pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 28, No. 1, pp. 31~35 (2013)

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

쌀의 세척 및 취반에 따른 잔류농약의 제거

황래홍* · 김애경 · 정보경 · 이재규 · 신재민 · 박영혜 · 박혜원 · 김민정 · 박경애 · 윤은선 · 김무상
서울특별시 보건환경연구원

Removal of Pesticides during Washing and Cooking of Rice

Lae-hwong Hwang*, Ae-kyung Kim, Bo-kyung Jung, Jae-kyoo Lee, Jae-min Shin, Young-hye Park, Hye-won Park, Min-jeong Kim, Kyung-ai Park, Eun-sun Yun, and Moo-sang Kim
Seoul Metropolitan Goverment Research Institute of Public Health and Environment
(Received October 9, 2012/Revised December 20, 2012/Accepted February 15, 2013)

ABSTRACT - In this study, the pesticide residues of polished rice and brown rice were measured after washing and cooking process. The initial concentrations of isoprothiolane and fthalide were 7.134 ± 0.03 mg/kg and 2.024 ± 0.04 mg/kg for polished rice, and 17.941 ± 1.41 mg/kg and 6.413 ± 0.19 mg/kg for brown rice, respectively. After first washing process, the removal rates of isoprothiolane were 23.0% (polished rice) and 18.5% (brown rice). Also, the case of fthalide, the removal rates were 14.0% and 9.7%, respectively. The removal dose was increased, but the removal rate was decreased in proportion to the number of washing process, After the cooking process, the removal rates of isoprothiolane and fthalide were 66.0% and 79.0% (polished rice), and 88.7% and 92.9% (brown rice), respectively. The removal rate of isoprothiolane was higher in the washing process, and the case of fthalide was higher in the cooking process. The optimum washing process for the pesticides removal was five times and the cooking process was the most effective to use the new water after soaking the rice in water during 30 minutes.

Key words: Pesticide, Rice, Washing, Cooking

농약은 병충해와 잡초를 효과적으로 방제함으로써 수확량을 높이고, 일손을 덜며, 품질 향상과 장기보존을 목적으로 사용되는 등 농업혁명에 크게 기여하여 왔다[1-3]. 이러한 농약의 공헌에도 불구하고 국민소득 향상으로 식품의 질적 향상을 추구하게 되면서 많은 사람들은 농산물의 안전성, 특히 잔류농약의 위해성에 대하여 깊은 우려를 나타내고 있다. 국내에서는 1968년부터 농산물 중 잔류농약 모니터링을 실시하였으며 1988년 9월 처음으로 17종 농약에 대해 잔류허용기준을 설정한 이후 2011년에는 425종의 농약에 대해 잔류허용기준을 설정하고 식품의약품안전청, 국립농산물품질관리원, 각 시도 보건환경연구원 등에서 매년 유통농산물에 대한 잔류농약 모니터링을 실시하고 있다[4].

식품 중의 잔류농약은 과량일 경우 사람에게 급성중독을 일으키지만, 소량으로 잔류되어 섭취되면 만성중독을 일으키게 되므로 잔류농약을 제거하는 기술이 중요시되고 있다[2]. 일반적으로 식품원료에 잔류하는 농약은 시간의 경과, 수세, 가공과정을 거치면서 많은 양이 제거되는 것으로 알려져 있으나[5] 주식인 쌀의 잔류농약 제거에 대한 정보는 상대적으로 미흡한 실정이다.

쌀은 모든 국민이 일상으로 섭취하는 관계로 잔류농약이 국민 보건상 중요한 문제이며 따라서 이들 잔류농약을 제거하거나 최소화하는 방법에 관한 연구가 필수적이라 생각된다. 현재까지 쌀의 조리, 가공 중 잔류농약의 함량 변화에 관한 연구는 이 등[6]이 쌀의 수세, 조리가공에 의한 chlorpyrifos 잔류량 분석에 관한 연구, 김 등[7]의 현미의 도정 및 가열조리에 의한 BHC의 잔류량 제거효과, 그리고 한 등[2]의 쌀의 저장온도, 세척 및 취반이 일부 농약 잔류의 제거에 미치는 효과 등이 있으나, 농약의 식이섭취량을 보다 현실적으로 평가하기 위해서는 벼의 잎도열병 등 쌀에만 특이적으로 많이 사용되고 있는 농약들에 대한 조리, 가공 중 제거율 데이터가 절실히 요구되고 있다.

현재 국내에서 벼의 도열병이나 이삭마름병 등에 사용되고 있으며 쌀에서 검출되고 있는 대표적인 농약으로 살균제인 isoprothiolane 등이 있는데[3-4] 이러한 농약은 살포시기와 종류에 따라 잔류성이 다양하기 때문에 실제 농약

*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

이 잔류하는 쌀을 제조하여 세척 및 취반 과정에서 농약의 잔류량 변화를 조사하는 것이 쌀에 대한 안전성 확보에 중요한 기초자료가 될 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 국내에서 생산되고 있는 벼의 잎도열병 등에 많이 사용되고 있는 isoprothiolane 과 fthalide 성분 농약을 대상으로 이들을 쌀에 임의로 부착시킨후 세척 및 취반을 통한 농도 변화를 조사하여 농약섭취를 감소시킬 수 있는 최적의 방법을 제시함으로써 안전한 농산물 확보를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

2012년 4월 서울시 강서구 소재 이마트에서 유통되는 쌀 (백미 및 현미)을 구매하여 예비실험을 거쳐 농약이 잔류하지 않은 것으로 확인된 시료를 실험에 사용하였다.

농약 및 시약

실험에 사용되는 농약으로 후치왕(isoprothiolane 40% 유제, 한국삼공(주)) 및 오부자(fthalide 20% 액상수화제, 한국삼공(주))를 구매하여 사용하였다. 농약 표준품은 모두 Dr. Ehrenstorfer(독일) 제품을, 농약 추출 등에 사용된 시약으로 acetonitrile, acetone, hexane 및 dichloromethane 은 잔류농약용(Wako, 일본)을 사용하였다.

농약풀(pesticide pool) 제조

구매한 농약 (오부자 및 후치왕) 각 1 mL 를 증류수 20 L 에 잘 혼합하여 농약 풀로 사용하였다.

쌀의 농약처리

시중에서 구매한 후 식품공전의 잔류농약 동시다성분 시험법[8]에 따라 예비시험을 실시하여 농약이 검출되지 않은 것으로 확인된 쌀 (백미 및 현미)을 실험에 사용하였다.

백미와 현미 각각 약 2 kg 씩을 농약풀에 20초간 침지 후 채반에 건져서 실온에서 24시간 동안 풍건 후 실험에 사용하였다.

쌀의 세척 및 취반

농약이 처리된 쌀 (백미 및 현미) 50 g을 취하여 시료 무게의 5배의 증류수(18ºC, 250 mL)를 가하여 약 2분간 15회 가볍게 손으로 저어서 세척한 후 채반에서 물기를 제거 후 농약분석 실험에 사용하였다. 세척은 각각 총 7회까지 반복하였으며 1,3,5,7회 세척 시료를 취하여 농약분석 실험에 사용하였다.

취반은 세척한 쌀 200 g 에 1.3배의 증류수(260 mL)를 가하여 전기압력밥솥 (삼성, 압력보온밥솥(SJ-A182))에서 약 40분간 가열 취반하였으며 취반후 전체 밥 무게를 측정하고 1/4(쌀 50 g 에 해당하는 양)을 취하여 실험에 사용하였다.

농약분석

농약분석은 각각의 분석시료를 취하여 식품공전의 동시다성분 시험법[8]에 준하여 다음과 같이 실시하였다.

시료 50 g(밥의 경우 쌀 50 g 에 해당하는 양) 을 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 농축건고 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 1 mL에 녹인 후 기기에 주입하여 분석하였다.

농약분석을 위한 기체크로마토그래피(Gas chromatograph (Agilent. 6890N, 미국))의 분석조건은 Table 1 과 같았으며 GC-MSD는 검출 농약의 확인 실험에 사용하였다.

결과 및 고찰

분석법의 회수율 및 검출한계

쌀과 밥에 Isoprothiolane 및 Fthalide 표준품의 희석용액

Table 1. Analytical condition of GC-ECD and GC-MSD

	ECD	MSD
Column	DB-5 30 m × 320 μm × 0.25 μm	DB-5MS 30 m × 0.26 mm × 0.25 μm
Inlet temp.	230ºC	250ºC
Oven temp.	150ºC(2min)-10ºC/min-240ºC(2min)-15ºC/min-270ºC(17min)	100ºC(2min)-10ºC/min-280ºC(10min)
Detector temp.	300ºC	-
Carrier gas flow	1.5 mL/min(N_2)	1 mL/min(He)
Mode	-	Full Scan
Injection vol.	1 μl	1 μl

Table 2. Pesticide residues after washing and cooking of polished rice (mg/kg)

pesticides / procedure	Isoprothiolane	Fthalide
Initial	7.134 ± 0.03	2.024 ± 0.04
After 1 washing	5.492 ± 0.09(23.0)	1.740 ± 0.41(14.0)
After 3 washing	4.005 ± 0.41(43.8)	1.492 ± 0.14(26.2)
After 5 washing	3.002 ± 0.23(57.9)	1.263 ± 0.08(37.5)
After 7 washing	2.888 ± 0.19(59.5)	1.178 ± 0.07(41.7)
After 5 washing and cooking rice	2.424 ± 0.48(66.0)	0.425 ± 0.08(79.0)

-Values are given as means ± standard error.
a) ()=Removal rates(%)

Table 3. Pesticide residues after washing and cooking of brown rice (mg/kg)

pesticides / procedure	Isoprothiolane	Fthalide
Initial	17.941 ± 1.41	6.413 ± 0.19
After 1 washing	14.607 ± 1.35(18.5)	5.793 ± 0.16(9.7)
After 3 washing	11.705 ± 0.61(34.7)	5.289 ± 0.16(17.5)
After 5 washing	9.749 ± 0.06(45.7)	5.039 ± 0.13(21.4)
After 7 washing	9.681 ± 0.38(46.0)	4.850 ± 0.50(24.3)
After 5 washing and cooking rice	2.022 ± 0.14(88.7)	0.454 ± 0.03(92.9)

-Values are given as means ± standard error.
a) ()=Removal rates(%)

을 각각 2.775 mg/kg 및 3.750 mg/kg 농도로 첨가하여 1시간 동안 정치시킨 후 잔류농약분석방법에 따라 분석하여 회수율을 측정한 결과 isoprothiolane은 쌀에서 92.2%, 밥에서 83.9%로 조사 되었으며 fthalide 의 경우 쌀에서 82.4%, 밥에서 76.7%로 조사 되었다. 검출한계는 isoprothiolane 및 fthalide 모두 0.01 mg/kg 으로 조사되었다.

쌀의 세척에 의한 잔류농약의 제거

백미의 세척에 의한 잔류농약의 제거 정도를 측정한 결과는 Table 2와 같았다. 농약처리 후 최초의 농도는 isoprothiolane의 경우 7.134 ± 0.03 mg/kg 이었으며, fthalide의 경우는 2.024 ± 0.04 mg/kg 이었다. 1회 세척 후에는 isoprothiolane의 경우 최초농도의 23%가 제거된 5.492 ± 0.09 mg/kg 이었으며, fthalide의 경우는 14%가 제거된 1.740 ± 0.41 mg/kg 로 세척횟수별 가장 많은 양의 농약이 제거된 것으로 조사되었다.

세척횟수의 증가에 따라 농약 제거율은 반비례 하여 감소하는 것으로 조사되었는데 특히 7회 세척의 경우 제거율이 isoprothiolane에서는 1.6% 로 fthalide에서는 4.2% 로 다른 세척횟수에 비해 급격히 감소하여 세척 효율이 떨어지는 것으로 조사되어(Fig. 1) 백미의 세척은 5회가 가장 효율적인 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 한 등[2], Farrow 등[9-10], 최[11], 김 등[12], 이 등[6]의 결과와 대체로 유사한 것으로 조사되었으나 대상 농약의 종류와 농도, 세척시 사용되는 물의 양 등에 따라 차이가 있기 때문에[1] 직접 비교 할 수는 없었다.

본 실험에서 7회 세척 후에도 전체 농약제거율이 모두 60% 를 넘지 않은 것으로 볼 때 isoprothiolane 과 fthalide 모두 잔류성이 강한 것으로 추정되며, 따라서 이러한 농약들은 세척만으로 완전히 제거가 어렵다는 것을 확인할 수 있었다.

현미의 세척에 의한 잔류농약의 제거 정도는 Table 3과 같은데 농약처리 후 최초의 농도는 isoprothiolane의 경우 17.941 ± 1.41 mg/kg 이었으며, fthalide의 경우는 6.413 ± 0.19 mg/kg 이었다. 현미의 초기농도가 백미에 비해 높은 것은 농약 풀에 침지시 현미의 거친 표면으로 인해 농약의 함유량이 상대적으로 높아졌기 때문으로 생각된다.

현미의 1회 세척 후에는 백미와 마찬가지로 isoprothiolane 과 fthalide 가 각각 18.5% 와 9.7% 가 제거된 14.607 ± 1.35 mg/kg 와 5.793 ± 0.16 mg/kg 로 조사되어 세척횟수별 가장 높은 농약 제거율을 보였으며, 7회 세척의 경우 역시 각각 9.681 ± 0.38 mg/kg 및 4.850 ± 0.50 mg/kg 로 전체 농약 제

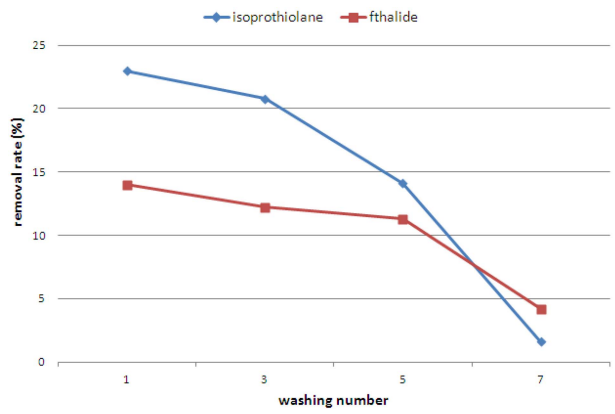

Fig. 1. Removal rate(%) of pesticides at each washing process of polished rice.

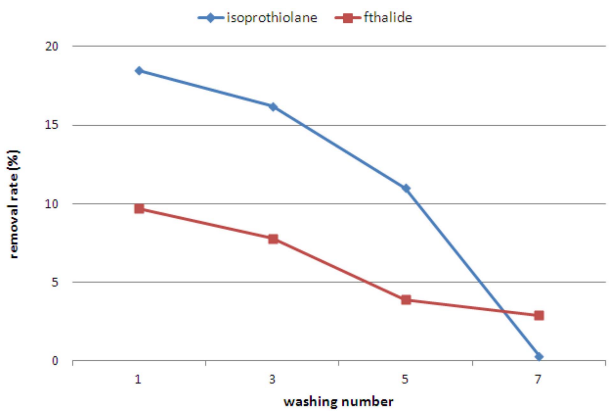

Fig. 2. Removal rate(%) of pesticides at each washing process of brown rice.

거율이 50%를 넘지 않은 것으로 조사되었다.

횟수별 농약 제거율에서도 7회 세척시에 isoprothiolane과 fthalide 가 각각 가장 낮은 0.3% 및 2.9% 로 조사되어(Fig. 2) 세척효율이 급격히 떨어지는 것을 확인할 수 있었으며 따라서 백미와 현미의 종류에 따른 농약제거 패턴의 큰 차이는 없는 것으로 생각된다.

쌀의 취반에 의한 잔류농약의 제거

백미의 취반에 의한 잔류농약의 제거 정도를 측정한 결과는 Table 2 및 Fig. 3 과 같았다. 농약 처리한 백미의 세척실험에서 5회 세척 시의 세척효율이 가장 높은 것으로 조사되어 본 실험에서는 5회 세척한 백미를 대상으로 취반후 잔류농약 농도를 측정하였다. 그 결과 isoprothiolane 및 fthalide 의 농도는 각각 2.424 ± 0.48 mg/kg 와 0.425 ± 0.08 mg/kg 로 조사되어 5회 세척 후 보다 각각 8.1% 및 41.5%, 그리고 초기농도에 비해서는 각각 66.0% 및 79.0%가 제거되는 것으로 조사되어 백미의 취반에 따른 isoprothiolane의 제거율이 fthalide에 비해 매우 낮은 것을 알 수 있었다.

또한, 전체 제거된 농약을 세척과 취반단계로 비교 시 isoprothiolane의 경우는 세척단계에서의 제거비율이 87.7%로 월등히 높았으며 반면 fthalide의 경우는 오히려 취반단계에서의 제거비율이 52.4%로 더 높은 것으로 조사되었다(Fig. 3). 이러한 결과는 fthalide에 비해 isoprothiolane이 취반시의 고온 및 압력에 훨씬 안정하다는 것을 보여주는 것으로 isoprothiolane은 유황유기계의 침투이행성 살균제 농약으로 빛과 열에 안정한 것으로 알려져 있으며 fthalide 역시 유기염소계 살균제로서 빛과 열에 안정한 것으로 알려져 있으나 본 실험에서는 isoprothiolane이 fthalide 보다 열에 더 안정한 것으로 조사되었다.

현미의 취반에 의한 농약 감소 정도를 실험한 결과는 Table 3 및 Fig. 4와 같은데 농약 처리한 현미의 세척실험

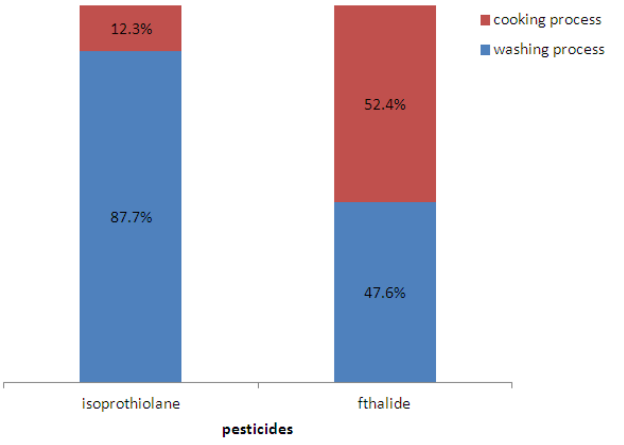

Fig. 3. Relative percentages of removal dose of pesticides during washing and cooking of polished rice.

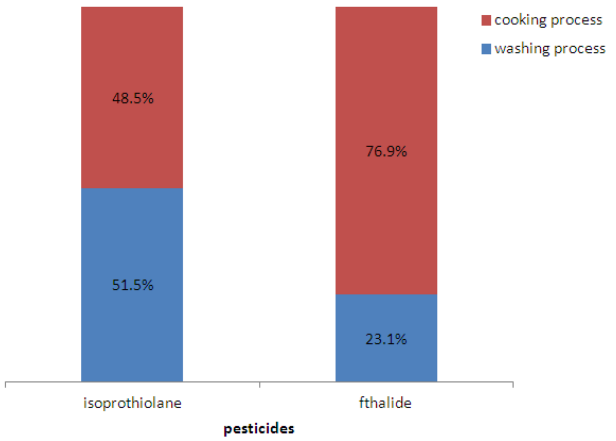

Fig. 4. Relative percentages of removal dose of pesticides during washing and cooking of brown rice.

에서 백미와 마찬가지로 5회 세척 시의 세척효율이 가장 높은 것으로 조사되어 본 실험에서는 5회 세척한 현미를 대상으로 취반후 잔류농약 농도를 측정하였다. 그 결과 isoprothiolane 및 fthalide의 농도는 각각 2.022 ± 0.14 mg/kg 와 0.454 ± 0.03 mg/kg 로 조사되어 5회 세척 후 보다 각각 43.0% 및 71.5% 감소하여 백미에 비해 세척단계에서 큰폭으로 감소하는 것으로 조사되었는데 이러한 감소정도는 현미의 표면에 기인한 초기농도가 높기 때문인 것으로 생각되며 최종농도는 백미와 비슷한 것으로 조사되었다. 취반후 현미의 농도는 초기농도에 비해서 각각 88.7% 및 92.9% 로 조사되어 백미에 비해 농약 제거율이 높은 것으로 조사되었는데 이 역시 상기와 같은 이유 때문인 것으로 생각된다.

한편 전체 제거된 농약을 세척과 취반단계로 나누어 비교하면 백미와 마찬가지로 isoprothiolane의 경우는 세척단계에서의 제거비율이 51.5%로 더 높았으며 fthalide 의 경우는 취반단계에서의 제거비율이 76.9%로 더 높은 것으로 조사되었다(Fig. 4).

이러한 결과는 백미와 현미가 표면의 차이로 인한 초기농도와 제거율이 일부 차이가 있으나 전체 제거패턴은 유사하다는 것을 보여주는 것이었다.

쌀의 불림에 의한 잔류농약의 제거

본 실험에서는 취반시 세척 후 30분간 불림에 따른 농약 제거율 차이를 조사 하고자 백미를 대상으로 불린 물을 그대로 사용한 것과 불린 물을 버리고 새 물로 취반한 경우 그리고 불릴 때 숯을 첨가하여 불린 후 불린 물을 버리고 새 물을 넣어 취반한 경우의 3가지 경우로 농약제거율을 실험하였으며 그 결과 isoprothiolane 과 fthalide 모두 불린 물을 버리고 새 물을 사용한 경우가 농약 제거율이 높은 것으로 조사 되었으며(Table 4) 불릴 때 숯을 가하여 불린 경우와 그냥 불린 경우는 엑셀을 이용한 t-검정

Table 4. Pesticide residues after washing and cooking of polished rice (mg/kg)

pesticides / procedure	Isoprothiolane	Fthalide
After 5 washing and cooking rice.	2.424 ± 0.48	0.425 ± 0.08
A	1.835 ± 0.75	0.343 ± 0.12
B	1.589 ± 0.17	0.264 ± 0.02

-Values are given as means ± standard error.
A) soak rice in water for 30min and cooking rice with new water.
B) soak rice in water add charcoal for 30min and cooking rice with new water.

결과 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 이러한 결과는 제갈성아 등[1]이 농약이 잔류시 불린 후 불린 물로 버리고 새 물을 넣어 불리는 경우 농약의 제거율이 높아질 것이라고 추정한 사실을 확인시켜 주는 것이었다.

이상의 시험결과 쌀에서 잔류농약을 제거하기 위한 세척 및 취반 방법은 5회 세척 후 30분간 불리고 새 물을 부어 취반을 하는 것이 가장 이상적인 것으로 조사되었다.

한편 실제 벼에 농약을 살포하여 수확 후 도장을 거치게 되면 잔류할 수 있는 농약의 농도는 매우 낮을 것으로 추정되는데 김 등[3]이 2008년도 지역특산품 중 잔류농약 실태조사에 따르면 isoprothiolane의 검출농도가 0.01-0.04 mg/kg 범위 이었으며, 또한 김 등[4]이 2011년도 잔류농약 모니터링 결과에 따르면 isoprothiolane 의 검출농도가 0.02 mg/kg 에서 최대 0.16 mg/kg 으로 조사된 걸로 미루어 볼 때 쌀의 세척 및 취반과정을 통하여 최종적으로 잔류할수 있는 농약의 농도는 거의 검출한계 이하인 안전한 수준일 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 쌀에 인위적으로 조성된 잔류농약이 세척 및 취반 과정에서 제거되는 정도를 측정하였다. 백미의 농약처리 직후 isoprothiolane 과 fthalide의 농도가 각각 7.134 ± 0.03 mg/kg 및 2.024 ± 0.04 mg/kg 이었으며 현미에서는 각각 17.941 ± 1.41 mg/kg 및 6.413 ± 0.19 mg/kg 이었다. 1회 세척 후 백미와 현미에서 isoprothiolane의 제거율은 각각 23.0% 및 18.5% 이었으며, fthalide의 제거율은 각각 14.0% 및 9.7% 이었다. 세척 횟수가 증가함에 따라 각 잔류농약의 제거량은 많아지나 제거율은 감소하였다.

취반 후 isoprothiolane 과 fthalide의 제거율은 백미의 경우 각각 66.0% 및 79.0% 이었으며 현미의 경우에는 각각 88.7% 및 92.9% 이었다. isoprothiolane의 경우 농약제거율이 취반과정보다 세척과정에서 더 높았으며, fthalide의 경우에는 취반과정에서 더 높았다. 농약제거를 위한 가장 적합한 세척 및 취반 방법은 5회 세척 후 30분간 물에 불리고 새 물로 취반하는 것이 가장 효과적인 것으로 조사되었다.

참고문헌

1. 제갈성아, 한영선, 김성애 : 쌀과 배추의 세척 및 가열에 의한 유기인계 농약의 제거효과, 한국조리과학회지, **16**, 410-415 (2000).
2. 한선희, 조한빈 : 쌀의 저장온도, 세척 및 취반이 일부 농약잔류의 제거에 미치는 효과, 식품위생안전성학회지, **14**, 9-16 (1999).
3. 김미라, 나미애, 정우영, 김창수, 선남규, 서은채, 이은미, 박유경, 변정아, 엄준호, 정래석, 이진하 : 지역특산품 중 잔류농약 실태조사, 농약과학회지, **12**, 323-334 (2008).
4. 김효영, 전영환, 황정인, 김지환, 안지운, 정덕화, 김장억 : 유통중인 관행 및 인증 농산물 중 곡류와 엽채류의 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가, 한국환경농학회지, **30**, 440-445 (2011).
5. Ekins, E.R. ; Effect of commercial processing on pesticide residue on selected fruits and vegetables. *J Assoc Off Anal Chem.,* **72**, 533-539 (1989).
6. Lee, S.R., Chlaes, R.M. and Shibamoto, T.: Analysis before and after cooking processes of a trace chlorpyrifos spiked in polished rice, *J. Agr. Food Chem.,* **39**, 906-908 (1991).
7. Younghwa, K., Hye-nam, K., Sang-soon, K. and Su-rae, L.: Elimination of BHC residues in the polishing and cooking processed of brown rice, *K. J. Food Sci. Technol.,* **11**, 18-25 (1979).
8. 식품의약품안전청 : 식품공전. 문영사, (2012).
9. Farrow, R.P., Lamb, F.C., Elkins, E.R., Kimball, J.R., and Cook, R.W.,: Removal of DDT, malathion and carbaryl from tomatoes by commercial and home preparative methiods, *J. Agr. Food Chem.,* **16**, 65-71 (1968).
10. Farrow, R.P., Lamb, F.C., Elkins, E.R., Kimball, J.R., Cook, R.W., Kawai, M. and Cortes, A.: Effect of commercial and home preparative procedures on parathion and carbaryl residue in Broccoli, *J. Agr. Food Chem.,* **15**, 290-294 (1972).
11. 최영진, 김세원, 고영수 : 과실 및 채소중 유기인계 농약에 관한 연구, 한국식품위생학회, **1**, 181-186 (1986).
12. 김남형, 이미경, 이서래 : 쌀의 취반중 Phenthoate 농약 잔류분의 제거, 한국식품과학회지, **28**, 490-496 (1996).