J. Fd Hyg. Safety
Vol. 26, No. 4, pp. 403~409 (2011)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

배추김치와 깻잎지의 제조과정에 따른 잔류농약의 제거

황래홍* · 조인순 · 김민정 · 조태희 · 박영혜 · 박혜원 · 박경애 · 김현정 · 김무상
서울특별시 보건환경연구원

Removal of Pesticide Residue during the Preparation of Baechu Kimchi and Perilla Leaf Pickle

Lae-hwong Hwang*, In-soon Cho, Min-jung Kim, Tae-hee Cho, Young-hye Park, Hye-won Park, Kyung-ai Park, Hyun-jeong Kim, and Mu-sang Kim
Seoul Metropolitan Goverment Research Institute of Public Health and Environment
(Received July 5, 2011/Revised October 20, 2011/Accepted December 7, 2011)

ABSTRACT - The removal amount of pesticide residue which were remained in baechu (Chinese cabbage) and perilla leaf were measured during the preparation process of kimchi. The amounts of diazinon, procymidone and endosulfan applied to chinese cabbage were 9.18 ± 0.03 mg/kg, 22.27 ± 0.22 mg/kg and 10.46 ± 0.02 mg/kg respectively. When chinese cabbage was brined with 10% salt solution for 12 hours, the removal rates of three pesticides were 22.5%, 25.3% and 0.6% for diazinon, procymidone and endosulfan, respectively. When chinese cabbage was brined and rinsed 3 times with water, the removal rates of three pesticides were 69.9%, 85.6% and 11.2% for diazinon, procymidone and endosulfan, respectively. When kimchi was prepared and fermented for 28 days at 4°C, the removal rates of three pesticides were 79.4%, 94.4% and 21.0% for diazinon, procymidone and endosulfan, respectively. The relative percentages of removal dose of pesticides during brining were 28.4%, 26.9% and 3.2% for diazinon, procymidone and endosulfan, respectively and which were 59.7%, 63.8% and 50.4% during rinsing and which were 11.9%, 9.3% and 46.4% during fermentation, respectively. The amounts of diazinon, procymidone and endosulfan applied to perilla leaf were 18.11 ± 0.62 mg/kg, 31.80 ± 0.33 mg/kg and 12.01 ± 0.01 mg/kg, respectively. When perilla leaf was rinsed 3 times with water, the removal rates of three pesticides were 60.5%, 52.0% and 23.7% for diazinon, procymidone and endosulfan, respectively. When perilla leaf was rinsed and brined with 10% salt solution for 14 days, the removal rates of three pesticides were 93.9%, 92.4% and 49.6% for diazinon, procymidone and endosulfan, respectively. The relative percentages of removal dose of pesticides during rinsing were 64.5%, 56.3% and 47.8% for diazinon, procymidone and endosulfan, respectively, and which during brining were 35.5%, 43.7% and 52.2% for diazinon, procymidone and endosulfan, respectively.

Key word: Pesticide, Kimchi, Chinese cabbage, Perilla leaf

한식의 세계화에서 중요한 비중을 차지하는 대표적 전통음식인 김치는 국민 1인당 1일 평균 섭취량이 91.9 g 정도로 많이 소비되고 있는 식품으로 비타민과 무기질이 풍부하고 발효과정 중 유기산의 생성, 그리고 비타민 C, 베타카로틴, 플라보노이드, 젖산균 등에 의한 항암, 항산화, 면역증강 효과 등 건강 기능적 우수성이 알려지면서 세계의 건강식품으로 선정되는 등 국제적 관심이 증가하고 있는 추세이다[1-5].

그러나 김치의 주원료인 배추와 깻잎 등은 가열조리 하지 않는 생식하는 식품으로서 위생학적 관리가 매우 중요하다 할 수 있겠는데 특히 생산 과정에서 병해충의 방제를 위해 사용되고 있는 농약은 김치에 대한 잔류 가능성 때문에 특별한 관리가 필요할 것으로 생각된다. 일반적으로 농산물에 잔류하는 농약은 시간의 경과, 수세, 가공과정을 거치면서 많은 양이 제거되는 것으로 알려져 있으며[6-7] 국내에서는 잔류성이 강한 농약의 사용을 금지하고 있어 안전사용기준에 따라 농약을 사용 시는 잔류허용기준을 초과할 가능성이 매우 낮다고 볼 수 있으나 안전사용기준을 준수하지 않는 다거나 수확기에 임박하여 농약을 사용 한

*Correspondence to: Lae-hwong Hwang, Seoul Metropolitan Goverment Research Institute of Public Health and Environment, Juam-dong 1, Gwacheon-si, Gyeong gi-do, Korea
Tel: 82-2-2640-6600, Fax: 82-2-2640-6604
E-mail: chadoli64@seoul.go.kr

다면 잔류허용치 이상의 농약이 농산물 중에 남아 식품안전성 면에서 문제를 일으킬 수 있다[8-10].

현재 배추에 사용 가능한 농약은 약 100종 가량의 품목이 등록되어 사용되고 있으며, 배추 재배 과정에서 사용한 농약이 수확 후에 계속 잔류하게 된다면 김치에도 농약이 잔류할 가능성이 높아지게 된다[11-13]. 따라서 농산물 또는 식품 중에 잔류하는 농약의 모니터링과 식품을 통한 농약의 섭취량에 관한 조사가 정부의 검사기관 및 기타 연구기관 등에 의해 수행되고 있지만 수세 및 조리과정 등을 거친 식품중의 잔류량 평가도 위해성 평가의 실질적인 자료가 된다는 점에서 매우 중요 하다고 할 수 있다[5]. 그동안 쌀과 엽채류와 같은 농산물의 수세 및 가열 조리중 잔류농약의 제거에 관한 연구결과가 여러 연구자에 의해 보고 되면서[14-17] 농산물에 잔류 되어있는 농약의 농도 변화를 농산물의 섭취를 위한 여러 가지 처리 단계에서 정확히 평가하는 것은 소비자의 안전성을 위하여 필요한 것으로 인식 되어지고 있다[5]. 이에 따라 최근 정[1] 등이 배추김치의 담금 및 숙성과정중 bifenthrin 과 metalaxyl 농약의 제거 효과를 연구 하는 등 김치의 안전성 확보를 위한 노력을 기울이고 있으나 아직까지 다양한 종류의 농약이나 농산물에 대한 연구는 많지 않는 실정이다.

따라서 실제 가장 많은 김치의 원료로 사용되고 있는 배추와 깻잎을 대상으로 이들 농산물에 주로 많이 사용되고 있는 농약을 살포하여 이들 농약이 김치 제조과정인 절임, 세척, 발효과정 등에서 얼마나 제거 되는지를 조사 하는 것은 안전한 김치 생산을 위한 중요한 기초자료가 될 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 2005년부터 2010년까지 서울시 강서농수산물도매시장에서 출하된 배추와 깻잎등 엽채류에 대한 잔류농약 모니터링 결과 가장 많이 검출된 것으로 조사된 diazinon, procymidone 및 endosulfan 등 3가지 농약을 배추와 깻잎에 인위적으로 잔류토록 한 후 이들 농약이 김치 제조과정에서 제거되는 정도를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

2011년 4월 서울시 강서구 소재 이마트에서 유통되는 국내산 배추, 깻잎, 무, 파, 마늘(가나유통), 생강(가나유통), 멸치액젓(청정원), 설탕(CJ), 천일염(하얀소금)를 구입하여 예비실험을 통해 농약이 검출되지 않은 것으로 확인된 재료를 실험에 사용 하였다.

농약 및 시약

실험에 사용되는 농약으로 다이아톤(diazinon 34%, 성보화학) 및 지오릭스(endosulfan 35%, 한국삼공) 은 유제를 스미렉스(procymidone 50%, 동방아그로) 은 수화제를 구입하여 사용 하였다. 농약 표준품은 모두(Dr. Ehrenstorfer, 독일) 제품을, 농약 추출 등에 사용된 시약으로 acetonitrile, acetone, hexane 및 dichloromethane 은 잔류농약용(Wako, 일본)을 사용 하였다.

농약풀(Pesticide pool) 제조

구입한 농약은 농약사용지침서에 제시된 바에 따라 증류수 20 L에 다이아톤 20 mL, 지오릭스 40 mL 및 스미렉스 20 g을 잘 혼합하여 실험에 사용 하였다.

배추 및 깻잎의 농약처리

시중에서 구입한 후 예비시험으로 농약이 검출되지 않은 것으로 확인된 배추 약 3 Kg과 깻잎 약 2 Kg를 실험에

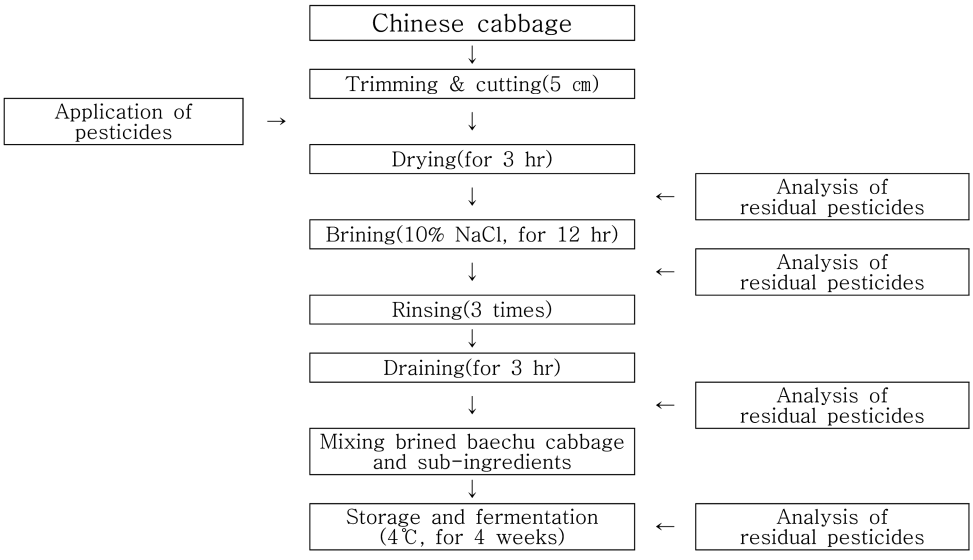

Fig. 1. Flow diagram of preparation and fermentation of baechu kimchi.

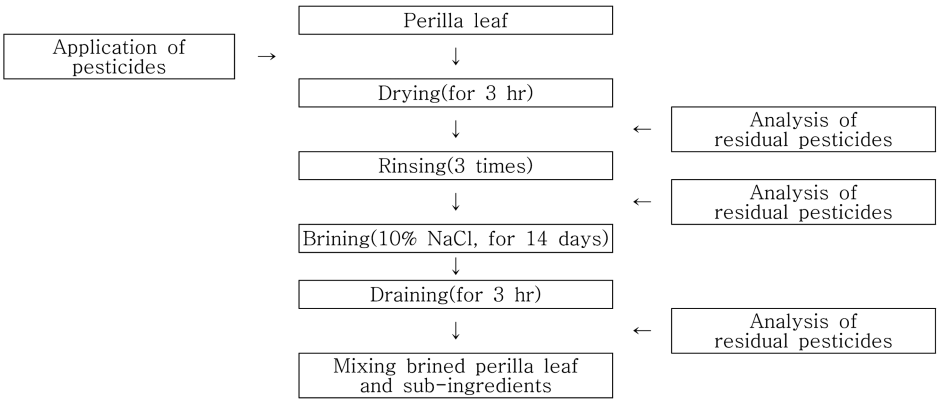

Fig. 2. Flow diagram of preparation of perilla leaf pickle.

사용하였다. 배추의 경우 겉잎을 제거하고 맛김치 형태로 (약 5 cm × 5 cm) 썰어서, 깻잎의 경우 그대로 농약풀에 20초간 침지 후 채반에 건져서 3시간 동안 건조하였다.

배추김치 및 깻잎지의 제조

농약이 처리된 배추를 10% 농도의 염수로 12시간 절인 후 깨끗한 물로 3회 세척 하고 채반에서 3시간 동안 탈수 후 김치 제조에 사용 하였다. 김치는 선행연구에 의한 표준화방법[18] 으로(절인배추 100에 대해 무 13.0 ± 7.0, 파 2.0 ± 0.5, 마늘 1.4 ± 0.4, 생강 0.6 ± 0.3, 멸치액젓 2.2 ± 1.6, 설탕 1.0 ± 0.3)제조 하였으며 4ºC에서 4주간 저장하면서 농약의 함량을 조사하였다(Fig. 1).

깻잎지는 표준화방법이 없어서 일반적으로 많이 사용하는 방법에 따라 제조 하였다.

농약이 처리된 깻잎을 깨끗한 물로 3회 세척하고 채반에서 3시간 동안 탈수 후 10% 농도의 염수에 담그어 2주간 절인 후 농약의 함량을 조사하였다(Fig. 2).

농약분석

농약분석은 식품공전의 다종 농약 다성분 분석법[19]에 준하여 실시하였다.

미리 균질기(Robot coupe, 미국)로 세절한 시료 50 g을 취하여 acetonitrile 100 mL를 넣은 후 호모지나이저(Omni macro homogenizer, 미국)로 5분간 진탕 추출하고, NaCl 10 g을 첨가한 사각병으로 여과 후 1분간 진탕하고 10분간 방치하였다. 상층액 10 mL를 취하여 40ºC 수욕조에서 농축 건고 시킨 후 잔류물은 용출액(20% acetone을 함유한 hexane) 2 mL에 녹인 후 미리 용출액 5 mL로 활성화 시킨 florisil cartridges(1000 mg / 6 mL, Phenomenex, 미국) 에 1~2 mL/min 유속으로 용출 시키고 다시 용출액 5 mL로 용기를 헹구어 florisil cartridges 를 통과하여 용출 하였다. 용출액은 합하여 40ºC 수욕조에서 농축건고 시킨 후 용출액 2 mL에 녹인 후 기기에 주입하여 분석 하였다.

농약 분석을 위한 기체크로마토그래피(Gas chromatograph (Agilent. 6890N, 미국))의 분석조건은 Table 1 및 Table 2와 같았으며 GC-NPD는 diazinon 분석에 GC-ECD는 endosulfan 및 procymidone 분석에 사용 하였고 GC-MSD는 검출 농약의 확인 실험에 사용 하였다.

결과 및 고찰

분석법의 회수율 및 검출한계

배추시료에 diazinon, endosulfan 및 procymidone 표준품의 희석용액을 각각 0.188 mg/kg, 0.692 mg/kg 및 0.231

Table 2. Analytical condition of GC-MSD.

Column	DB-5MS 30 m × 0.26 mm × 0.25 μm
Inlet temp.	250ºC
Oven temp.	100ºC(2min)-10ºC/min-280ºC(10min)
Carrier gas flow	1 mL/min(He)
Injection vol.	1 μl
Mode	Full Scan

Table 1. Analytical condition of GC-ECD & NPD.

	ECD	NPD
Column	DB-5 30 m × 320 μm × 0.25 μm	DB-5 30 m × 320 μm × 0.25 μm
Inlet temp.	230ºC	250ºC
Oven temp.	150ºC(2min)-10ºC/min-240ºC(2min) -15ºC/min-270ºC(17min)	100ºC(2min)-10ºC/min-200ºC(1min) -10ºC/min-260ºC(9min)
Detector temp.	300ºC	300ºC
Carrier gas flow	1.5 mL/min(N_2)	1.5 mL/min(N_2)

mg/kg 농도로 첨가하여 1시간 동안 정치시킨 후 잔류농약분석방법에 따라 분석 하여 회수율을 측정한 결과 diazinon 은 79.7~80.8% 로 endosulfan 및 procymidone 은 각각 88.8~92.1% 및 95.6~98.7%로 조사 되었으며, 검출한계는 diazinon 이 0.04 mg/kg, endosulfan 과 procymidone 이 각각 0.03 mg/kg 인 것으로 조사되었다.

배추김치 제조 과정 중 농약의 제거

배추김치 제조과정에 따른 농약의 제거정도는 Table 3 과 같았다. 농약 처리 후 배추 중 잔류농약의 농도는 diazinon 의 경우 9.18 ± 0.03 mg/kg 이었으며, procymidone 과 endosulfan 은 각각 22.27 ± 0.22, 10.46 ± 0.02 mg/kg 이었다. 농약 처리한 배추를 소금에 12시간 절인 후에는 처음 잔류농약의 농도에 비해 diazinon 의 경우 22.5% 가, procymidone 의 경우에는 25.3%, 그리고 endosulfan 의 경우에는 0.6% 가 제거되는 것으로 조사되었다. 이러한 감소는 소금으로 절이는 과정에서 배추 속 수분이 삼투압에 의해 빠져나가면서 농약이 제거되기 때문으로 생각되며[1] 본 실험에서 관찰된 배추무게의 감소는 약 21% 이었으며, 따라서 1.21 의 보정계수를 사용 하였다. 이러한 결과는 박 등[5]이 chlorpyrifos등 유기인계 농약을 대상으로 한 절임 과정중 배추에서 농약제거율이 22.4%~23.8% 로 조사된 결과와 유사 하였으나 정 등[1]이 bifenthrin 과 metalaxyl 을 대상으로 실험한 60.8%~98.7% 농약제거율 과는 많은 차이가 있었는데 이는 농약 종류별 물리화학적 특성, 농약의 농도 그리고 농약 처리 후 건조방법 등에 따른 차이로 생각된다.

절임 후 3회 세척을 실시한 다음 잔류농약의 농도는 diazinon 의 경우 초기농도에 비해 69.9% 가 감소하는 것으로 조사되었고, procymidone 의 경우 85.6%가, 그리고 endosulfan 의 경우에는 11.2% 가 감소하는 것으로 조사되었다. 이러한 3회 세척과정은 배추김치 제조의 전 과정에서 가장 많은 농약이 감소하는 단계로 조사 되었는데(Fig. 3) 이는 절임과정에서 삼투압차 등으로 인해 배추의 표면

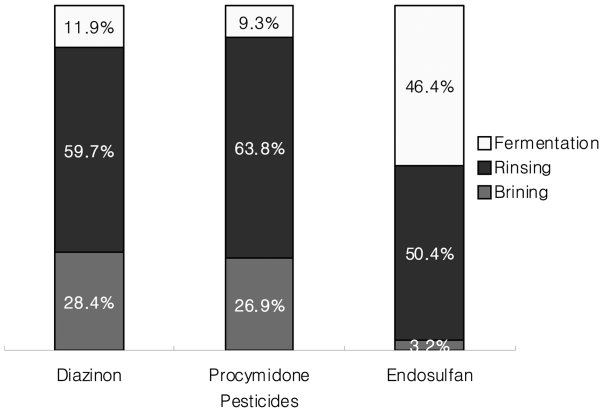

Fig. 3. Relative percentages of removal dose of pesticides during preparation and fermentation of baechu kimchi.

장력이 약화 되고 이로 인해 반복 세척과정에서 배추표면의 농약이 쉽게 씻겨져 나가기 때문인 것으로 생각된다.

박 등[5]은 chlorpyrifos 등을 대상으로 한 세척 실험에서 54.8%~61.1% 의 농약제거율을 보였으며, 심 등[16]은 배추에 잔류하는 malathion 을 대상으로 한 실험에서 42.5% 까지 제거될 수 있다고 보고 하는 등 대상 농약에 따라 다양한 결과를 나타내는 것으로 조사 되고 있는데 이는 전술한 바와 같이 농약의 종류와 농도, 세척 시 사용되는 물의 양 등에 따른 차이로 생각된다. 그러나 절임과 세척과정을 통해서 상당량의 잔류농약이 제거된다는 사실은 여러 연구결과에서 공통적으로 나타나고 있다.

표준적인 배추김치 제조방법에 따른 본 실험과정 에서는 농약종류에 관계없이 절임과 세척단계가 잔류농약 감소분의 대부분을 차지하는 것으로 조사되었으나 김치제조 숙성 후 4주까지도 여전히 많은 양의 농약이 잔류하는 것으로 조사 되었으며 특히 endosulfan의 경우 김치숙성 4주후에도 초기농도의 약 80%가 잔류할 정도로 잔류성이 아주 강한 것으로 조사되었다.

김치 제조 후 4°C 냉장고에서 발효 시키면서 잔류농약

Table 3. Residue levels of pesticides during preparation and fermentation of baechu kimchi (mg/kg).

procedure \ pesticides	Diazinon	Procymidone	Endosulfan
Initial	0.00 ± 0.00[1]	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Application	9.18 ± 0.03	22.27 ± 0.22	10.46 ± 0.02
AB[3]	7.11 ± 0.29 (22.5)[2]	16.62 ± 0.18 (25.3)	10.39 ± 0.04 (0.6)
ABR3[4]	2.76 ± 0.01 (69.9)	3.19 ± 0.01 (85.6)	9.28 ± 0.02 (11.2)
ABR3PF1[5]	1.95 ± 0.06 (78.7)	1.36 ± 0.05 (93.8)	8.66 ± 0.06 (17.2)
ABR3PF4[6]	1.89 ± 0.01 (79.4)	1.23 ± 0.04 (94.4)	8.26 ± 0.08 (21.0)

[1] Values are given as the mean ± S. D. of 3 replications
[2] Removal rates(%)
[3] Application and brining
[4] Application, brining and rinsing 3 times
[5] Application, brining and rinsing 3 times, preparation and fermentation for 1 weeks.
[6] Application, brining and rinsing 3 times, preparation and fermentation for 4 weeks.

의 농도를 조사한 결과 diazinon 의 경우 1주 와 4주후에 각각 초기농도의 78.7% 와 79.4% 까지 감소하는 것으로 조사되었는데(Table 3) 이는 전체 감소농도의 11.9%에 해당되는 양으로서(Fig. 3) 발효과정 에서는 세척이나 절임 과정에 비해 농약의 제거 정도가 미약한 것으로 조사되었다.

Procymidone 의 경우에도 1주와 4주후에 각각 초기농도의 93.8% 및 94.4% 까지 감소 하였으나(Table 3) 전체감소 농도에서 발효과정이 차지하는 비율은 9.3% 로 역시 미약한 것으로 조사 되었다(Fig. 3). Endosulfan 의 경우는 전체 감소농도 중 발효과정에 따른 감소 비율이 46.4% 를 차지하여(Fig. 3) 다른 농약과 달리 세척과정 다음으로 높은 감소비중을 차지 하였는데 이는 endosulfan의 잔류성이 강해 다른 농약에 비해 초기에는 적은감소를 보이나 김치의 발효과정에서 효소나 미생물의 영향을 받아 상대적으로 농약의 분해가 활발히 진행되기 때문으로 생각된다.

깻잎지 세척 및 절임 과정 중 농약의 제거

깻잎지의 제조과정에 따른 농약의 제거정도는 Table 4 와 같았다. 농약 처리 후 깻잎 중 잔류농약의 농도는 diazinon 의 경우 18.11 ± 0.62 mg/kg 이었으며, procymidone 과 endosulfan 은 각각 31.80 ± 0.33, 12.01 ± 0.01 mg/kg 이었다. 이러한 처리농도는 배추에 비해 다소 높은 것으로 조사되었는데 이는 깻잎 표면의 상태에 따른 잔류성 차이에 기인한 것으로 생각되는데, 엽채류에서 농약의 세척에 의한 제거율의 차이는 표면적, 엽맥의 분포와 굵기 등과 같은 형태학적 특성에 따른 것으로 생각 된다[16]. 이러한 사실은 황 등[20]이 수입과일에 대한 연구에서 키위표면이 오렌지 표면 등에 비해 더 많은 농약이 잔류한다는 사실에서도 확인할 수 있었다.

농약 처리한 깻잎을 3회 세척 건조하여 잔류량을 측정한 결과 처음 잔류농약의 농도에 비해 diazinon 의 경우 60.5% 가 감소하였으며 procymidone 의 경우는 52.0%가 감소하였으며 endosulfan의 경우는 23.7%가 감소하여 배추와 마찬가지로 endosulfan이 가장 잔류성이 강한 것으로 조사 되었다.

깻잎을 10% 소금물에 14일간 절인 후 잔류농약의 농도는 diazinon 의 경우 초기농도에 비해 93.9% 가 감소한 것으로 조사되었고, procymidone 의 경우 92.4%가, 그리고 endosulfan 의 경우에는 49.6% 가 감소된 것으로 조사되었다(Table 4). 깻잎의 경우 절임에 의한 무게 감소가 약 3% 정도로 낮게 측정되어 보정계수는 사용하지 않았다. 깻잎지 에서도 배추김치와 마찬가지로 세척과정에서 가장 많은 농약이 제거됨을 알 수 있었으며 endosulfan 을 제외한 농약은 세척과 절임과정에서 대부분이 제거됨을 확인할 수 있었다(Fig. 4).

Endosulfan 의 경우 강한 잔류성으로 인해 절임과정에서 더 많이 제거되는 것으로 조사 되었는데 이는 배추김치에서와 같은 이유 때문인 것으로 생각된다. 깻잎지의 제조과정에서 최종감소 비율이 배추에 비해 다소 높은 것은 절임기간이 2주로 길기 때문인 것으로 추정된다.

Table 4. Residue levels of pesticides during preparation of Perilla leaf pickle (mg/kg).

procedure \ pesticides	Diazinon	Procymidone	Endosulfan
Initial	0.00 ± 0.00[1)]	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Application	18.11 ± 0.62	31.80 ± 0.33	12.01 ± 0.01
AR3[3)]	7.14 ± 0.09 (60.5)[2)]	15.26 ± 0.10 (52.0)	9.16 ± 0.01 (23.7)
AR3B2[4)]	1.10 ± 0.01 (93.9)	2.40 ± 0.07 (92.4)	6.05 ± 0.08 (49.6)

[1)] Values are given as the mean ± S. D. of 3 replications
[2)] Removal rates(%)
[3)] Application and rinsing 3 times
[4)] Application, rinsing 3 times and brining 2 weeks

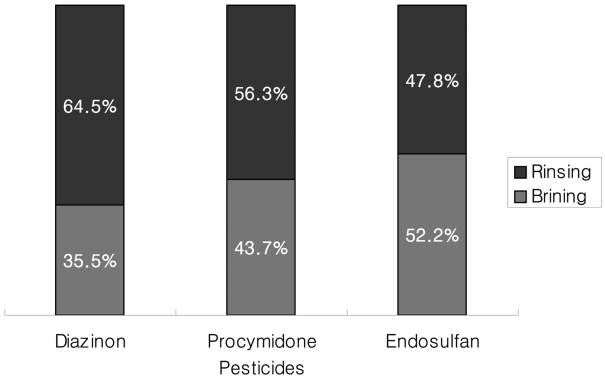

Fig. 4. Relative percentages of removal dose of pesticides during preparation of perilla leaf pickle.

본 실험에서 배추김치의 제조 및 4주간의 발효과정을 통한 농약제거 정도는 procymidone 이 94.4% 로 가장 높았으며 endosulfan 이 21.0% 로 가장 낮은 것으로 조사 되었고 깻잎지의 경우는 diazinon 이 93.9% 로 가장 높았으며 endosulfan 이 49.6% 로 가장 낮은 것으로 조사 되어 endosulfan 의 잔류성이 매우 강한 것을 확인할 수 있었다.

Endosulfan 은 소화중독성 살충제로서 포유류에 대한 독성이 높은 편으로 알려져 있으며 최근에는 신경세포를 손상 시킬 수 있다는 경고가 나와 유엔환경계획(UNEP) 잔류성 유기오염물질(POPs) 감시위원회는 각국정부에 사용금지를 권고 하였으며 국내에서는 농약관리법 개정에 따라 2010년 말 이후 생산 및 사용이 금지된 것으로 알려져 있다[21-22].

현재 김치에 대한 잔류농약 허용기준은 원료식품의 잔류허용기준 범위 이내에서 잔류를 허용할 수 있도록 하고 있는데 따라서 배추김치는 배추의 절임에 의한 무게감소 21%와 양념으로 인한 무게 감소 20%를 합한 보정계수 1.41를 곱하여 잔류농약 기준을 적용 하였다.

Procymidone 의 경우 발효 4주후 최종농도가 잔류허용기

준인 5.0 mg/kg 보다 낮은 안전한 수준인 것으로 조사 되었으나 diazinon 과 endosulfan 의 경우 각각 잔류허용기준인 0.1 과 0.2 mg/kg 보다 높은 것으로 조사되었는데 배추나 깻잎 등의 재배 시 살포되는 농약은 자연 상태에서 바람에 의한 희석, 그리고 빛에 의한 분해 등으로 실험실 내에서 이루어진 본 실험결과에 비해 잔류농도가 낮을 것으로 생각되며 따라서 김치 제조 후 섭취시 까지 잔류할 수 있는 농약의 농도는 안전한 수준일 것으로 추정되나, 안전 휴약 기간을 준수하지 않거나, 또는 endosulfan 처럼 잔류성이 강한 농약을 사용하였을 경우에는 김치 제조 후에도 잔류농도가 허용기준을 초과 할 수 있기 때문에 김치의 안전성 확보를 위해서는 배추나 깻잎 등 김치의 주재료에 대한 잔류농약 모니터링을 강화하고 또한 김치 제조시에는 충분한 세척과정을 통해 농약의 잔류를 최소화 하여야 할 것으로 생각된다.

요 약

배추와 깻잎에 인위적으로 조성된 잔류농약이 김치제조 과정에서 제거되는 정도를 측정하였다. 배추김치의 경우 농약처리 직후 배추에서 diazinon, procymidone 및 endosulfan 의 농도가 각각 9.18 ± 0.03 mg/kg, 22.27 ± 0.22 및 10.46 ± 0.02 mg/kg 이었는데 12시간의 절임과정 후에는 각각 초기농도의 22.5%, 25.3% 및 0.6% 가 제거된 것으로 조사 되었다. 절임과 3회의 세척과정 후에는 diazinon, procymidone 및 endosulfan 이 초기농도에 비해 각각 69.9%, 85.6% 및 11.2% 가 제거 되었다.

김치를 제조하여 4주간 발효 후에는 초기농도에 비해 각각 79.4%, 94.4% 및 21.0% 가 제거되는 것으로 확인 되었다.

김치제조 과정별 제거비율은 diazinon 의 경우 절임과정에서 28.4%, 세척과정에서 59.7%, 발효과정에서 11.9% 가 제거 되었으며, procymidone 의 경우에는 절임과정에서 26.9%, 세척과정에서 63.8%, 발효과정에서 9.3% 가 그리고 endosulfan 의 경우에는 절임과정에서 3.2%, 세척과정에서 50.4%, 발효과정에서 46.4% 가 제거되는 것으로 조사되었다.

깻잎의 경우 diazinon, procymidone 및 endosulfan 의 초기농도가 각각 18.11 ± 0.62 mg/kg, 31.80 ± 0.33 및 12.01 ± 0.01 mg/kg 이었으며 3회 세척과정 후에는 초기농도에 비해 각각 60.5%, 52.0% 및 23.7% 제거된 것으로 조사되었다.

세척과 2주간 절임과정 후에는 diazinon, procymidone 및 endosulfan 이 초기농도에 비해 각각 93.9%, 92.4% 및 49.6% 가 제거 되는 것으로 조사되었다.

깻잎지 제조과정별 제거비율은 diazinon 의 경우 세척과정에서 64.5%, 절임과정에서 35.5% 가 제거 되었으며, procymidone 의 경우에는 세척과정에서 56.3%, 절임과정에서 43.7% 가 그리고 endosulfan 의 경우에는 세척과정에서 47.8%, 절임과정에서 52.2% 가 제거되는 것으로 조사되었다.

참고문헌

1. Jung, J.K., Park, S.Y., Kim, S.H., Kang J.M., Yang, J.Y., Kang, S.A., Chun, H.K., Park, K.Y. : Removal effect of bifenthrin and metalaxyl pesticides during preparation and fermentation of baechu kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **38(9)**, 1258-1264 (2009).
2. Park, K.Y. : The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effect of kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **24**, 169-182 (1995).
3. Cheigh, H.S. : Physiological compounds of kimchi and its functionalities. *Food Preservation and Processing Industry.,* **4**, 2-10 (2005).
4. Cheigh, H.S., Hwang, J.H. : Antioxidative characteristics of kimchi. *Food Industry and Nutrition.,* **5**, 52-56 (2000).
5. Park, J.W., Joo, L.A., Kim, J.E. : Removal of organophosphorus pesticides during making and fermentation of kimchi. *J. Fd. Hyg. Safety*, **17(2)**, 87-93 (2002).
6. Ekins, E.R. : Effect of commercial processing on pesticide residue on selected fruits and vegetables. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.,* **72**, 533-539 (1989).
7. Nam, S.M., Lee, H.R., Lee, J.M. : Removal efficiency of residual pesticides during processing of *Perilla Jangachi* preparation. *Korean J. Food Culture,* **18**, 562-568 (2003).
8. Lee, M.K., Lee, S.R. : Reduction factor and risk assessment of organophosphorus pesticides in korean foods. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **29**, 240-248 (1997).
9. Lee, M.K., Lee, S.R. : Problems in the dietary exposure assessment of pesticide residue. *J. Environ. Agric.,* **12**, 255-263 (1993).
10. Lee, S.R. : Food contamination and risk assessment. *J. Environ. Agric.,* **12**, 325-333 (1993).
11. Yoon, S.K. : Studies on the contamination of kimchi material-pesticide residue in vegetable. *Korean J. Nutr.,* **13**, 51-58 (1980).
12. Lee, J.Y., Han, I.K., Lee, S.Y., Yeo, I.H., Lee, S.R. : Drift and volatilization of some pesticides sprayed on chinese cabbages. *Korean J. Environ. Agric.,* **16**, 373-381 (1997).
13. Lee, E.Y., Kim, D.K., Park, I.Y., Noh, H.H., Park, Y.S., Kim, T.H., Jin, C.W., Kim, K.I., Yun, S.S., Oh, S.K., Kyung, K.S. : Residue patterns of Indoxacarb and Thiamethoxam in chinese cabbage grown under greenhouse conditions and their estimated daily intake. *Korean J. Environ. Agric.,* **27**, 92-98 (2008).
14. 윤숙자 : 배추김치 숙성중 Chlorpyrifos 잔류량 변화. 한국식품과학회지, **21**, 590-594 (1989).
15. 박광순, 민홍기, 황은주, 김종숙, 이종국 : 딸기의 농약잔류량에 미치는 세척의 효과. 충청북도 보건환경연구원보, **3**, 35-50 (1993).
16. 심애련, 최언호, 이서래 : 과일 채소중 말라티온 잔류분의 세척효과. 한국식품과학회지, **16**, 418-422 (1984).
17. 박주성, 김복순, 김일영, 신기영, 홍미선, 장민수, 조소영, 조성애, 박애석, 강희곤, 김정훈, 윤원영 : 야채에 잔류하는 유기인계 농약의 수세 및 가열에 따른 농도변화. 서울시보건환경연구원보, **30**, 165-178 (1997).

18. Cho, E.J., Lee, S.M., Park, K.Y. : Studies on the standardization of chinese cabbage kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **30**, 324-332 (1998).
19. Korea Food and Drug Administration : Food Code. Korea Food and Drug Administration, seoul, korea (2010).
20. Hwang, L.H., Cho, T.H., Cho, I.S., Eom, J.H., Choe, B.C., Park, Y.H., Kim, H.J., Kim, J.H. : Residue levels of pesticides in post-harvest treated import fruits during storage. *J. Fd. Hyg. Safety.,* **25(3)**, 245-250 (2010).
21. Available at http://www.hkn24.com/news.(2010).
22. Available at http://www.yonhapnews.co.kr.(2011).