔류하였다. 실험한 두 성분은 배추 속에서는 검출되지 않지만 겉잎에 10-100배 높은 수준으로 잔류하는 것으로 나타났다. 그러므로 배추 속을 재료로 하는 배추김치는 농약에 대한 안전성에 대해 우려할 필요가 없을 것으로 판단된다. 또한 농약 잔류실험에서 배추 시료 수확시 겉잎의 제거정도에 대해 주의해야 될 것으로 생각된다. 한편 우거지에서는 두 성분의 잔류농도가 배추 겉잎의 10% 미만으로, 가열처리까지 하게 되면 5% 미만으로 낮아져 수세 및 데치기와 같은 우거지 제조과정에서 상당량의 농약이 제거되는 것을 알 수 있었다.

**색인어** 결구 배추, chlorantraniliprole, ethaboxam, 농약, 가공계수

