

알칼리 수용액상에서 유기산염의 잔류농약 제거효과

이 재 덕[†] · 이 만 호*

(주)LG화학 생활과학연구소, *경북대학교 공과대학 공업화학과
(1999년 6월 23일 접수, 1999년 9월 7일 채택)

Removal Effect of Residue Pesticide of Organic Acid Salt in Alkali Aqueous Solution

Jae-duk Lee[†] and Man-Ho Lee*

Household & Personal Care Products R&D Institute, LG Chemical Ltd., Taejon 305-343, Korea

*Department of Industrial Chemistry, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

(Received June 23, 1999; accepted September 7, 1999)

요약: 본 연구는 유기산염 및 알칼리 원료를 사용해 야채 및 과일등에 잔류되어 있는 농약 및 유성오염의 제거효과를 GC와 세정력 측정장치를 사용해 조사했다. 일반적으로 잔류농약 등의 유성 오염원을 제거하기 위해서는 합성세제, 유기용제 등의 여러 방법이 있지만 본 연구에서는 특별히 식품첨가물 원료만 사용했다. 알칼리 수용액상에서 trisodium citrate를 사용했을 때 가장 우수한 결과를 나타냈는데, 기존의 화학 합성세제와 비교했을 때 우수한 농약제거력이 나타났다.

Abstract: In this study, removal effect of residue pesticides on vegetable and fruit using organic acid salt in alkali solution were investigated by gas chromatography and measurement of detergency. Generally, for the removal methods of residue pesticides and oily pollution were used chemical detergent or organic solvent. Specially, in our experiment, we only used material of food additives and trisodium citrate were superior to other organic acid salt. It was investigated that removal effect of pesticides was superior to chemical detergent.

Keywords: pesticide residue, detergency, organic acid salt, trisodium citrate

1. 서 론

화학비료와 농약의 사용증가에 따라 야채와 과일과 같은 농작물에 대한 오염이 가중되고 있다. 또한 수입 개방에 따른 농작물의 신선도를 유지하기 위하여 각종 화학처리에 의한 오염이 증가되고 있다. 이런 농작물의 부적절한 세척에 의해 야채와 과일에 잔존하는 유해한 물질은 지속적으로 축적되어 인간에 치명적인 악영향을 미칠 수 있다[1-5]. 껍질이 있는 사과, 배, 감, 귤과 같은 과일은 간단한 세척과 껍질의 제거에 의해 비교적 안전한 편이지만 껍질이 없거나 연한 껍질을 가진 딸기, 포도, 토마토, 상추, 배추와 같은 야채/과일은 물로서 충분히 세척하기가 어렵고 기존의 합성세제로 세척했을 때 화학원료 잔존 및 환경오염의 우려 등이 문제점으로 남아 있다[6].

최근에는 잔류농약제거를 위한 각국의 노력으로 과일의 장기저장과 농산물의 상품가치를 높이기 위한 연구결과가 보고되고 있으며, 합성세제에 의한 잔류농약 제거효과가 발표되고 있다[7-11]. 자연적인 분해에도 불구하고 농약이 잔류되는 이유는 농작물의 껍질층을 이루고 있는 단단하고 반질반질한 왁스층에 지용성 부분이 있는 농약들이 물리화학적으로 흡착되어 축적되기 때문이며 일부 농가에서 농약 사용지침서의 규정을 지키지 않고 있기 때문이라고 볼 수 있다. 또한 농약의 잔류문제는 환경조건, 농약의 화학적, 물리적인 특성, 처리방법 등 여러 가지 인자에 의해서 지배되며 농약

의 종류에 따라 다르다[12-14].

따라서 농작물의 잔류농약의 제거를 위해서는 잔류농약과 화학적 반응에 의한 분해로 제거하는 직접적인 방법과 농작물 껍질층의 지용성부분의 제거로 잔류농약을 제거하는 간접적인 방법을 사용할 수 있는데, 농약 종류의 다양성과 그에 따른 화학적 성질의 차이 등으로 인해 직접적인 분해 등의 방법은 효과적이지 못하다. 따라서 표피의 식물성 wax 등을 제거하는 간접적인 제거방법이 더욱 효과적이라고 볼 수 있다.

일반적으로 여러 가지 지용성부분에 대한 세정요소로서는 용해력, 계면활성력, 화학반응력, 흡착력, 물리력, 효소력 등이 주된 요소라고 볼 수 있는데[15] 본 연구에서는 세정력을 증가시킬 수 있는 방법으로, 첫째 완충작용을 수반한 알칼리도의 증가로 인한 세정력 증진과, 둘째 금속이온에 대한 킬레이트 효과에 의한 세정력 증가 등의 방법을 사용했다. 본 연구에서는 위의 조건을 충족시켜 주기위해 알칼리 수용액과 유기산염을 사용했는데 유기산염들은 물에 용해 되었을 때 약알칼리성을 나타내어 모두 세정력을 향상시키는 역할을 하며 특별히 약알칼리성에서 금속이온에 대해 킬레이트가 큰 것으로 알려져 있다. 또한 야채 및 과일은 인간이 섭취하는 것이므로 그 안전성을 고려해 다양한 유기산염 중에서 식품첨가물에 속하는 것을 선택해 실험했다[16,17]. 따라서 본 연구에서는 야채 및 과일의 잔류농약을 효과적으로 제거하기 위해 식품첨가물의 원료를 사용해 우선적으로 야채/과일 표면의 식물성 wax 등의 지용성 부분의 제거력을 평가하고 그에 따른 잔류농약의 제거효과를 알칼리 수용액상에서의 각 유기산염별로 조사했으며 그 결과 실제 잔류농약의 제거 측면에서도 상당한 효과가 있음을 알 수 있었다.

[†] 주 저자 (e-mail: jdlee@logchem.co.kr)

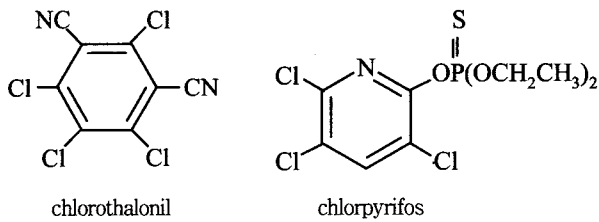


Figure 1. Structural formula of pesticides.

Table 1. Information of Pesticides

Common name	Brand name	Maker	Chemical name
Chlorothalonil	Daconil	Kyungnong	tetrachloroisophthalonitrile
Chlorpyrifos	Grofo	Youngil chem	O,O-diethyl-O-(3,5,6-trichloro-2-pyridyl)phosphorothioate

2. 실험

2.1. 측정기기 및 기구

본 실험에 사용한 기기로 잔류농약 분석을 위한 가스크로마토그래프(GC)는 shimadzu GC-17A를, 검출기로는 전자포획검출기(ECD)를 사용했고, 시료 전처리 과정에서 사용되는 shaker는 Isuzu, 균질기는 원진 mini power WHF 214, 유리컬럼은 30 cm×18 mm, 회전중발농축기는 EYELA를 사용했다. 본 연구에 사용된 GC 컬럼은 supelco STB-608(300 mm×0.53 mm×0.5 μm)을 사용했다. 또한 지용성부분에 대한 세정력 평가에 사용된 세정력측정기(tergot-ometer)는 Model 7243S, US Testing Co. Inc.를 사용했다.

2.2. 시약 및 시료

본 실험에 사용한 유기산염인 trisodium citrate, monosodium glu-tamate, sodium gluconate, disodium tartrate는 Junsei Chem. (Japan)에서 구입했고, potassium pyrophosphate, sodium sulfate anhydrous는 덕산약품에서, potassium hydroxide는 Wako Chem. (Japan)에서 구입했다. 유기용매(acetone, n-hexane, ether, dichlor-omethane)는 Merck제 특급시약을 사용하였고, celite 545는 덕산약품에서, florisil은 Baker제(60×100 mesh)를 130 ℃에서 하룻밤 가열한 후 데시케이터에서 방냉한 후 사용했다. 가스크로마토그램의 검량선 작성에 사용된 농약의 표준시약의 순도는 크로타로닐(chlorothalonil)은 98.8%, 크로르피리포스(chlorpyrifos)는 98.2%이었고 각각의 구조식은 Figure 1에 나타내었다. 실험에 사용된 농약은 야채 및 과일에 주로 많이 사용되고 있는 유기염소계 살균제인 다코닐, 유기인계 살충제인 그로포를 시중에서 구입해 사용했으며 그와 관련된 정보를 Table 1에 나타내었다.

시료로 사용된 포도, 딸기, 상추, 깻잎은 시장에서 크기가 비슷한 것으로 구입했다. 이들 시료에 이미 잔존해 있는 잔류농약을 제거 및 확인하기 위해 먼저 흐르는 수돗물에 세척하고 물 30%를 함유한 아세톤 수용액에 30초간 침지시킨 후, 다시 수돗물로 세척한 다음 GC로 분석한 결과 실험에 사용된 2종류의 농약이 검출되지 않았다. 비교 대상으로 실험한 물은 일반 수돗물을 사용했고, 주방용 합성세제는 고급알칼계, 올레핀계, 지방산계 계면활성제가 24% 함유된 제품을 시중에서 구입해 사용했다.

Table 2. Purity, Dilution Ratio and Concentration of Pesticides in the Market

Pesticides	Purity	Dilution	Concentration(ppm)
Chlorothalonil	75%	33 g / 20 L	1238
Chlorpyrifos	25%	20 g / 20 L	250

2.3. 유성오염에 대한 세정력 평가

유성오염에 대한 세정력 평가는 한국 표준협회의 합성세제 시험방법(KS M 2709)에 준하여 평가했다. 이 방법은 모델 오염 유리편을 사용하여 시료용액으로 세정한 후 깨끗해진 정도를 육안으로 비교하여 평가하는 방법인데, 객관적이고 정확성을 나타내기 위하여 오염부착량의 제거정도를 오염 유리편의 무게를 측정해 그에 따른 제거율(%)로서 나타냈다. 유성오염의 유리편 제조법은 합성세제 시험방법(KS M 2709)에 준했으며 슬라이드 유리에 오염을 부착시킨 후 유리편의 방치, 무게측정, 세정, 건조, 잔량무게 측정 등 일련의 과정을 거쳤다. 모델 오염 유리편의 온도관리는 세정효율에 중요한 영향을 미치므로 세정까지의 일련의 조작은 항온실에서 하는 것이 바람직하다. 또한 오염부착량은 세정력에 영향을 미치므로 일련의 시험은 정해진 부착량이 되도록 하고 오염을 건조하는 시간은 2시간으로 일정하게 했다. 유성오염에 대한 세정력 평가에 사용된 측정기기는 합성세제 시험방법에 준한 세정력 측정기를 사용하였으며, 사용 조건은 회전속도가 100 rpm, 회전시간이 5분으로 20 ℃ 항온조에서 실시했다.

2.4. 잔류농약 분석

2.4.1. 농약의 침지 및 세척

우리 나라의 식품위생법에서는 잔류농약의 시험방법에 대하여 식품 등의 기준 및 규격에 규정하고 있는데[16], 본 연구는 식품공전중의 일반시험법 내 농산물의 농약 잔류허용기준 시험법에 준해 평가했다. 시료로 준비된 야채 및 과일을 Table 2에서와 같이 각 농약의 농가사용 기준농도에 따라 제조된 농약 희석액을 담은 유리수조에서 30초간 잘 저어주면서 침지시키고, 이를 꺼내 하룻밤 방치하여 건조시킨 후 세척실험을 위한 시료로 사용하였다.

과일과 야채의 농약침지 기준을 달리하였다. 딸기와 포도의 경우 각 농약의 농가사용 기준농도에 따라 제조된 농약 희석액을 담은 유리수조에서 30초간 잘 저어주면서 침지시켰다. 침지한 시료를 배수가 잘 되는 바구니에 담아서 표면에 묻어있는 농약액이 흐르게 하고 하룻밤 방치하여 건조시킨 후 세척실험을 위한 시료로 사용하였다. 농약을 침지시킬 때는 수조바닥에 가라앉아 있는 농약 성분들을 고르게 분산시키기 위하여 용액을 잘 저어주어야 한다. 단, 상추와 깻잎의 경우는 농가사용기준의 1/10로 희석하여 실험하였고 침지방식은 과일의 경우는 포도알이 균일하게 침지될 수 있도록 일부 포도알을 제거 후 함침하였다.

농약 침지 후 건조시킨 상추, 깻잎, 딸기, 포도를 세척용액 4 L가 담긴 뚜껑이 달린 플라스틱통(20×20×17 cm)에 넣고 분당 75회 왕복하는 진탕기(shaker)에서 상추, 깻잎의 경우는 2분, 딸기, 포도의 경우는 5분간 진탕시켜 세척한 다음 증류수로 시료표면을 씻고 같은 양의 세척수(수돗물)를 넣어 1분간 진탕 세척하였다. 물에 의한 세척효과는 세척용액에 의한 세척효과와 비교하기 위하여 물만 넣은 상태로 위와 같이 세척하였고 합성세제의 경우에 표준사용량을, 알칼리 수용액은 10 g/L로 사용했다.

2.4.2. 전처리 및 농약분석

세척된 시료와 미세척된 시료의 잔류농약 분석의 시료 전처리과

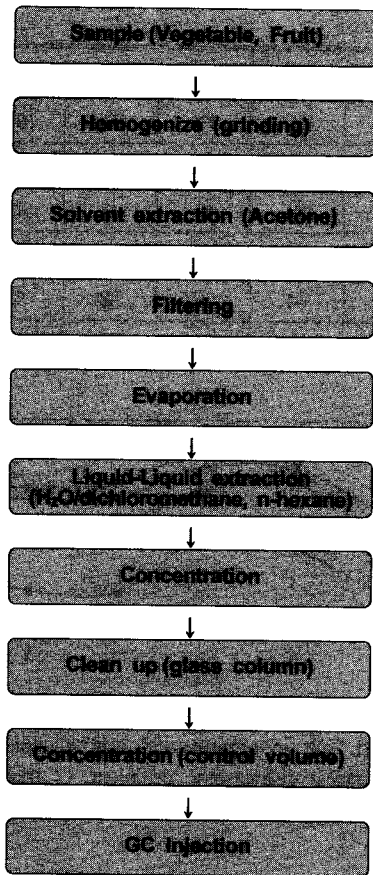


Figure 2. Schematic diagram of residue pesticides analysis.

정은 Figure 2와 같다. 세척된 시료와 미세척된 시료를 농약잔류분석법의 시료조제방법에 준하여 딸기는 꼭지부분을 제거하고 포도는 꼭지 및 줄기를 제거하였다. 그리고 깻잎은 꼭지를 제거하고 상추는 가운데 심을 제거하였다. 각 시료는 약 1 Kg을 정확히 달아 적당량의 물을 넣고 균질화한 후 딸기, 포도의 경우 크로로타로닐은 20 g, 크로로피리포스에 대해서는 50 g을 칭량하였고 상추, 깻잎의 경우에는 모두 10 g을 칭량하였다. 이 시료들을 브렌더에 넣고 아세톤 100 mL를 넣은 후 5분간 균질화 한다. 크로로타로닐의 경우는 시료를 균질화시킬 때 시료의 식물 성분에 의해 분해가 된다. 이 분해반응은 식물의 효소에 의해 일어나는데 이를 방지하기 위하여 50% 인산용액을 상추, 깻잎, 딸기, 포도 시료에 각각 1 mL 및 2 mL 첨가하여 pH를 1~2 정도로 조절한 후 아세톤 용매로 추출하는 점이 다른 농약의 추출방법과 다르다. 아세톤 추출물을 여과보조제인 celite를 1 cm두께로 깐 흡인여과기에서 감압여과하고 다시 아세톤 50 mL를 첨가하여 잔사중의 농약 성분을 씻어낸 후 앞의 여과액과 합한다. 그리고 이 여과액을 정확히 1/2로 나누어 각각의 시료로써 분석하였다. 여과액을 40 °C 수욕상에서 감압농축하여 아세톤을 제거시킨다. 잔액을 1 L 분액깔대기로 옮겨 포화식염수 40 mL, 증류수 200 mL 및 유기추출용매 70 mL를 첨가하여 5분간 격렬히 진탕한 후 정지, 분액한다. 추출용매로 크로로타로닐의 경우는 20% 디클로로메탄 함유 헥산을 사용하고 크로로피리포스의 경우는 헥산을 사용하였다.

분액된 물층에 위와 같이 다시 한번 추출작업을 더 행한 후 앞서 분액된 유기용매층에 합하였다. 이 유기용매액에 무수황산나트륨을 5 g 넣고 30분간 방치하여 미량의 수분을 탈수하였다. 이 용액을 40 °C의 수욕상에서 약 10 mL 정도 남을 때까지 감압농축시

Table 3. Optimum Condition of Clean up for Pesticide Samples

Pesticides	Adsorbent	Eluent	Washing solution
Chlorothalonil	florisil 10 g	acetone/n-hexane (1:9 V/V), 100 mL	n-hexane 100 mL
Chlorpyrifos	florisil 5 g	ether/n-hexane (1:3 V/V), 100 mL	n-hexane 100 mL

Table 4. Analysis Condition of GC/ECD

	Chlorothalonil	Chlorpyrifos
Injector temperature (°C)	280	250
Detector temperature (°C)	280	270
Injection volume	1 µL	1 µL
Temperature program (°C)	8 °C/min	8 °C/min
Carrier gas	N ₂	N ₂
Column flow (mL/min)	17.7	17.7
Column press (KPa)	100	100
Linear velocity (cm/sec)	120	120
Total flow (mL/min)	50	50

키고, 농축액은 후로리실이 충전된 유리컬럼(18 mm × 30 cm)에서 정제하였다. 이 경우 유리컬럼의 하부에 유리솜을 적당히 채운 후 용매로 적신 다음 후로리실 5~10 g을 칭량하고 헥산을 적당량 가하여 유리컬럼에 유입시킨다. 이때 기포가 생기지 않도록 주의해야 한다. 불순물의 제거를 위하여 용출액의 일부로써 세척한 다음 시료액을 붓고 용출용매로써 분당 5~10 mL의 유속으로 용출시키며 최종적으로 다시 용출용매로 세척한 후 용출액을 모두 합한다. Table 3에 시료정제를 위한 용출조건을 나타내었다.

용출액을 40 °C의 수욕상에서 감압농축시키고, 아세톤 10 mL를 정확히 첨가하였다. 이 용액을 가스크로마토그래프에 주입하여 나타난 크로마토그램상의 피크면적을 측정하여 정량했다. 제조된 모든 시료는 즉시 가스크로마토그래프로 분석하였으며 가스크로마토그래프의 분석조건은 Table 4에 나타났다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 유성오염에 대한 세정력 평가

과일 및 야채 표피에서 지용성 부분, 즉 물에 쉽게 분산되지 않으며 물불용성의 성질을 지닌 식물성 wax류 등의 제거기능을 평가하기 위해 식품첨가물의 유기산염인 trisodium citrate, monosodium glutamate, sodium gluconate, disodium tartrate등을 유의차 있는 세정력을 알아보기 위해 각각 1, 5, 10% 용액으로 조제한 후 세정력 측정기기에서 인위적으로 유성오염을 만든 오염판에 대한 세정력을 평가한 결과 Figure 3과 같이 각 유기산염을 1%를 사용했을 때는 세정력에서 큰 차이를 보이지는 않지만 5, 10%의 유기산염을 사용했을 때는 가시적으로 세정력이 증가함을 알 수 있었고, 특히 구연산나트륨을 사용했을 경우 다른 3종의 유기산염보다 상대적으로 2~3배의 높은 세정력을 나타냈다.

또한 알칼리 pH에 따른 각각의 유기산염의 세정력을 알아보기 위해 각 유기산염의 수용액에 potassium pyrophosphate와 potassium hydroxide를 사용해 알칼리 pH를 변화시키면서 세정력을 실

Table 5. Detergency of Varing pH of Organic Acid Salt

pH	Trisodium citrate			Monosodium glutamate			Sodium gluconate			Disodium tartrate			Blank
	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%	
8.0	18	27	34	13	20	27	13	18	25	14	16	24	4
9.0	40	50	55	25	40	48	26	40	45	25	42	42	8
10.0	60	70	70	47	57	60	45	50	58	44	52	55	15
11.0	64	70	75	50	60	66	51	55	64	48	52	58	18
12.0	68	75	80	50	65	68	52	60	66	51	55	59	20

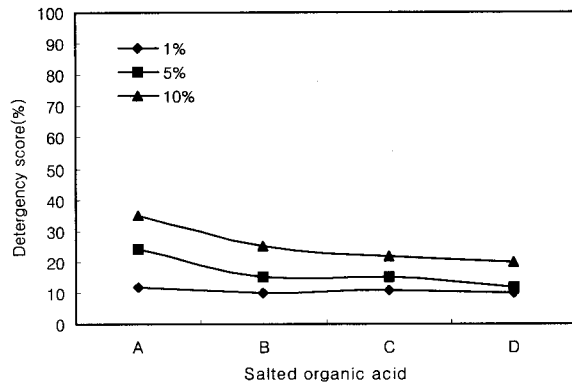


Figure 3. Detergency of varing amount of organic acid salt (A: trisodium citrate, B: monosodium glutamate, C: sodium gluconate, D: disodium tartrate).

험했는데, Table 5에서와 같이 유기산염의 종류에 상관없이 pH가 증가할 수록 알칼리의 증가로 인해 훨씬 우수한 세정력을 나타냈다. 또한 유기산염을 사용하지 않은 blank 용액에서도 pH의 증가에 따른 알칼리의 증가로 인해 세정력에서 증가되는 모습을 보였지만 유기산염을 사용했을 때의 세정력에는 크게 미치지 못한 것으로 나타나 유기산염의 존재가 세정력에 큰 영향을 준다고 판단된다.

유기산염의 종류에 따른 세정력은 trisodium citrate가 종의 다른 유기산염 보다 상대적으로 뛰어난 세정력을 나타냈으며 각 유기산염의 농도가 1%에서 10%로 증가할수록 동일한 pH에서 세정력이 증가함을 알 수 있었다. pH가 8~10까지는 세정력에서 급속히 증가하는 반면에 10~12에서는 완만한 세정력의 증가를 나타내는 것으로 나타나 세정력에 있어서 pH의 영향은 받지 않지 않는다는 것을 알 수 있었다. 따라서 유성오염에 대한 제거에는 유기산염의 최적의 농도와 pH가 세정력에 큰 영향을 주는 것으로 판단된다. 위의 결과에서 보듯이 식물성 wax 등과 같은 유성 부분에 대한 세정력은 알칼리 수용액에서 유기산염의 농도가 증가할수록 향상되며 pH가 10정도 일때 더욱 향상된 세정력을 나타내며 pH 10 이상은 증가변화가 작은 것으로 나타났다. 또한 pH가 11이상 강알칼리에서의 피부자극성을 감안할 때 pH가 10정도로 유지하는 것이 안전성과 효과 측면 모두 우수할 것으로 판단된다.

3.2. 잔류농약분석

식물성 wax등의 지용성분의 세정력 평가결과 알칼리 수용액에 함유된 유기산염들이 세정력에 상당한 영향을 준다는 것을 확인함에 따라 Figure 4와 5에서와 같이 상추, 깻잎, 딸기, 포도 등을 대

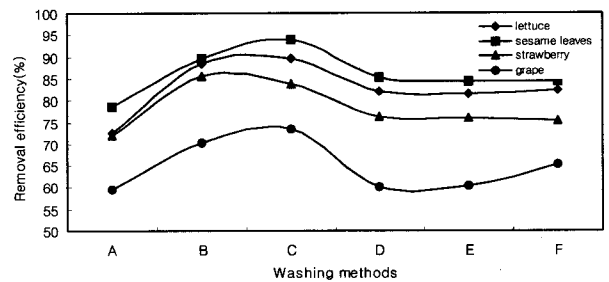


Figure 4. Removal efficiency of chlorothalonil on varing vegetable and fruit in organic acid salt solution(pH = 10) (A: water, B: chemical dishwashing detergent, C: trisodium citrate, D: monosodium glutamate, E: sodium gluconate, F: disodium tartrate).

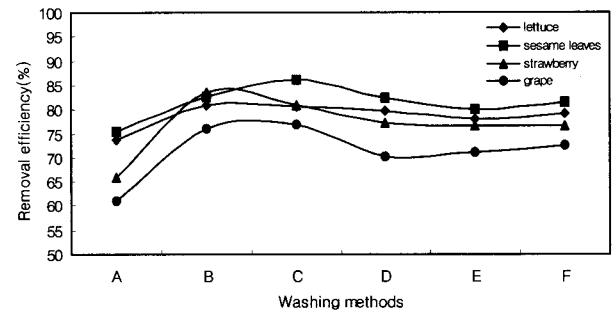


Figure 5. Removal efficiency of chlorpyrifos on varing vegetable and fruit in organic acid salt solution(pH = 10) (A: water, B: chemical dishwashing detergent, C: trisodium citrate, D: monosodium glutamate, E: sodium gluconate, F: disodium tartrate).

상으로 농약제거효과를 조사했다. Figures 4, 5에서는 각 유기산염의 농도를 5% 사용하고 알칼리 수용액의 pH를 10으로 고정했을 때의 상추, 깻잎, 딸기, 포도에 대한 2종의 농약 제거율을 비교대상 실험으로서 물로만 세척했을 때와 주방용 합성세제로 세척했을 때와 서로 비교해 나타났다. 그림에서 나타나듯이 유기산염들이 함유된 알칼리 수용액이 물로만 세척했을 때보다는 월등히 우수한 농약제거력이 있음을 알 수 있었다. 4종의 유기산염 용액의 농약제거력을 비교하면 trisodium citrate가 다른 3종의 유기산염보다 4종의 야채 및 과일에서 모두 월등히 앞선 농약제거력을 보여주고 있는데 이는 유성오염에 대한 세정력 평가와 동일한 결과를 나타내고 있는 것으로 보아 유성오염의 세정력이 농약제거력과 깊은 연관이 있다고 판단된다. 또한 trisodium citrate를 사용했을 때는 주방용

Table 6. Removal Efficiency of Chlorothalonil of Varing pH on Organic Acid Salt for Strawberry

pH	Trisodium citrate			Monosodium glutamate			Sodium gluconate			Disodium tartrate		
	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%
8.0	76.2	77.8	80.2	72.9	74.9	75.6	73.2	75.3	75.5	74.1	74.2	75.0
9.0	80.0	80.1	82.3	73.2	75.2	80.1	74.4	75.8	78.8	76.1	76.1	78.1
10.0	80.0	83.9	84.7	73.9	76.2	82.4	75.2	76.0	80.1	76.5	75.5	80.3
11.0	84.4	86.1	88.4	74.9	80.2	80.8	75.9	80.1	81.4	78.2	80.5	82.1
12.0	86.7	89.5	91.9	79.1	84.1	84.5	79.8	83.2	83.5	81.0	82.9	83.0

Table 7. Removal Efficiency of Chlorpyrifos of Varing pH on Organic Acid Salt for Strawberry

pH	Trisodium citrate			Monosodium glutamate			Sodium gluconate			Disodium tartrate		
	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%
8.0	68.5	74.1	75.2	66.9	67.0	67.0	66.4	67.1	67.2	66.7	67.1	67.5
9.0	74.1	76.5	80.1	68.2	69.2	71.2	67.1	69.2	69.9	67.4	69.5	71.0
10.0	78.5	80.9	83.1	70.2	77.1	79.1	69.2	76.5	76.9	70.2	76.5	77.9
11.0	81.4	84.4	86.9	70.9	78.2	79.9	70.9	77.9	78.1	71.2	79.1	80.0
12.0	86.5	88.9	92.0	77.6	80.5	82.0	77.1	79.5	80.4	78.0	81.0	82.1

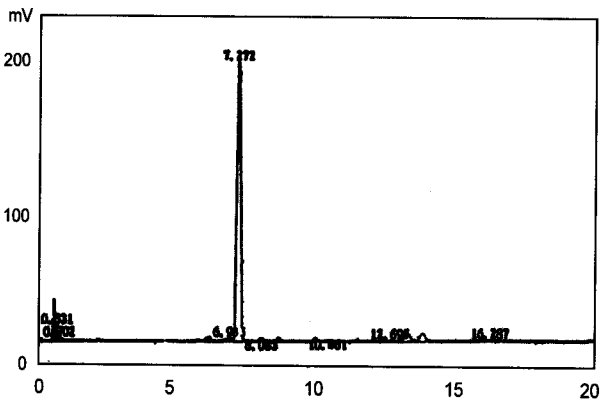


Figure 6. Chromatogram of chlorothalonil after washing with organic acid salt on strawberry.

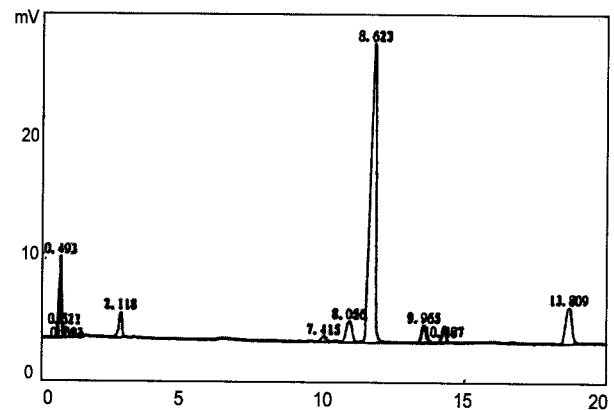


Figure 7. Chromatogram of chlorpyrifos after washing with organic acid salt on strawberry.

합성세제를 사용했을 때 보다 동등 내지 우수한 농약제거율을 나타냈으나 다른 3종의 유기산염은 주방용 합성세제보다 낮은 농약 제거력을 나타냈다.

Table 6과 7에서는 4종의 야채/과일 중 대표적으로 딸기에 대한 4종의 유기산염들의 농도별 변화와 알칼리 수용액의 pH변화에 따른 크로로타로닐과 크로르피리포스 2종의 농약에 대한 제거효과를 조사한 결과를 나타냈다. 각각의 유기산염들의 농도가 증가할수록 2종의 농약에 대한 제거율이 증가했으며 동일한 함량의 유기산염들을 사용했을 때는 potassium pyrophosphate와 potassium hydroxide를 사용한 알칼리 수용액의 pH가 증가할수록 각각의 농약 제거율이 증가함을 나타냈다. 특히 각각의 유기산염들 중에서 trisodium citrate를 사용했을 때 다른 유기산염들을 사용했을 때 보다 농약제거율이 높게 나타났는데 이 부분 또한 세정력 평가 결과와 일치하는 결과를 나타냈다. 이에 해당하는 GC 크로마토그램은 Figure 6과 7에서 나타냈는데 GC 머무름 시간은 크로로타로닐

은 7.272초이고 크로르피리포스는 8.623초로 나타났다.

4. 결 론

상추, 깻잎, 딸기, 포도와 같은 야채나 과일 등에 잔존해 있는 잔류농약 및 유성오염등의 유해성분을 제거함에 있어서 유기산염이 함유된 알칼리 수용액이 물, 주방용 합성세제를 사용했을 때보다 더 우수한 제거력을 나타냈으며, 4종의 유기산염 중에서 trisodium citrate를 사용했을 때가 가장 우수한 제거효과를 나타냈다. 본 연구에서 사용한 각종 유기산염 및 알칼리 원료는 모두 식품첨가물로서 인체 안전성이 입증된 원료이므로 실용화 했을 경우 기존의 주방용 합성세제와는 차별성이 있는 새로운 제형으로 실용산업 적용이 클 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. R. Frank, J. Northover and H. E. Braun. *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 514 (1985).
2. 食品分析法, 日本 食品工業化學編 (1987).
3. 권우창 등, 국립보건원보, 제25권 (1988).
4. 보건사회부고시, 보건사회부, 제90-85호 (1990).
5. 보건사회부고시, 보건사회부, 제88-60호 (1988).
6. 합성세제의 환경영향 및 안전성 평가를 위한 조사 연구, 아태 환경, 경영연구원 (1994).
7. S. M. Walters and N. V. Fehringer, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **69**, 90 (1986).
8. I. Pflugmacher and W. Ebing, *J. Chromatogr.*, **151**, 171 (1978).
9. L. D. Johnson and R. H. Waltz, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **59**, 174 (1976).
10. A. Manninen, M. Kuitunen and L. Julin, *J. Chromatogr.*, **394**, 465 (1987).
11. H. J. Stain and T. Lipinski, *J. Chromatogr.*, **349**, 49 (1985).
12. A. R. Rogers, "Pesticide Science", **1**, 266 (1970).
13. C. A. Edward, "Pesticide Biology and Toxicology", **39**, 56 (1974).
14. "농약사용지침서", 농약공업협회(1996).
15. 소비생활과 세제, 신광문화사 (1996).
16. 식품첨가물 공전(I), (II), 한국식품공업협회 (1997).
17. 食品衛生檢査指針, 日本食品衛生協會編 (1991).