

## 얼갈이 배추와 열무에 엽면 살포된 농약의 김치 제조 및 김치냉장고 저장에 의한 변화

권혜영 · 손경애 · 김택겸 · 홍수명\* · 조남준

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부

### Change of Pesticide Residues In Field-sprayed Young Chinese Cabbages and Young Radishes During Kimchi Preparation and Storage in Kimchi Fridge

Hyeyoung Kwon, Kyung-Ae Son, Taek-Kyum Kim, Su-Myeong Hong\* and Nam-Jun Cho

Department of Agro-food Safety, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju, Jeonbuk 565-851, Korea

(Received on October 28, 2014. Revised on November 7, 2014. Accepted on November 20, 2014)

**Abstract** This study was investigated the change of pesticide residues in young Chinese cabbages and young radishes sprayed with pesticides (young Chinese cabbage: diazinon EC, dimethomorph WP and imidacloprid WP, young radish: diazinon EC, imidacloprid WP and procymidone WP) during Kimchi preparation and storage in Kimchi fridge (-1.8°C) for 67 days. Pesticide residues in young Chinese cabbages were removed by up to 31~52% through brining and washing, 57~74% through seasoning with ingredients, 61~76% through 14 hours storage at room temperature, and 70~82% through storage in Kimchi fridge. Pesticide residues in young radishes were removed by up to 57~85% through seasoning with ingredients, 59~86% through 17 hours storage at room temperature, and 74~91% through storage in Kimchi fridge. It means that brining and washing process was more efficient than fermentation process.

**Key words** Pesticide residue, Young Chinese cabbage, Young radish, Kimchi, Reduction

## 서론

농산물을 재배하는 과정 중에 발생하는 병해충의 방제를 위해 살포되는 농약은 농산물의 조리 과정을 통해 잔류량이 변화될 수 있다. 다양한 조리 방법 중에서 세척(Krol 등, 2000; Guardia-Rubio 등, 2007; Liang 등, 2012) 및 껍질 벗기기 (Awasthi, 1993; Hegazy 등, 1988) 등은 대표적인 잔류농약을 줄이는 조리 방법이다. 그러나 건조(Athanasopoulos 등, 2005; Cabras 등, 2005; 남 등, 2007) 또는 끓이기(Bonnechère 등, 2012; Elkins 등, 1972; Chavarri 등, 2005; Elkins 등, 1989) 등의 조리 방법은 가열에 의해 수분이 감소되므로 농

약의 성질에 따라 잔류농도가 감소되거나 증가한다. 발효과정은 효소가 단백질을 아미노산과 저분자량의 펩타이드로 바꾸는 과정으로써(Pardez-Lopez 등, 1991) 발효과정을 통해 잔류농약의 농도가 줄어든다고 알려져 있다(Banna와 Kawar, 1982; Abou-Arab, 2002; Ruediger 등, 2005).

김치는 우리나라 고유의 대표적인 발효식품으로서 다양한 재료에서 유래한 성분과 유산균 및 그 발효 성분으로 인해서 항암 효과, 소화 및 강장 효과, 항당뇨 효과, 성인병 예방 효과 등의 기능을 가진 우수한 식품으로 알려져 있다(Park 등 2012; Choi 등 2013). 김치 제조에 의한 잔류농약의 변화 연구는 통배추를 이용한 배추김치와 무 김치에 대해 이루어진바 있다(윤 등, 1989; 박 등, 2002; 황 등, 2011). 그러나 하절기에 비닐하우스에서 재배되는 얼갈이 배추와 열무의 경우 재배조건상 병해충 발생이 동절기 배추보다 더 많아 이를 방제하기 위한 농약의 살포가 더 필요하며 비표면

\*Corresponding author

Tel: +82-82-63-238-3224, Fax: +82-63-238-3837

E-mail: wideyun@korea.kr

적이 넓고 잎이 퍼지는 작물의 형태학적 특성상 통배추나 무와 달리 살포된 농약이 잔류될 가능성이 있어(우 등, 2013) 농산물품질관리원에서 안전성 취약품목으로 집중관리하는 품목이므로(이 등, 2008) 이러한 작물들을 이용하여 김치를 제조하였을 때의 잔류농약 변화에 대해 연구할 필요가 있다. 또한 기존의 연구들이 4~5°C의 일반 냉장고 또는 10°C 이상의 다소 높은 조건에서 김치를 보관하면서 실험을 하였기 때문에 현재 가정이나 업소에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 김치냉장고에 보관하는 조건과는 결과가 다를 수 있다.

따라서 본 시험에서는 하절기에 재배하여 김치를 제조하여 먹는 열갈이 배추와 열무를 비닐하우스에서 재배하여 안전사용기준을 준수하여 농약을 살포하고 수확한 후 김치로 제조하고 김치냉장고에 67일 동안 보관하면서 잔류농약의 변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 시험작물

열갈이배추(*Brassica campestris ssp. pekinensis*)와 열무(*Raphanus sativus L.*)는 우리나라에서 주로 사용되는 품종으로 열갈이 배추는 금촌, 열무는 무시로를 수원시 입북동에 위치한 비닐하우스에 5월 19일에 점파(18 × 19 cm)하여 재배하면서 농약을 살포한 다음 수확하여 김치 제조에 이용하였다.

### 시험농약

시험농약은 각 작물에 등록된 농약들 중에서 약제간의 화학적 특성이 상이하도록 다이아지논 유제(a.i. 34%), 이미다클로프리드 수화제(a.i. 4%), 디메토모르프 수화제(a.i. 15%)를 선정하였고, 아울러 미등록 농약이지만 잔류농약 검출빈도가 높은 농약(김 등, 2013; 한 등, 2012)인 프로사이미돈 수화제(a.i. 50%)를 추가로 선정하여 시험에 사용하였으며 약제별 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

### 약제살포 및 시료채취

약제살포는 약제를 표준희석배수로 희석하여 배부식 분무기를 사용하여 Table 1과 같이 작물별 안전사용기준을 준수하여 7일 간격으로 살포하였다. 미등록 농약의 경우 7일전에 1회만 살포한 후 수확하였다. 열갈이 배추의 경우 제형에 따른 영향을 주지 않기 위해 유제(diazinon)와 수화제(imidacloprid, dimethomorph) 처리구를 따로 두었으며 열무의 경우 시험포장 및 김치냉장고 보관 공간 등 시험여건을 고려하여 한 개의 처리구에 농약을 혼합 살포하여 시료로 이용하였다. 처리구는 3반복으로 하였으며 약제살포 및 시료채취 시기는 열갈이배추는 6월 8일~6월 22일, 열무는 6월 2일~6월 16일이었다.

### 김치제조방법 및 저장

#### 열갈이배추 김치 제조 및 저장

열갈이배추 김치와 열무김치의 제조 및 저장과정을 Fig. 1에 흐름도로 나타냈다. 크기가 비슷한 것을 선별한 뒤 시든 잎을 떼어내고 1반복의 시료당 18 kg의 열갈이 배추를 4~5 cm 길이로 썬 후 7% 소금물 36 L에 1시간 동안 담가 절인 후 75 L의 물에 1분간 흔들어서 세척하고 바구니에 받쳐서 1시간 동안 탈수하였다. 절인배추는 양념을 첨가하여(절인배추 100 g당 마늘 3.7 g, 생강 1.5 g, 파 5.1 g, 고춧가루 4.8 g, 멸치액젓 6.2 g(주)해찬들), 녹말풀 8.0 g(참쌀 : 풀-1 : 9)의 비율) 잘 버무려 열갈이배추 김치를 제조한 후 2.4 L 통에 각각 2 kg씩 넣어 상온에서 14시간 숙성시켜서 -1.8 ± 0.1°C 인 김치냉장고(LG딤채, DC-R2227DCG)에서 67일간 저장하였다. 김치시료는 양념첨가 후, 14시간 상온 숙성 후, 저장 4일, 11일, 18일, 25일, 39일, 53일, 67일째에 채취하여 분석하였다. 첨가한 양념은 실험 농약 성분을 검사하여 실험 농약 성분을 함유하지 않는 재료를 사용하였다.

#### 열무 김치 제조 및 저장

크기와 모양새가 비슷한 것을 선별한 후 열무의 밑동을 다듬고 1반복의 시료당 18 kg의 열무를 4~5 cm 길이로 잘라 36 L의 7% 소금물에 2시간 동안 절인 후 75 L의 물에 1

Table 1. Physico-chemical properties of the pesticides used

	Pesticide	Preharvest Interval (day/frequency)	Mode of action	logP
Young Chinese cabbage	Diazinon EC <sup>a)</sup>	14/1	Non-systemic	3.3
	Imidacloprid WP <sup>b)</sup>	7/1	Systemic	0.57
	Dimethomorph WP	2/5	Local systemic	2.63
Young radish	Diazinon EC	14/1	Non-systemic	3.3
	Imidacloprid WP	7/1	Systemic	0.57
	Procymidone <sup>c)</sup> WP	7/1	Non-systemic on leaf	3.14

a) Emulsifiable Concentrate, b) Wettable Powder, c) Unregistered pesticides

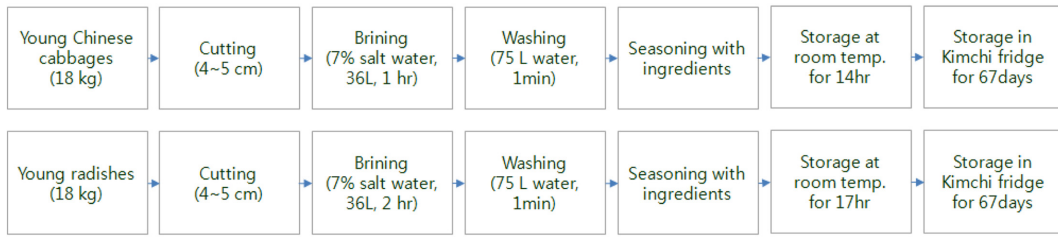


Fig. 1. Flowchart of preparation and storage of young Chinese cabbage kimchi and young radish kimchi.

Table 2. Washing and elution solvents used at column clean up process (v/v)

Pesticide	Washing solvent	Elution solvent
Diazinon	H/D/A <sup>a)</sup> (49.65/50/0.35)	H/D/A(48.5/50/1.5)
Dimethomorph	H/D/A(45/50/5)	D/A(50/50)
Imidacloprid	H/D/A(45/50/5)	D/A(50/50)
Procymidone	H/D(8/2)	H/D/A(49.65/50/0.35)

a) H:hexane, D:dichloromethane, A:acetonitrile

분 동안 흔들어 세척하고 1시간 동안 탈수하였다. 절인 열무에 양념을 첨가하여(절인 열무 100 g당 마늘 3.0 g, 생강 1.5 g, 파 8.0 g, 고춧가루 4.3 g, 멸치액젓 6.3 g(주) 해찬들), 풋고추 7.0 g의 비율) 혼합하여 열무김치를 제조한 후 2.4 L 통에 각각 2 kg씩 넣어 상온에서 17시간 숙성시킨 후 온도 조건이  $-1.8 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 인 김치냉장고(LG딤채, DC-R2227DCG)에서 67일간 저장하였다. 열무김치 시료는 양념첨가 후, 17시간 상온숙성 후, 저장 4일, 11일, 18일, 25일, 39일, 53일, 67일째에 채취하여 분석하였다. 첨가한 양념은 실험 농약 성분을 함유하지 않는 재료를 사용하였다.

잔류농약분석

각 시료를 잔류농약의 분석에 적합한 무게로(무세척: 20~50 g, 세척시료 : 20~150 g, 김치: 100~250 g) 500 mL 툴비이커에 취하고 acetone 100~150 mL를 가하여 균질기(DI 25basic; IKA®-WERKE GmbH & Co. KG, Staufen, Germany)로 균질화하고 여지(No. 2)에 celite545를 깔아둔 Büchner funnel에서 감압여과 하였다. 여과액을 1 L 분액여두에 옮기고 물 500 mL와 포화식염수 100 mL를 가한 후 dichloromethane 50 mL로 2회 액액분배하고 유기용매층을 받아 감압농축하여 hexane-dichloromethane (8 : 2, v/v) 혼합용액 5 mL로 용해하였다. 정제는 130°C에서 4시간 이상 활성화된 Florisil (60~100mesh) 5 g을 TEPP stop cock가 달린 직경 12 mm, 길이 400 mm 정제용 유리컬럼에 충전한 후 그 위에 sodium sulfate를 2 cm 높이로 충전하고 n-hexane 50 mL로 세척하였다. 여기에 위의 용해액 2 mL를 가하고 각각의 용리조건에 맞추어(Table 2) 정제하고 분석대상 화합물을 용출시켜 용출액을 감압농축 후 GC용은 n-hexane, HPLC용은 methanol로 용해하여 각각의 기기에 주입하였다.

본 실험에 사용된 각 농약의 기기분석 조건은 Table 3과 같다.

pH 측정

열갈이배추 김치와 열무김치의 pH 측정을 위하여 pH meter (Corning Pinnacle 540; Corning, Inc., NY, USA)를 이용하였다.

회수율 시험

잔류분석법의 효율을 검증하기 위하여 각 농약성분의 검출한계수준을 고려하여 무처리 시료에 각 용매에 녹인 표준품을 두 수준의 농도로 첨가하여 잘 혼합하고 1시간 이상 방치한 후 상기 각 분석방법별로 추출 및 정제하고 분석하여 회수율을 산출하였다.

결과 및 고찰

회수율 및 검출한계

Diazinon의 회수율은 각각의 농도에서 70~75%였고 검출한계는 0.0002 mgkg<sup>-1</sup>이었으며, dimethomorph의 경우 회수율은 97~118%, 검출한계는 0.02 mgkg<sup>-1</sup>이었다. Imidacloprid의 회수율은 75~91%였고 검출한계는 0.02 mgkg<sup>-1</sup>이었으며 procymidone의 회수율은 92~114%였으며 검출한계는 0.002 mgkg<sup>-1</sup>이었다.

pH 변화

김치의 저장기간에 따른 열갈이배추 김치와 열무김치의 pH 변화는 Fig. 2에 나타났다. 열갈이배추 김치의 경우 양념 첨가 직후의 pH는 5.42였다가 14시간 상온숙성 후 4.42로 낮아졌으며 이후 67일 저장기간 동안 변화가 없었다. 열무김치의 경우 김치 담금 직후의 pH는 5.57이었으며 17시간 상온 숙성후 5.26, 김치냉장고에서 4일 저장 후 5.01로 유의적으로 낮아진 후 67일까지 유의적인 변화없이 유지되었다.

김치담금 및 저장에 따른 잔류농약 변화

열갈이 배추

열갈이 배추의 수확부터 김치저장시의 잔류농약 변화를 Table 4에 나타났다. 열갈이 배추의 수확시 diazinon 농도는 0.031 mgkg<sup>-1</sup>이었다. 김치 담금 및 저장의 각 단계별 잔류농

**Table 3.** Analytical condition of instruments*Diazinon*

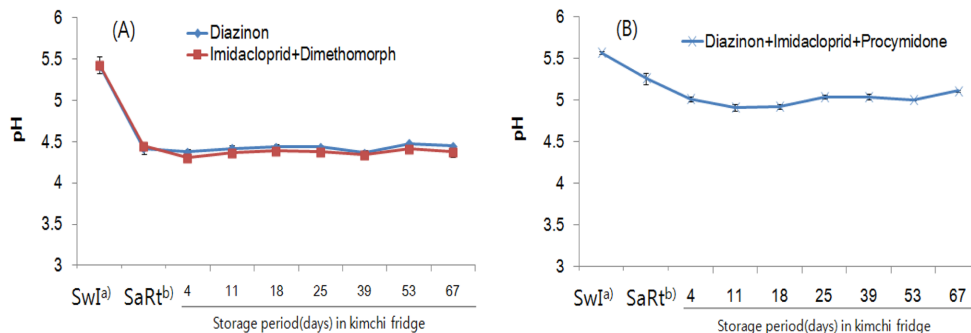
Instrument : HP 6890 series Gas Chromatograph, Hewlett packard, USA  
 Detector : Nitrogen Phosphorus Detector (NPD)  
 Column : HP-5 (30 cm L. × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness)  
 DB1701 (30 cm L. × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness)  
 Temperature : Oven 100°C (1 min) 10°C/min 250°C (1 min) 20°C/min 270°C (1 min)  
 Injector 250°C, Detector 300°C  
 Flow rate: Carrier (N<sub>2</sub>) 1.5 mL/min, H<sub>2</sub> 3.5 mL/min, Air 60 mL/min  
 Injection volume : 1 μL

*Dimethomorph, Imidacloprid*

Instrument : High performance liquid chromatograph, HP-1100 series, Hewlett packard, USA  
 Detector : Diode Array Detector (DAD)  
 Column : Supelcosil LC-18 (25 cm L. × 4.6 mm i.d., 5 μm particle size)  
 Mobile phase : Acetonitrile-Water  
 Wave length : 254, 270 nm  
 Flow rate : 1 mL/min  
 Injection volume : 5 μL

*Procymidone*

Instrument : HP 6890 series Gas Chromatograph, Hewlett packard, USA  
 Detector : Electron Capture Detector (ECD)  
 Column : HP-5 (30 cm L. × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness)  
 Temperature : Oven 100°C (1 min) 10°C/min 250°C (1 min) 20°C/min 270°C (1 min)  
 Injector 250°C, Detector 300°C  
 Flow rate : Carrier (N<sub>2</sub>) 1.5 mL/min  
 Injection volume : 1 μL



<sup>a</sup>SwI: Seasoned with ingredients, <sup>b</sup>SaRt: Storage at room temperature

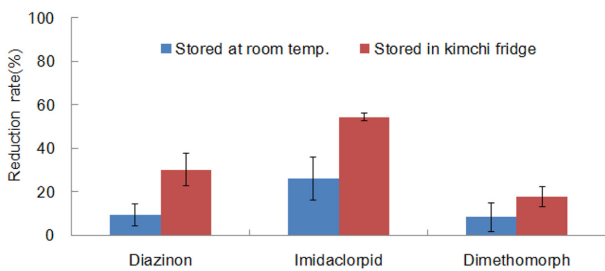
**Fig. 2.** Change of pH values in (A) young Chinese cabbage kimchi and (B) young radish kimchi during storage in kimchi fridge (-1.8°C).

약은 절인 후 8.9%, 세척 후 38.3%까지 제거되었으며 양념이 첨가된 후에 희석효과에 의해 56.5%까지 제거되었다. 이후 14시간 상온 숙성 후 60.7%, 김치 냉장고에서 저장 후 최대 70%까지 제거되었다. Imidacloprid의 경우 얼갈이 배추 수확시 0.43 mgkg<sup>-1</sup>이었다. 각 단계별 잔류농약은 절인 후 27.8%, 세척 후 31.3%, 양념첨가 후 59.6%, 상온 숙성 후 70.2%, 김치 냉장고에서 저장 후 최대 81.5%까지 제거되었다. Dimethomorph의 경우 수확한 얼갈이배추의 농도는 5.6 mgkg<sup>-1</sup>이었고 수확시료 대비 잔류농약은 제거율은 절인 후 42.5%, 세척 후 52.4%, 김치 담금 후 73.7%였으며 이후 상온 숙성한 후 76.3%, 김치 냉장고에서 저장 후 78.6%의 제거율을 나타냈다. 박 등(2002)은 김치의 잔류농약 제거가

김치의 pH 변화와 관련이 있다고 하였는데, 본 실험에서도 양념첨가 후 14시간 상온숙성 기간 동안의 잔류농약 농도 감소가 상온 숙성이후 저장기간 동안의 감소에 비해 다소 큰 편이었고 이는 얼갈이배추 김치의 pH (Fig. 1)가 상온 숙성 후에 급격히 낮아진 후 이후 유지되는 경향과 일치하였다. 얼갈이배추에 양념첨가한 후의 잔류농도를 기준으로 김치 저장기간 동안의 잔류농약 제거율을 살펴본 결과(Fig. 3) diazinon의 경우 상온 숙성시에 9%, 김치냉장고에 저장시에 30%로 유의적으로 제거되었으며 imidacloprid의 경우 상온 숙성시에 26%, 김치냉장고 저장시에 54%로 유의적으로 제거되었다. 한편 dimethomorph의 경우 상온 숙성시에 8%, 김치냉장고 저장시에 18%로 감소하였으나 유의적인 차이

**Table 4.** Pesticide residue levels in young Chinese cabbages during kimchi preparation and storage in kimchi fridge (-1.8°C)

Treatment	Diazinon		Imidacloprid		Dimethomorph		
	Residue (mg/kg, ±SD)	Reduction rate (%)	Residue (mg/kg, ±SD)	Reduction rate (%)	Residue (mg/kg, ±SD)	Reduction rate (%)	
Unwashed	0.031 (0.004)	0	0.43 (0.04)	0	5.6 (0.5)	0	
Brined	0.028 (0.005)	8.9	0.31 (0.05)	27.8	3.2 (0.7)	42.5	
Washed	0.019 (0.002)	38.3	0.30 (0.05)	31.3	2.7 (0.2)	52.4	
Seasoned	0.013 (0.001)	56.5	0.17 (0.00)	59.6	1.5 (0.2)	73.7	
Stored for 14 h. at room temp.	0.012 (0.002)	60.7	0.13 (0.02)	70.2	1.3 (0.1)	76.3	
Stored in kimchi fridge	4 days	0.012 (0.000)	62.2	0.13 (0.02)	70.3	1.3 (0.1)	77.3
	11 days	0.012 (0.001)	59.9	0.10 (0.00)	77.8	1.4 (0.2)	75.4
	18 days	0.012 (0.002)	62.3	0.10 (0.01)	76.5	1.3 (0.1)	76.6
	25 days	0.010 (0.001)	66.7	0.11 (0.04)	75.0	1.3 (0.2)	76.4
	39 days	0.009 (0.001)	70.0	0.08 (0.01)	81.5	1.2 (0.1)	78.6
	53 days	0.011 (0.002)	65.4	0.10 (0.02)	77.2	1.3 (0.2)	76.5
67 days	0.010 (0.002)	66.0	0.10 (0.01)	77.3	1.4 (0.2)	74.8	

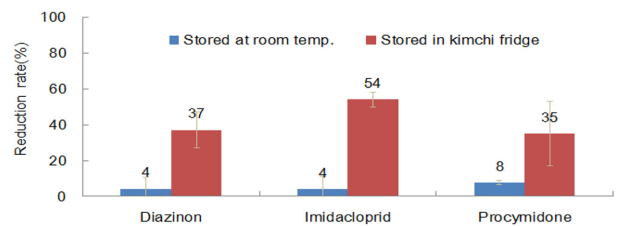


**Fig. 3.** Reduction rates of pesticide residues in young Chinese cabbage kimchi during storage at room temp. and in kimchi fridge. Reduction rates were calculated from the concentrations of seasoned cabbages.

가 없었다. 정 등(2009)은 배추김치를 저장온도를 달리하여 보관하였을 때 4°C보다 10°C에서 저장하였을 때가 잔류농약 제거율이 더 높아 저장온도의 영향을 받는다고 하였고 이번 연구에서 사용된 김치냉장고의 경우 -1.8°C로써 정 등의 연구보다 훨씬 낮은 저장조건으로 인하여 잔류농약 제거율이 낮았던 것으로 보인다.

**열무**

열무의 수확부터 김치저장시의 잔류농약 변화를 Table 5에 나타냈다. 열무의 수확시 diazinon 농도는 0.0148 mgkg<sup>-1</sup>이었다. 잔류농약의 제거율은 양념첨가 후 57.4%, 17시간 상온 숙성 후 58.7%, 김치 냉장고에서 저장 후 73.8%를 나타내어 열갈이배추와 비슷한 결과를 나타냈다. Imidacloprid의 경우 열무 수확시 잔류농도는 0.092 mgkg<sup>-1</sup>이었다. 각 단계별 잔류농약은 양념첨가 후 75.7%, 상온 숙성 후 76.9%, 김치 냉장고에서 저장 후 최대 88.3%까지 제거되었다. Procymidone의 경우 수확한 열무의 농도는 33.7 mgkg<sup>-1</sup>이었다. 수확시료 대비 잔류농약 제거율은 양념 첨가 후 84.6%,



**Fig. 4.** Reduction rates of pesticide residues in young radishes kimchi during storage at room temp. and in kimchi fridge. Reduction rates were calculated from the concentrations of seasoned radishes.

상온 숙성한 후 86.4%, 김치 냉장고에서 저장 후 90.5%를 나타냈다. 한편 imidacloprid와 같이 세척에 의해 잘 제거되지 않는 침투성 농약(권 등, 2013)의 경우에도 삼투압에 의해 수분이 빠져나오는 절임과정 후의 세척을 통해 잔류농약 제거율이 향상될 수 있었던 걸로 판단되었다.

열무에 양념이 첨가된 시료를 기준으로 김치 저장기간 동안의 잔류농약의 제거율을 Fig. 4에 나타냈다. Diazinon은 17시간 상온 숙성시에 4%, 김치냉장고 저장 시에 37%, imidacloprid는 상온숙성시에 4%, 저장시에 54%, procymidone은 상온숙성시에 8%, 저장시에 35%로 유의적으로 제거되었는데 저장 초반부인 11일 경까지 줄어든 양이 67일까지 유의적인 변화없이 유지되었다. 종합적인 결과를 볼때 열갈이 배추 및 열무의 김치담금에 있어서 절임 및 세척시의 제거율이 양념첨가 후 김치저장에 의한 제거율보다 훨씬 컸다. 이는 황 등(2011) 및 이 등(1997)이 실험실에서 농약들을 부각한 통배추의 배추김치 담금에 의한 잔류농약 경감 연구에서 절임과 세척과정에 의한 잔류농약 제거 효과가 저장기간 동안의 발효에 의한 제거 효과보다 훨씬 컸다는 결과와 일치하였다.

**Table 5.** Pesticide residue levels in young radishes during kimchi preparation and storage in kimchi fridge (−1.8°C)

Treatment	Diazinon		Imidacloprid		Procymidone		
	Residue (mg/kg, ±SD)	Reduction rate (%)	Residue (mg/kg, ±SD)	Reduction rate (%)	Residue (mg/kg, ±SD)	Reduction rate (%)	
Unwashed	0.0148 (0.0017)	0	0.092 (0.005)	0	33.7 (1.4)	0	
Seasoned	0.0063 (0.0009)	57.4	0.022 (0.002)	75.7	5.2 (0.8)	84.6	
Stored for 17 h. at room temp.	0.0061 (0.0014)	58.7	0.021 (0.001)	76.9	4.6 (0.9)	86.4	
Stored in kimchi fridge	4 days	0.0041 (0.0002)	72.1	0.017 (0.001)	81.7	3.3 (0.0)	90.1
	11 days	0.0039 (0.0007)	73.8	0.013 (0.002)	85.9	3.2 (0.9)	90.5
	18 days	0.0039 (0.0005)	73.8	0.016 (0.004)	82.8	3.5 (0.1)	89.7
	25 days	0.0049 (0.0009)	66.8	0.016 (0.001)	82.5	4.1 (0.7)	87.7
	39 days	0.0039 (0.0014)	73.4	0.021 (0.003)	77.7	3.6 (1.0)	89.3
	53 days	0.0042 (0.0002)	72.0	0.015 (0.007)	83.3	3.8 (0.3)	88.9
	67 days	0.0046 (0.0001)	68.8	0.011 (0.005)	88.3	3.9 (0.0)	88.5

## 감사의 글

This study was performed with support from the “Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ010043)”, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

## Literature cited

- Abou-Arab, A. A. K. (2002) Degradation of organochlorine pesticides by meat starter in liquid media and fermented sausage. *Food and Chemistry Toxicology*, 40:33-41.
- Awasthi, M. D. (1993) Decontamination of insecticide residues on mango by washing and peeling. *Journal of Food Science Technology*, 30:132-133.
- Athanasopoulos, P. E., C. Pappas, N. V. Kyriakidis and A. Thanos (2005) Degradation of methamidophos on soultanina grapes on the vines and during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 91:235-240.
- Banna, A. A. and N. S. Kowar (1982) Behavior of parathion in apple juice processed into cider and vinegar. *Journal of Environmental Science and Health Part B Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 17(5):505-514.
- Bonnechère A., V. Hanot, R. Jolie, M. Hendrickx, C. Bragard, T. Bedoret and J. V. Loco (2012) Effect of household and industrial processing on levels of five pesticide residues and two degradation products in spinach. *Food Control*, 25: 397-406.
- Cabras P. and A. Angioni (2000) Pesticide residues in grapes, wine and their processing products. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 48:967-973.
- Cabras, P., A. Angioni, V. L. Garau, M. Melis, F. M. Pirisi and F. Cabitza (2005) Pesticide residues on field-sprayed apricots and in apricot drying processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:2306-2308.
- Chavarri M. J., A. Herrera and A. Ariño (2005) The decrease in pesticides in fruit and vegetables during commercial processing. *International Journal of Food Science & Technology*, 40:205-211.
- Choi I. H., J. S. Noh, J. S. Han, H. J. Kim, E. S. Han and Y. O. Song (2013) Kimchi, a fermented vegetable, improves serum lipid profiles in healthy young adults: Randomized clinical trial. *Journal Of Medicinal Food*, 16:223-229.
- Elkins E. R., R. P. Farrow and E. S. Kim (1972) The effect of heat processing and storage on pesticide residues in spinach and apricots. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 20:286-291.
- Elkins E. R. (1989) Effect of commercial processing on pesticide residues in selected fruits and vegetables. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 72:533-536.
- Guardia-Rubio M, M. J. Ayora-Cañada and A. Ruiz-Medina (2007) Effect of Washing on Pesticide Residues in Olives. *Journal of Food Science*, 72:139-143.
- Han S. H., S. K. Park, O. H. Kim, Y. H. Choi, H. J. Seoung, Y. J. Lee, J. H. Jung, Y. H. Kim, I. S. Yu, Y. K. Kim, K. Y. Han and Y. Z. Chae (2012) Monitoring of pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul, Korea. *The Korean Journal of Pesticide Science* 16(2):109-120
- Hegazy, M. E. A., M. Abdel-Razik, M. M. Diab and M. M. Abu-Zahw (1988) Sumithion residues on and in potato tubers. *Annals of Agricultural Science-Cairo*, 33:1291-1298.
- Hwang L. H., I. S. Cho, M. J. Kim, T. H. Cho, Y. H. Park, H. W. Park, K. A. Park, H. J. Kim and M. S. Kim (2011) Removal of pesticide residue during the preparation of Baechu Kimchi and Perilla Leaf Pickle. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 26(4):403-409

- Jung J. K., S. Y. Park, S. H. Kim, J. M. Kang, J. Y. Yang, S. A. Kang, H. K. Chun and K. Y. Park (2009) Removal Effects of Bifenthrin and Metalaxyl Pesticides during Preparation and Fermentation of Baechu Kimchi. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38(9):1258-1264
- Kim H. Y., S. Y. Lee, C. G. Kim, E. J. Choi, E. J. Lee, N. G. Jo, J. M. Lee and Y. H. Kim (2013) A Survey on the Pesticide Residues and Risk Assessment for Agricultural Products on the Markets in Incheon Area from 2010 to 2012. *Korean Journal of Environmental Agriculture* 32(1):61-69
- Krol W. J., T. L. Arsenault, H. M. Pylypiw and M. J. Incorvia Mattina (2000) Reduction of Pesticide Residue on Produce by Rinsing. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 48: 4666-4670.
- Kwon H. Y., T. K. Kim, S. M. Hong, C. S. Kim, M. K. Baeck, D. H. Kim and K. A. Son (2013) Removal of Pesticide Residues in Field-sprayed Leafy Vegetables by Different Washing Method. *The Korean journal of pesticide science* 17(4):237-243
- Lee E. Y., D. K. Kim, 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 (2008) Residue Patterns of Indoxacarb and Thiamethoxam in Chinese Cabbage (*Brassica campestris* L.) Grown under Greenhouse Conditions and Their Estimated Daily Intake. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 27(1):92-98.
- Lee M. G. and S. R. Lee (1997) Elimination of insecticide EPN residues during rice cooking and kimchi preparation. *Food Science and Biotechnology* 6(1):39-43
- Liang Y, W. Wang, Y. Shen, Y. Liu and X. J. Liu (2012) Effects of home preparation on organophosphorus pesticide residues in raw cucumber. *Food Chemistry*, 133:636-640.
- Nam H. J., Y. J. Kwak, C. G. Kim, Y. S. Han, S. H. Oh, J. S. Jang, S. S. Lim, S. H. Kwon, S. E. Jang, E. Y. Yeo, E. J. Lee, S. S. Kim, S. W. Yoon, H. S. Park, J. M. Go and Y. H. Kim (2007) Residual patterns of pesticides on vegetables during drying process. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 22(4):300-305.
- Noh H. H., J. Y. Lee, S. H. Park, O. S. Jeong, J. H. Choi, A. S. Om and K. S. Kyung (2012) Residual characteristics and processing factors of environment friendly agricultural material rotenone in chilli pepper. *Korean Journal of Pesticide Science*, 16(4):302-307.
- Pardez-Lopez, O., J. Gonzales-Casteneda and A. J. Carabenz-Trejo (1991) Influence of solid substrate fermentation on the chemical composition. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 71:58-62.
- Park J. A., P. B. Tirupathi Pichiah, J. J. Yu, S. H. Oh, J. I. Daily and Y. S. Cha (2012) Anti-obesity effect of kimchi fermented with *Weissella koreensis* OK1-6 as starter in high-fat diet-induced obese C57BL/6J mice. *Journal of Applied Microbiology*, 113:1507-1516.
- Park J. W., L. A. Joo and J. E. Kim (2002) Removal of organophosphorus pesticides during making and fermentation of kimchi. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 17(2):87-93
- Ruediger, G. A., K. H. Pardon, A. N. Sas, P. W. Godden and A. P. Pollnitz (2005) Fate of pesticides during the winemaking process in relation to malolactic fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:3023-3026.
- Soliman K. M. (2001) Changes in concentration of pesticide residue in potatoes during washing and home preparation. *Food and Chemical Toxicology*, 39:887-891.
- Woo N., S. H. Ko and Y. J. Park (2013) Monitoring of Pesticide Residues in Vegetables Collected in Chungbuk, Korea. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 26(4):865-878.
- Yun S. J. (1989) The change of residual chlorpyrifos during fermentation of kimchi. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 21(4):590-594

## ● ..... ● 열갈이 배추와 열무에 엽면 살포된 농약의 김치 제조 및 김치냉장고 저장에 의한 변화

권혜영 · 손경애 · 김택겸 · 홍수명\* · 조남준

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부

**요약** 열갈이 배추와 열무를 비닐하우스에서 재배하여 안전사용기준을 준수하여 농약을 살포하고(열갈이배추: diazinon EC, dimethomorph WP, imidacloprid WP, 열무: diazinon EC, imidacloprid WP, procymidone WP) 수확한 후 김치로 제조하고 67일 동안 -1.8°C의 김치냉장고에 저장하면서 잔류농약의 변화를 조사하였다. 열갈이 배추의 김치 담금 및 저장에 의한 잔류농약 제거율을 살펴보면 절입 및 세척시 31~52%, 양념 첨가시 57~74%, 상온에서 14시간 숙성시 61~76%, 김치냉장고 저장 39일차에 70~82%의 제거율을 보였고 이후로는 변화가 없었다. 열무의 경우 양념 첨가시 57~85%, 상온에서 17시간 숙성시 59~86%, 김치냉장고 저장에 11일째에 74~91%의 잔류농약이 제거된 이후 변화가 없었는데 이는 절입과 세척 과정이 저장기간 동안의 발효 과정보다 더 효과적으로 농약을 제거했음을 보여주었다.

**색인어** 잔류농약, 열갈이배추, 열무, 김치, 경감

● ..... ●