J. Fd Hyg. Safety 14(1), 9 - 16(1999)

쌀의 저장온도, 세척 및 취반이 일부 농약잔류의 제거에 미치는 효과

한선희† · 조한빈
서울특별시보건환경연구원

Effect of Storage Temperature, Washing, and Cooking on Postharvest-treated Pesticide Residues in Polished Rice

Sun-Hee Han† and Han-Bin Jo
Seoul Metropolitan Government Institute of Health and Environment

ABSTRACT — Effect of storage temperature, washing, and cooking on postharvest-treated pesticide residues in polished rice was investigated. After being traeted with each 500 mg/kg of captan, carbaryl, phenthoate, fenthion, fenitrothion, chlorpyriphos-methyl, pirimiphos-methyl, the polished rice was stored for 8 weeks at 4 and 30°C, respectively. The penetation rate of carbaryl was the highest as 27.5% and the others, 13 to 18%. The half lives of pesticide residues were estimated as 30 to 230 weeks at 4°C, but 1 to 12 weeks at 30°C. The residues were reduced faster at 30°C than at 4°C. The half lives of pesticide residues by water washing were estimated as 0.7 to 4.6 trials and the residues were removed with the washing trials. The residues of captan and carbaryl in cooked rice were removed 100 and 98%, respectively, comparing to initial residues concentration in treated rice but those of other 5 pesticides were removed 80%.

Key words □ Pesticide residue, Half life, Storage, Washing effect

농약은 병충해와 잡초를 제거하고 농산물의 품질과 생산성을 향상시키기 위해 사용되어 왔다. 그러나 식품에 잔류될 경우 국민건강에 심각한 문제를 초래할 위험이 있다.[1-3]

식품 중의 잔류농약은 과량일 경우 사람에게 급성중독을 일으키지만, 소량으로 잔류되어 섭취되면 만성중독을 일으키게 되므로 잔류농약을 제거하는 기술이 중요시되고 있다. 일부의 가공 처리 즉 세척, 통조림 제조공정, 냉동, 및 쥬스 착즙에 의한 농약 제거 효과에 관한 일련의 실험들이 이루어졌다.[4-16]

채소류의 잔류농약은 수세, 다듬기, 데치기, 가열 등 여러 가지 조리와 가공처리에 의해 일부 제거되며, 저장기간이 경과됨에 따라 소실됨이 보고되어 있다. 그러나 우리의 주식인 쌀에 대한 잔류농약의 제거에 대한 연구는 미흡한 실정에 있다.

이 등[16]은 쌀에 chlorpyriphos를 500 ppb 농도로 부착시킨 후 수세와 조리에 의한 chlorpyriphos의 잔류량에 관해 연구한 결과 수세과정에 의해 60%의 chlorpyriphos가 제거되었으며 취반에 의해서는 초기 chlorpyriphos량의 70%가 제거되었다고 보고하였다. 김 등[17]은 10분도미와 7분도미에서 취반에 의한 BHC 잔류량 제거효과를 실험한 결과 10분도미에서는 77~86%가 제거되었고, 7분도미에서는 41~69%의 BHC가 제거되었다고 보고하였다. 그리고 Ishikura 등[18]은 14종의 유기인계 농약을 쌀에 첨가하여 취반한 후 이 들 유기인계 농약의 잔류량에 대해서 연구한 결과 20~93.5% 의 농약이 감소되었다고 보고하였으며, Mukherjee 등[19]은 쌀을 수세 및 가열조리하는 동안 농약잔류의 소실에 대하여 보고하였다. 김[20] 등은 쌀의 취반 중 phenthoate의 제거에 대한 연구 결과를 보고하였다.

본 연구에서는 쌀에 많이 사용되고 있는 농약 중에서 captan, carbaryl, fenitrothion, fenthion, phenthoate, chlorpyriphos-methyl, pirimiphos-methyl 성분들에 대해서 세척, 취반 및 저장온도에 의한 잔류량의 변화를 측정하고 이 결과를 토대로 잔류농약의 반감기를 예측하고자 하였다.

† Author to whom correspondence should be addressed.

재료 및 방법

재료

백미와 농약—백미는 철원 오대쌀(김화농업협동조합: 20 kg)을 양재동 양곡도매시장에서 구입하였고, 그로메유제(chlorpyriphos-methyl 25%, 한농), 피리포유제(pirimiphos-methyl, 25%, 영일), 스미치온수화제(fenitrothion 40%, 동방), MPP 수화제(fenthion 25%, 영일), PAP수화제(phenthoate 40%, 미성), 세빈수화제(carbaryl 50%, 영일), 새론수화제(captan 50%, 영일)을 홍농종묘에서 구입하여 사용하였다.

시약—농약표준품은 Riedel-de Haen Chemicals의 것을 사용하였고, Acetone, n-hexane, dichloromethane, benzene, acetonitrile 등 유기용매는 일본 Wako Pure Chemical 사의 잔류농약용을, Avicel과 Darco G-60은 각각 독일 Merk사와 Aldrich사의 것을, florisil은 미국의 Sigma사의 column chromatography용을 사용하였다.

기기—분석에 사용된 기기는 Hewlett Packard 5890A gas chromatography-ECD/NPD(GC-ECD/NPD)와 Waters 486 turnable absorbance detector HPLC(UV-HPLC)를 사용하였다. Rotary vacuum evaporator는 Buchi 110(Brinkmann Instruments Inc., Switzerland)를 사용하였으며 chromatographic column은 fritted disc와 teflon stopcock가 부착된 pyrex column(15 mm×30 cm, Arthur H. Tomas Co., U.S.A.)을 사용하였다.

실험방법

백미의 농약처리—홍농 종묘에서 구입한 7종의 상품 농약을 물 20 L에 혼합하여 각각의 농약농도가 500 mg/L 인 농약수용액으로 조제하였다. 백미 7 kg을 농약수용액에서 3시간 침지시키고 농약수용액을 제거한 후 24시간 풍건하였다. 초기농도는 풍건된 시료 일정량을 분취하여 -20°C에 보관한 후 분석하였다.

잔류농약의 분석—잔류농약분석은 보건복지부 농산물 농약 잔류허용기준시험법 및 일본잔류농약분석법의 다성분 분석법을 변형하여 사용하였으며[21-26] 전체적인 처리과정은 Fig. 1과 같다.

즉 채취한 시료를 30% 물함유 actone 100 m*l*에 20분 침지한 후 5분간 고속 균질화하여 5A여지로 여과하고 잔류물은 다시 30% 물함유 actone 100 m*l*을 붓고 5분간 고속 균질화하여 여과하였다. 그리고 40°C 이하의 수욕상에서 actone만을 날려 보내고 분액여두에 넣은 다음 30% NaCl 용액 200 m*l*를 넣고 흔들어 섞은 후 20% dichloromethane 함유 n-hexane 100 m*l*씩으로 10분간 2회 추출한 후 NaCl 용액 부분은 버리고 50 ml 증류수로 가볍게 흔들어 세정한 후 무수 황산나트륨과 1 PS로 탈수 여과하였다. 40°C 이하의 수욕상에서 여액을 농축한 후 잔류물을 actone 10 m*l*로 녹였다. 안지름이 15 mm의 칼럼에 florisil 10 g을 n-hexane에 넣어 slurry 상으로 충진시키고 그 위에 무수황산나트륨 5 g을 충진시켜 n-hexane 100 m*l*로 세정한 후 잔류물을 녹인 actone액을 넣고 유출용매인 benzene 150 m*l*를 부어 1분에 2~3방울씩 떨어지도록 칼럼을 통과시켰다. 40°C 수욕상에서 유출 용매를 증발시킨 후 actone으로 일정한 부피로 하여 GC-ECD/NPD 및 UV-HPLC로 측정하였다. 농약의 표준원액을 각각 100 μg/m*l*로 만들어 냉장 보관한 후 분석할 때 1~10 μg/m*l* 농도범위로 희석하여 사용하였다.

각 기기의 측정조건은 Table 1과 같다.

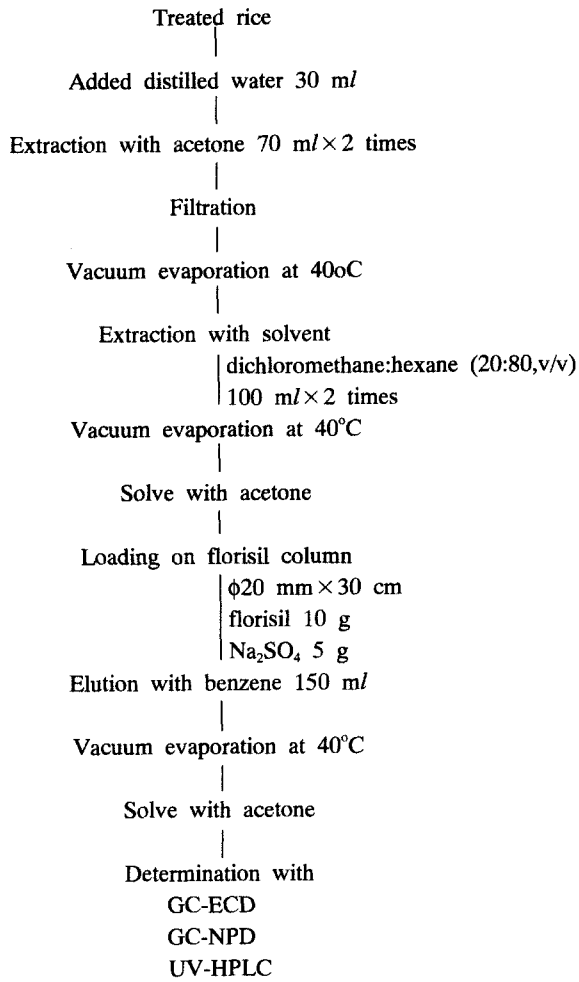

Fig. 1. Preparation for determination of pestiside residues.

저장온도 효과

농약 처리된 백미를 각각 4°C와 30°C에 8주간 저장하면서 매 주마다 시료를 일정량씩 채취하여 농약잔류량을 측

Table 1. Operating condition of the instruments

Hewlett packard 5890 GC	
Detector	ECD/NPD
Column	SPB 608(30 m×0.53 mm×0.5 mm)
Oven temp (°C)	200
Injector temp (°C)	230
Detector temp (°C)	250
Waters HPLC	
Detector	UV486
Column	μ Bondapak C_{18}
Wave length	280 nm
Mobile phase	AcCN:H_2O (40:60, v/v)
Flow rate	0.8 ml/min
Integrator	Waters 746

정하였다.

세척 효과

농약 처리된 백미를 5배(w/v)의 증류수에 20분 침지하고 5분간 저어서 세척하고 체에 거른 후 일정량씩 채취하여 농약잔류량을 측정하였다. 세척은 7회까지 반복하였다.

취반효과

농약 처리된 백미를 위와 같은 방법으로 5회 세척하고 1.3배(w/v)의 증류수를 넣고 전기밥솥(RJ 1511B, 금성사)에서 25분간 가열 취반하여 밥 중의 농약잔류량을 조사하였다.

반감기

측정된 농약잔류량을 토대로 모델식 잔류량=초기농도 $2^{-t/t_{0.5}}$ (t=시간, $t_{0.5}$=반감기)를 이용하여 SAS로 통계 분석하여 반감기와 모델식의 결정계수를 계산하였다.

결과 및 고찰

농약 처리된 백미 중의 초기 잔류량

혼합 농약 수용액(500 mg/L) 에 3시간 침지시켜 풍건한 백미 중의 초기 잔류 농도를 Fig. 1과 같이 처리하여 초기잔류농도를 측정하였으며 이 때 침지시키지 않은 쌀을 대조군으로 사용하였다. 그 결과는 Table 2와 같다.

Captan 외 6종의 농약의 초기잔류농도는 평균 69.81~138.92 ppm의 범위로 나타났다. 농약의 종류에 따라 침투율은 다르게 나타났지만 대체로 13~18% 내외로 나타났다. 다만 carbaryl의 경우만 초기농도 138.92 ppm, 침투율 27.5%로서 다른 6종에 비해서 높게 나타났다.

Majslova 등[27]은 감자에 CIPC{isopropyl-N-(3-chlorophenyl) carbamate}를 처리하였을 때 침투율은 11~21%로 나타났다고 하였으며, Nell 등[28]은 감자에 CIPC{isopropyl-N-(3-chlorophenyl) carbamate}를 1% 농도로 처리하였을 때 감자 껍질에서 250~300 ppm, 감자속부위에서 3.7~5.8 ppm의 초기농도가 나타났다고 보고하였다. 따라서 감자에서의 CIPC의 평균침투율은 14% 로서 본 실험의 쌀의 경우와 유사한 것으로 생각되었다.

Table 2. Initial residue concentration and penetration rate after being applied pesticides

Pesticides	Initial residue concentration (mg/kg)	Penetration rate (%)
Captan	88.17±10.91*	17.6
Carbaryl	138.92±18.98	27.5
Fenitrothion	93.31±5.86	18.7
Fenthion	83.09±5.13	16.6
Phenthoate	90.82±6.40	18.2
Chlorpyriphos-methyl	83.91±5.91	16.8
Pirimiphos-methyl	69.81±3.37	13.9

*: mean±standard deviation

저장온도의 효과

농약 처리된 쌀의 저장온도별 잔류량의 변화를 알아보기 위하여 각각 4°C와 30°C에 8주간 저장하면서 측정한 결과는 Fig. 2, 3과 Table 3, 4와 같다.

4°C의 저온에 저장하는 동안 농약잔류량에는 거의 변화가 없었고 carbaryl의 경우는 초기농도에 비해서 약간 감소한 것으로 나타났다. Table 3에서와 같이 Carbaryl은 반감기가 30.4주로 가장 짧았고 fenthion은 230주가 지나야 초기농도의 절반으로 감소되므로 매우 늦게 분해되는 것으로 나타났다. 따라서 농약 처리된 백미를 4°C에 저장하는 경우 잔류 농약은 거의 소멸되지 않는 것으로 생각되었다.

Ulo 등[29]은 benomyl과 captan을 처리한 배를 -1°C의 저온에서 6개월간 저장하면서 농도의 변화를 관찰한 결과 benomyl의 경우는 185일 후의 잔류농도가 초기농도의 81%까지 잔류하고 있었으며 captan의 경우도 변화가 인정되지 않았다고 하였다.

Elkins 등,[5] Falow 등,[7,8] Lamb 등[10,11]의 저온 저장실험에서도 조사된 농약의 대부분이 감소하지 않는다고 보고하고 있어 본 실험과 일치하였다.

30°C에 저장하였을 경우 Fig. 3에서 보는 바와 같이 4°C에서의 저장과는 달리 저장기간이 경과됨에 따라 상당히 빠르게 감소되었다. Captan의 경우는 초기 2주이내에 초기농도의 90%가 소멸되었다. 즉 captan의 반감기는 1.1주이므로 30°C의 저장 유통 중에 소멸될 가능성이 매우 높았다

($p<0.0001$, $r^2=0.85$).

Fenitrothion과 chlorpyriphos-methyl의 경우는 반감기가 각각 3.1, 3.9주로 captan에서와 같은 급격한 소멸 효과는 나타나지 않았으나 실험한 다른 유기인제 농약보다는 더 큰 감소 추세를 나타냈다. Fenthion과 pirimiphos-methyl은 저장 중에 변화가 가장 적은 것으로 나타났다($p<0.0001$, r^2

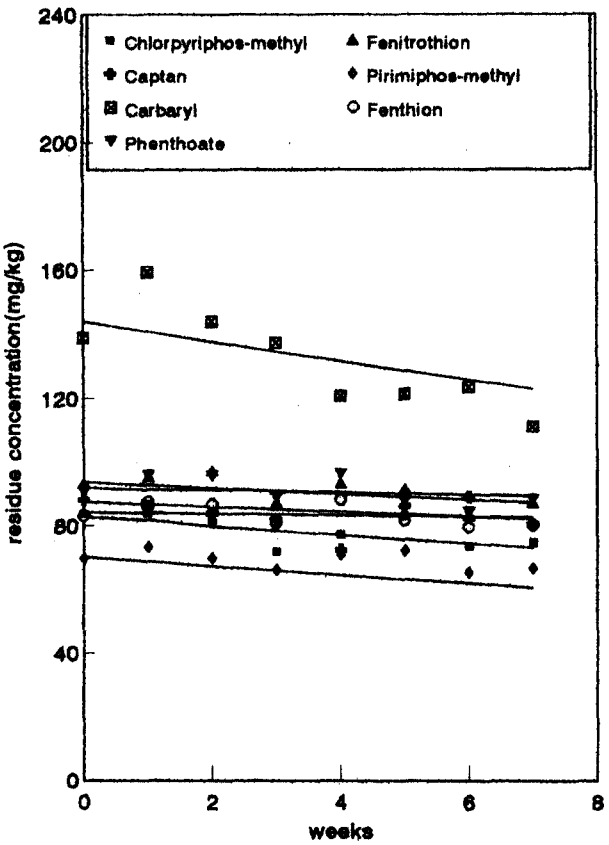

Fig. 2. Changes of pesticide residues during storage at 4°C.

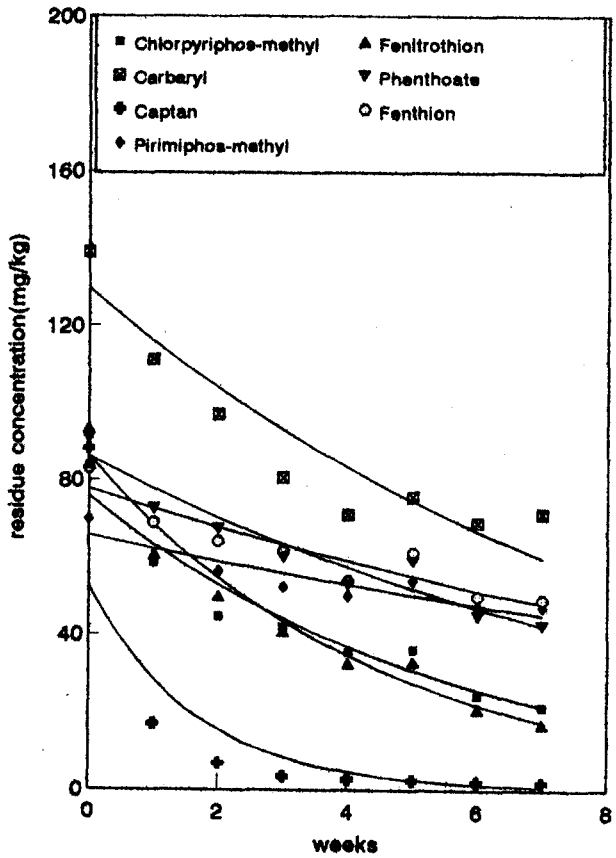

Fig. 3. Changes of pesticide residues during storage at 30°C.

Table 3. Half life of pesticide residues during storage at 4°C

	Captan	Carbaryl	Fenitrothion	Fenthion	Phenthoate	Chlorpyriphos-methyl	Pirimiphos-methyl
Initial (mg/kg)	87.56***	144.07***	93.70***	84.21***	92.05***	82.65***	70.24***
Half life (week)	73.7	30.4**	66.5	230.5	154.1	39.2***	92.2
R^2	0.0180	0.2810	0.0988	0.0132	0.0221	0.1921	0.0929

*p<0.05; **p<0.001, ***p<0.0001

Table 4. Half life of pesticide residues during storage at 30°C

	Captan	Carbaryl	Fenitrothion	Fenthion	Phenthoate	Chlorpyriphos-methyl	Pirimiphos-methyl
Initial (mg/kg)	52.36***	129.55***	86.22***	77.80***	86.20***	75.88***	65.27***
Half life (week)	1.1***	6.3***	3.1***	10.1***	6.8***	3.9***	12.8***
R^2	0.8522	0.8257	0.9528	0.7616	0.8701	0.9205	0.6890

*p<0.05; **p<0.001, ***p<0.0001

=0.76; 0.68). 대체로 30°C에서 저장한 경우는 4°C 저장에서와는 달리 저장기간이 경과됨에 따라 농약의 잔류량은 더 빠르게 감소되는 것으로 나타났다.

Elkins 등[30]은 시금치와 살구를 이용한 공정과 저장실험을 한 결과 저장기간에 따라서 농약의 대부분이 감소하였다고 보고하였으며 김[31]의 실험에서도 농약을 부착시킨 채소를 자연 환경계에 방치하였을 때 시간의 경과에 따라 잔류농약이 감소되었다고 보고하였으며, Nell 등[28]은 감자에 CIPC를 0.1%로 처리하여 5°C와 20°C에 저장한 후 잔류량을 측정한 결과 5°C에 저장한 경우가 20°C에서 저장한 경우보다 CIPC가 유의하게 높게 검출되었으며 저장기간이 길어질수록 잔류량은 감소하였다고 보고하고 있어 본 실험의 결과와 일치하고 있다.

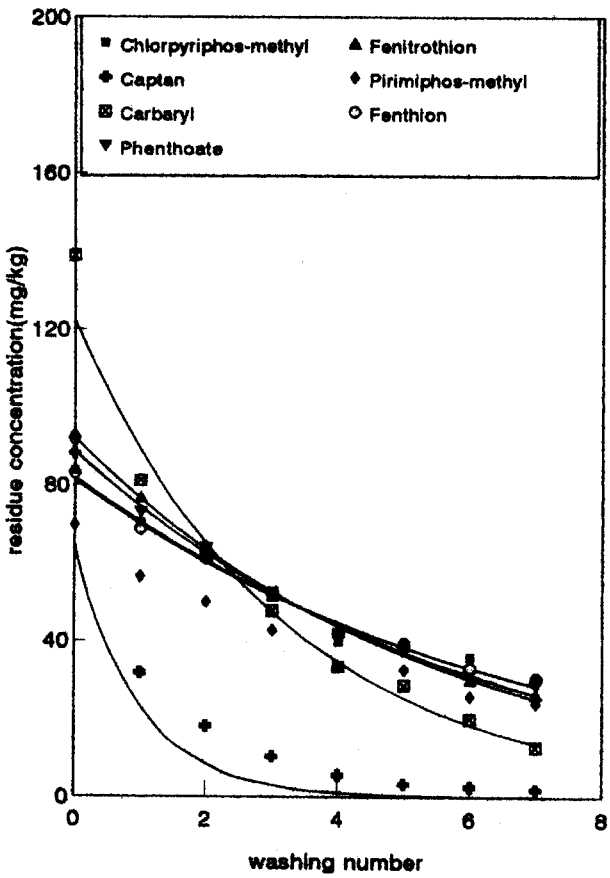

Fig. 4. Effect of washing on pesticide residues in rice.

세척에 의한 잔류농약의 제거 효과

농약제거에 미치는 세척효과를 알아보기 위해서 농약처리된 백미를 세척한 후 농약 잔류량을 측정한 결과는 Fig. 4와 Table 5와 같다.

Fig. 4와 Table 5에서와 같이 captan과 carbaryl에서의 세척효과는 다른 농약보다도 매우 높은 것으로 나타났다. Captan의 경우 1회 세척만으로도 초기 잔류량의 50% 이상이 제거되는 것으로 나타났으며 5회 세척을 한 결과 초기농도의 98%까지 제거되는 것으로 나타났다. Carbayl의 경우는 2회 세척에서 초기농도의 50% 제거된 것으로 나타났으며 5회 시험한 결과 초기농도의 90% 까지 제거된 것으로 나타났다. 따라서 captan과 carbaryl의 경우는 세척효과가 매우 높은 것으로 생각되었다. 그러나 유기인제 농약인 chlorpyriphos-methyl, pirimiphos-methyl, fenitrothion, fenthion, phenthoate은 captan, carbaryl과는 달리 5회 세척하였을 때 초기농도의 50%가 제거됨으로써 세척효과가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

농약제거를 위한 침지쌀에서의 세척효과는 세척회수가 증가할수록 효과는 큰 것으로 나타났는데 이는 Farrow 등,[7,8] 최,[33] 심,[34] 이[35]의 결과와도 일치하는 것으로 나타났다.

Elkins[30]는 carbaryl의 경우 세척에 의해 토마토에서는 97%가 제거되었으며 시금치에서 87%, 브로콜리의 경우는 77%가 제거되었다고 보고하였다. 그러나 diazinon의 경우 토마토에서 88%가 제거되었으나 시금치에서는 11%가 오히려 증가한 것으로 나타났다고 보고하였다. 또한 malathion의 경우는 95%의 제거율을 나타낸 반면에 parathion은 9%의 제거율 혹은 11%의 증가율을 나타냈다고 하였다. 이[32] 등에 의하면 무에서의 EPN의 세척효과를 보면 25%의 제거율을 나타냈다고 보고하고 있으며 초기 1회 세정에 의하여 약 7%의 제거효과가 나타났다고 보고하엿다.

김[20] 등은 쌀에 인위적으로 phenthoate를 부착시킨 후 수세하면서 제거되는 비율을 조사한 결과 약 51%가 제거되었다고 보고하였다. 이[16] 등은 쌀에서의 chlorpyriphos는 수

Table 5. Half life of pesticide residues after washing

	Captan	Carbaryl	Fenitrothion	Fenthion	Phenthoate	Chlorpyriphos-methyl	Pirimiphos-methyl
Initial (mg/kg)	65.03***	122.13***	92.13***	81.26***	88.62***	81.99***	68.33***
Half life (week)	0.7***	2.2***	3.7***	4.6***	4.0***	4.6***	4.2***
R^2	0.9526	0.9351	0.9309	0.9218	0.9307	0.8779	0.9428

*p<0.05; **p<0.001, ***p<0.0001

Table 6. Pesticide residues after washing and cooking, and removal rates

Items \ Pesticide	Captan	Carbaryl	Fenitrothion	Fenthion	Phenthoate	Chlorpyriphos-methyl	Pirimiphos-methyl
Initial concentration (mg/kg)	88.17[a]	138.92[a]	93.31[a]	83.09[a]	90.82[a]	83.81[a]	69.81[a]
After 5 washing (mg/kg)	3.34[b]	28.32[b]	38.85[b]	39.48[b]	37.53[b]	39.31[b]	34.48[b]
After cooking rice (mg/kg)	0.00[c]	2.59[c]	17.77[c]	20.74[c]	18.50[c]	15.14[c]	16.08[c]
Removal rate (%)	100.0	90.9	54.2	47.5	50.7	61.5	53.4
Total removal rate (%)	100.0	98.1	80.9	75.0	79.6	81.9	76.9

[abc]: different superscipts within a row indicate significant difference ($p<0.0001$).

세에 의해 65%가 제거되었다고 보고하였으며 김[17] 등은 도정한 쌀에서 BHC의 세정에 의한 제거효율을 조사한 결과 7분도미의 경우는 31%, 10분도미의 경우는 34%가 제거되었다고 보고하였다.

다른 연구의 결과들은 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보이는 것으로 생각되었으며 쌀에 잔류하는 농약은 세척만으로 완전한 제거는 어려운 것으로 나타났다. 또한 쌀에 부착된 농약들이 세척에 의한 제거율이 다르게 나타나는 것은 농약의 특성에 따라 쌀 표면에 부착되는 양과 내부침투력이 다르기 때문인 것으로 생각되었다.

취반에 의한 제거효과

5회 세척한 쌀을 1.3배(w/v)의 물을 넣고 25분간 전기밥솥으로 취반한 후 농약의 잔류량을 측정한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6과 같이 취반후 captan은 검출되지 않음으로서 모두 제거된 것으로 나타났으며, carbaryl은 2.59 mg/kg으로 취반과정에 의해서 91%가 제거된 것으로 나타났다. 반면에 유기인계 농약인 chlorpyriphos-methyl은 61.5%, pirimiphos-methyl은 53.4%, fenitrothion은 54.5%, fenthion은 47.5%, phenthoate은 50.7%의 제거율을 나타냈다. 최초의 잔류농약함량에 대해서 captan은 100%, carbaryl은 98.1%, 기타 유기인계농약은 80%가 취반과정에 의해서 제거된 것으로 나타났다.

김[20] 등은 쌀의 취반과정에 의한 phenthoate의 제거율이 59%라고 보고하였으며, 이[16] 등은 취반과정을 통해서 쌀에 잔류되어 있는 chlorpyriphos의 71%가 제거되었다고 보고하였고, 김[17]의 실험에서는 BHC가 10분도미의 경우에는 81.5%, 7분도미에서는 55% 가 제거되어 도정율이 높은 쌀에서 BHC의 제거율이 높았다고 보고하였다. Mori,[36] 김,[31] 심,[34] 이[35] 등의 보고에서는 온도가 높을수록 농약의 제거효과가 높아지며, 100°C에서는 거의 대부분의 농약이 제거됨을 보고하였다. Ishikura 등[18]은 취반과정이 유기인계 농약의 잔류에 미치는 영향을 연구한 결과 잔류율이 20~80% 정도로 차이가 있었다고 보고하였다. 그 이유는 농약의 성질에 따라서 취반과정 중 열분해와 수증기 증류에 의해서 감소되는 정도가 다르기 때문이며, 농약은 열분해와 수증기 증류에 안전한 화합물, 열에는 안정하나 수증기증류에 민감한 물질, 열과 수증기 증류에 모두 민감한 물질 등 세 그룹으로 나눌 수 있다고 하였다. 본 실험에서 세척과 취반과정에서 농약에 따라 제거율에 차이가 나타난 것은 농약의 특성때문인 것으로 생각되었다.

Hearnsberger 등[37]은 소고기를 canning하였을 때와 가열조리하였을 때 DDT 의 양이 어떻게 변화하는 가를 조사한 결과 17%의 감소율을 보였다고 보고하였다.

본 실험에서도 captan과 carbaryl은 30°C 저장에서 초기 2주 이내에 급격한 감소를 나타냈고 취반에 의해서도 98% 이상의 제거효과가 나타났다. 따라서 이 들 농약은 열에 의하여 쉽게 제거되는 것으로 생각되었다.

국문요약

쌀에 많이 사용되고 있는 농약 중 captan, carbaryl, fenitrothion, fenthion, phenthoate, chlorpyriphos-methyl, pirimiphos-methyl을 백미에 침투시킨 후 30°C와 4°C에서 8주간 저장하여 저장 중 잔류량의 변화를 조사하였다 또한 농약처리된 백미를 물로 세척하여 물세척에 의한 잔류농약의 제거효과와 취반에 의한 제거효과도 조사하였다. 농약이 백미에 대한 침투효과는 carbaryl이 27.5%로 가장 높았고 나머지 농약은 13~18% 이었다. 농약처리된 백미를 4°C에서 저장한 경우 반감기가 30-230주로 매우 느리게 소멸되었다. 30°C에서 저장한 경우 반감기

는 1~12주로 상당히 빠르게 소멸되었다. 특히 captan은 반감기 1.1주로 가장 빨랐고, pirimiphos-methyl은 반감기 12.8주로 가장 느리게 소멸되었다. 물세척에 의하여 잔류농약은 반감기 0.7~4.6회로 세척회수가 증가됨에 빠르게 제거되었다. Captan은 반감기 0.7회로 가장 빠르게 감소되었고 carbaryl은 2.2회, fenthion은 4.6회로 가장 느리게 제거되었다. 물세척 5회와 취반과정에 의하여 captan과 carbaryl은 각각 초기잔류량의 100%와 98%가 제거되었으나 fenthion은 75%만이 제거되었다.

참고문헌

1. Kojima, K.: 食品中殘留農藥許容基準の世界各國における規制, *Food Sanitation Reserch,* **32**, 38-44 (1984).
2. 厚生省 環境衛生局 식품화학課 : 殘留農藥行政の推移, 食品化學, **34**, 133-143 (1986).
3. 농촌진흥청: 농촌진흥청 식환시험연구보고서, 1967.
4. Deura, H.: Studies on removal of residual pesticides from fruits and vegetables by washing, *J. Food Hyg. Soc. Japn,* **13**, 36-40 (1971).
5. Elkins, E.R., Lamb, F.C., Farrow, R.P., Cook, R.W., Kawai, M. and Kimball, J.R.: Removal of DDT, malathion and carbaryl from green beans by commercial and home preparative procedures, *J. Agr. Food Chem.,* **16**, 962-966 (1968).
6. Elkins, E.R., Farrow, R.P. and Kim, E.S.: The effect of heat processing and storage on pesticide residues in spinach and apricots, *J. Agr. Food Chem.,* **20**, 286-291 (1972).
7. 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 methods, *J. Agr. Food Chem.,* **16**, 65-71 (1968).
8. Farrow, R.P., Lamb, F.C., Elkins, E.R., Kimball, J.R., Cook, R.W., Kawai, M. and Cortes, A.: Effect of commerial and home preparative procedures on parathion and carbaryl residues in Broccoli, *J. Agr. Food Chem.,* **15**, 290-294 (1972).
9. Hemphill D.D., Baldwin R.E. and Deguzman A.: Effect of washing, trimming and cooking on levels of DDT and derivatives in green beans, *J. Agr. Food Chem.,* **15**, 290-294 (1967).
10. Lamb, F.C., Farrow, R.P., Eliins, E.R., Kimball, J.R. and Cook, R.W.: Behavior of DDT in potatoes during commerical and home preprration, *J. Agr. Food Chem.,* **16**, 272-275 (1968).
11. Lamb, F.C., Farrow, R.P., Eliins, E.R., Kimball, J.R. and Cook, R.W.: Removal of DDT, parathion and carbaryl from spinach by commercial and home preparative methods, *J. Agr. Food Chem.,* **16**, 967-973 (1968).
12. 박건상: 국산 다류중 유독성 잔류농약에 관한 연구, 고대 식량개발대학원 석사학위논문, 1984.
13. 어연우: 기체-액체크로마토그라피에 의한 농작물중 카바메이트계 농약의 동시분석에 관한 연구, 한양대학교 산업대학원 석사학위논문, 1988.
14. 김소자: 농작물중 카바메이트계 살충제의 잔류량에 관한 연구, 상지실전 논문집, **16**, 519-529 (1988).
15. 이해근, 이병무, 박영선: 현미중 농약잔류에 관한 조사연구, 농시논문집(작물보호편), **30**, 52-58 (1988).
16. Lee, S.R., Chlaes, R.M. and Shibamoto, T.: Analysis before and after cooking cooking processes of a trace chlorpyrifos spiked in polished rice, *J. Agr. Food Chem.,* **39**, 906-908 (1991).
17. 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).
18. Ishikura, S., Onodera, S., Sumiyashiki, S., Kasahara, T., Nakayama, M. and Watanabe, S.: Evaporation and theramal decomposition of organophosphous pesticides during cooking of rice, *J. Food Hyg. Soc. Japan,* **25**, 203-208 (1984).
19. Mukherjee, G., Banerjee, T., Mukherjee, A. and Mathew, T.V.: Loss of pesticide residues from rice and flour during baking and cooking, *Research and Industry,* **18**, 85-88 (1973).
20. 김남형, 이미경, 이서래: 쌀의 취반 중 Phenthoate 농약 잔류분의 제거, 한국식품과학회지, **28**, 490-496 (1996).
21. Aoki, Y., Mitsuhara, T. and Uchiyama, M.: Comparative study of methods for the extraction of eleven organeophosphorus pesticide residues in rice, *J.A.O.A.C.*, 58, (1975).
23. Mam, B., Sander, W. and Bary, T.L.: Combined gas chomatography-mass spectrometry of multiple chlorined pesticides reside in food, *J.A.O.A.C.* **54**, 99-105 (1971).
23. Mitsuhara, T.: Method of pesticide residued in agicultural crops, *Food Sanitation Research,* **34**, 61-68 (1986).
24. 田辺弘也: 殘留農藥の分析. 講談社サイエンティフィク, 日本, pp. 27-76 (1971).
25. 보건복지부: 식품공전. 한국식품공업협회 (1995).
26. 後藤眞康, 加藤誠哉 : 殘留農藥分析法. ソフトサイエンス社 , 日本, pp. 75-140 (1972).

27. Majslova, J. and Davidek, J.: Sprout inhibitors IPC and CIPC in treated potatoes, *Nahrung*, **30**, 75-80 (1986).
28. Nell, I.M., Sharada, D., Cyrus, B.M. and Colleen, M.W.: Effect of storage time, temperature, and cooking on isopropyl-N-(3-Chlorophenyl) carbamate levels in potatoes, *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 197-199 (1992).
29. Ulo, K., Roderick, D.I., Mellinthin, W.M. and Max, L.D.: Residues of benomyl and captan in postharvest- treated pears in cold storage, *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 400-403 (1991).
30. Elkins, E.R.: Effect of commercial processing on pesticide residues in selected fruits and vegetables, *J.A.O.A. C.*, **72**, 533-536 (1989).
31. 김구환: 生食野菜類 중의 殘留農藥에 관한 연구, 숭실대학교 산업대학원 석사학위논문 (1989).
32. Mi-gyung, L. and Su-rae, L.: Removal of EPN residues in washing and cooking process of chinese cabbage and radish, *Foods and Biotech.*, **4**, 207-211 (1995).
33. 최영진, 김세원, 고영수: 과실 및 채소중 유기인계 농약에 관한 연구, 한국식품위생학회, **1**, 181-186 (1986).
34. 심애련: 과일, 채소 중 말라치온 잔류분의 세척효과에 관한 연구, 숙명여대 석사학위논문 (1984).
35. 이유숙: 채소류의 처리조건에 따른 유기인제 농약의 잔류에 관한 연구, 원광대학교 대학원 석사학위논문 (1992).
36. Mori, Z. and Tamura, J.: Studies on removal of residual pesticides from fruits and vegetables by washing, *J. Food Hyg. Soc. Japan*, **17**, 413-418 (1976).
37. Hearnsberger A.P., Kilgore L.T. and Rogers R.W.: Degradation of DDT in beef by canning and cooking, *J. Agric. Food Chem.*, **24**, 677-678 (1976).
38. Michel, G., Michel, De P. and Albert, B.: Aldicarb in edible potato crops: Agronomic interest and residues in tubers during growth and after cooking, *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 139-141 (1992).