

당근과 케일에 殘留하는 農藥(Captan)의 洗滌에 의한 除去效果

農産物分析科

具坪泰, 金聲俊, 車京淑, 秦成鉉, 林采元

Elimination effects of washing on the Captan residue in carrot and kale

Agricultural products analysis division, Health research section

P.T. Ku, S.J. Kim, K.S. Cha, S.H. Jin, C.Y. Lim

Abstract

The experiments were accomplished to know the decrease rates of captan in carrot and kale by washing with solution of 7 kinds(20°C, 40°C, 60°C water, 5% vinegar, 3% brine, 5% flour and 0.5% detergent solution). The results were as follows :

1. Decrease rates of captan by washing with water at different temperature were 79.6%(20°C), 84.0%(40°C) and 87.7%(60°C) in carrot and 88.9%(20°C), 90.4%(40°C) and 92.5%(60°C) in kale, respectively. The higher removal rates of captan were observed at the higher washing temperatures of water.
2. The decrease rates of captan by 5% vinegar solution(20°C) were 89.5% in carrot and 92.0% in kale, respectively. These were significantly higher than those by water at 20°C ($p < 0.05$).
3. The decrease rates of captan by 3% brine(20°C) were 83.8% in carrot and 90.8% in kale, respectively. These were a little higher than those by water at 20°C, but differences were not significant ($p \geq 0.05$).
4. The decrease rates of captan by 5% flour solution(20°C) were 85.9% in carrot and

94.0% in kale, respectively. These were significantly higher than those by water at 20°C ($p > 0.05$).

5. The decrease rates of captan by 0.5% detergent solution (20°C) were 93.7% in carrot and 96.7% in kale, respectively. These were the highest of those of 4 kinds washing solution.

I. 緒 論

農藥은 食糧增産 政策과 集約的 生産方法에 의해 그 사용량이 크게 증가하였고 식량증산에 크게 기여한 것이 사실이나 그로인한 殘留農藥에 의한 環境汚染과 食品汚染이 社會的 관심사가 되고 있다.

有機合成農藥은 病蟲害를 救濟하는데 있어 適用範圍가 넓고 防除效果가 확실한 반면 環境汚染에 의한 生態界의 破壞와 食品 中에 殘留되는 副作用을 가져온다.¹⁾ 이에 따라 國際機構에서도 農藥使用에 대한 重要性을 認識하여 1954년에 國際食糧農業機構(FAO)에 農藥에 관한 專門委員會가 設置되었으며, 1961년에는 FAO/WHO의 殘留農藥에 관한 專門委員會가 開催되어 殘留農藥으로 인한 健康상의 影響에 대하여 研究할 必要가 있음을 권고하였고, 이 권고에 따라 1963년 FAO/WHO의 合同 農藥專門委員會가 15종의 農藥에 대한 人體 1日 攝取許容量(ADI)을 設定하였다. 이에 따라 各국에서는 殘留農藥許容基準 또는 農藥安全使用基準을 設定하여 殘留農藥管理에 徹底를 기하고 있다.²⁾

國內에서도 農藥의 適正使用을 위하여 1971년도에 이미 安全使用基準을 마련하였고, 殘留農藥의 許容基準을 設定하기 위하여 國立保健院에서 1968년부터 1977년까지 10개년간 農作物에 대한 農藥殘留量을 測定하고자 生産地 및 流通市場에서 試料를 採取하여 分析, 報告³⁾하였고, 그 외 여러 論文들⁴⁾⁶⁾이 農産物의 農藥殘留許容基準의 基礎로 活用되어 1981년에는 環境廳에서 33종의 農作物에 대하여 19종의 農藥殘留許容量을 告示하였으며⁷⁾ 1988년 9월 保健社會部에서도 쌀의 27종의 農作物에 대한 17개 品目의 農藥殘留許容基準을 告示하였고 그 이후 몇차례의 改正을 거듭하고 있다.⁸⁾⁹⁾

최근 우리나라에서도 食生活 水準의 向上으로 野菜, 果實類의 消費가 增加하고 있으며, 그에 따라 야채류 中에 殘留하는 殘留農藥의 人體 內 攝取에 대한 市民들의 우려도 增加하고 있다. 이에 따라 本 研究院에서는 작년에 日常生活에서 많이 攝取하는 菜蔬類인 시금치를 選定하여 대표적 殺菌劑인 Captan에 浸지한 후 洗滌液의 溫度와 種類를 달리하여 農藥殘留量의 除去率을 調査하여 보고한 바 있으며¹⁰⁾, 계속사업의 일환으로 녹즙 및 쥬스로 많이 사용하는 당근과 케일을 선정하여 前報¹⁰⁾와 같은 방법으로 세척에 의한 농약의 제거효과를 조사하여 市民保健 增進을 위한 基礎資料로 提供하고자 한다.

II. 材料 및 方法

1. 材料

가. 試料

本 實驗에 使用된 試料는 釜山 市內의 一般市場에서 購入하여 公示材料로 使用하였으며, 主 實驗材料인 당근과 케일은 食品公典²⁰⁾의 農産物 中 殘留農藥 試驗法에 따라, 당근은 물로 가볍게 씻어 흙을 제거하고, 케일은 변질있을 除去하고 可食部만 취하여 迅速히 實驗 分析하였다. 당근과 케일은 본 실험에 사용하기 전에 켈탄의 잔류여부를 검사하였으며 켈탄은 검출되지 않았다.

洗滌에 使用한 식초는 O사의 양조식초, 소금은 J사의 식용소금, 밀가루는 J사의 중력1등 多 目的用, 合成洗劑는 E사의 뉴트리올을 使用하였으며 洗滌液의 調製에 使用한 물은 수돗물을 使用하였다.

나. 附着農藥

시험에 附着시킨 公示農藥은 代表的 殺菌劑인 켈탄水和劑(주식회사 한농)를 市中 농약상에서 購入하였으며 藥劑의 成分比率 및 藥劑形態는 Table 1²⁰⁾에 나타내었다.

다. 試藥 및 標準品

Acetone, n-Hexane, Dichloromethane, Acetonitril, Ethyl ether 등의 有機溶媒는 Merck계 殘留農藥分析用 試藥을 使用하였다.

칼럼 크로마토그래피용 吸着劑인 florisil(Kodak Eastman Fine Chemical, USA)은 650℃에서 하룻동안 活性化시켜 데시케이타에 保管하여 두고 24시간 이내에 使用하였고 무수황산나트륨은 Merck계 殘留農藥試驗用을 使用하였으며 그의 試藥은 特級을 使用하였다. Captan 標準品은 和光純藥製(Wako pure chemical industries LTD., 일본)를 使用하였다.

Table 1. Gradient and formulation of pesticide used in this experiment

Common name	Gradient	Formulation
Captan	1,2,3,6-Tetrahydro-N-(trichloromethylthio)phthalimide	50%
	surfactant and carrier	50%

2. 方法

가. 農藥의 附着

킬탄水和劑를 20L 당 0.4g의 濃度로 稀釋한 침지역과 당근과 케일을 1분간 담근 후 꺼내서 플라스틱 그물 바구니에 담아 통풍이 잘되는 그늘진 곳에서 4시간 동안 풍건시킨 후, 당근은 1cm² 크기로, 케일은 1cm² 크기로 잘라 고르게 섞어 시료로 사용하였다.

나. 溫度를 달리한 물에 의한 洗滌

農藥을 人爲的으로 附着시켜 풍건한 시료를 50g씩 精密히 달아 對照群은 즉시 킬탄잔류량을 分析하였으며 나머지는 20℃, 40℃, 60℃의 물 1L에 각각 1분 30초간 가볍게 흔들어 씻은 후 킬탄잔류량을 分析하였으며, 對照群에 대한 減少比率는 다음과 같이 計算하였다.

$$\text{減少比率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{處理群의 킬탄 殘留量}}{\text{對照群의 킬탄 殘留量}}\right) \times 100$$

다. 材料를 달리한 洗滌液에 의한 洗滌

農藥을 人爲的으로 附着시켜 풍건한 시료를 50g씩 精密히 달아서 20℃로 調整한 5% 식초액, 3% 소금물, 5% 밀가루액, 0.5% 합성세제액 1L에 각각 1분 30초간 가볍게 흔들어 씻은 후 킬탄잔류량을 分析하였으며, 對照群에 대한 減少比率를 計算하였다.

라. 農藥(킬탄) 殘留量의 分析

킬탄 殘留量의 分析은 殘留農藥分析法²⁰⁾의 單成分分析法에 의해 Fig. 1과 같이 抽出 精製하여 GC에 0.5-1μℓ씩 주입하였으며 檢量線法으로 試料 중의 殘留量을 定量하였다. 이때 gas chromatography 條件은 Table 2와 같으며, 使用한 column은 Hewlett Packard사의 Ultra 2 capillary column을 使用하였다. 킬탄의 檢出限界는 0.001ppm이었다.

마. 統計處理

각 實驗은 處理群別로 9회 反復 實驗하였고, 그 分析結果는 dBSTAT²⁰⁾로 統計處理하였다.

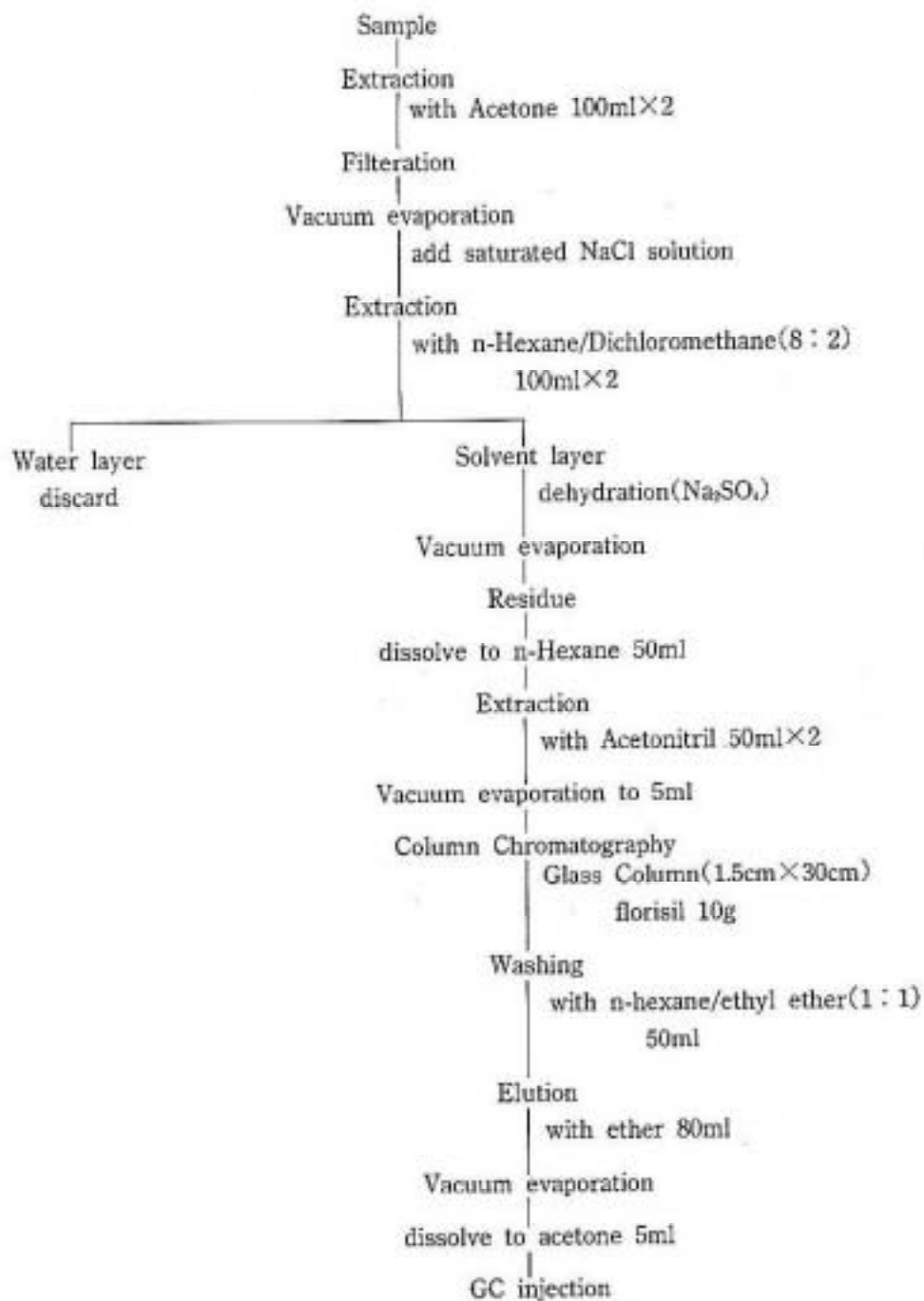


Fig. 1 Captan residue analysis of samples

Table 2. Analytical condition of GC for captan

Model	Varian STAR 3600
Detector	ECD
Column	Ultra 2(25m×0.2mm×0.3μm)
Oven temp.	200℃
Injector temp.	250℃
Detector temp.	300℃
Carrier gas	N ₂
flow rate	0.6ml/min.
Split ratio	50 : 1

III. 結果 및 考察

1. 溫度를 달리한 물에 의한 殘留캡탄의 除去效果

캡탄을 附着시킨 당근과 케일을 20℃, 40℃, 60℃의 물 1L에 각각 1분 30초간 가볍게 흔들어 씻은 후 殘탄잔류량을 分析하였다.

캡탄을 附着시킨 試料를 4시간 風乾시킨 후 즉시 分析한 對照群의 殘탄잔류량은 당근이 0.382 ± 0.037 ppm(mean \pm S.D.), 케일이 1.044 ± 0.025 ppm이었다. 케일에 비하여 당근의 殘탄잔류량이 훨씬 적은 것은 당근은 피근을 1cm의 주사위 모양으로 잘라, 일면 1cm의 평면으로 자른 케일에 비하여 殘탄에 노출되는 무게당 표면적이 상대적으로 적기 때문인 것으로 생각된다.

農産物의 農藥殘留許容基準¹⁾에 의하면 고추, 대두, 피만 등의 農産物에 대한 殘탄의 殘留許容限界値는 2~10ppm의 범위이며, 당근과 케일에서는 殘탄이 檢出되어서는 안된다. 그러나 殘탄은 殺菌劑와 土壤消毒劑로 발작물에 많이 使用되는 農藥으로 오남용 또는 2次汚染²⁾될 可能性이 있으므로 일반적인 殘留許容限界値의 水準으로 시료에 잔류시켜 實驗하였다.

20℃, 40℃ 및 60℃의 물로 세척한 당근과 케일의 殘탄잔류량은 Table 3에 나타내었으며, 당근, 케일 각각의 온도별 殘탄잔류량은 統計적으로 有意한 차이가 있었다($p < 0.05$, ANOVA test). 대조군에 대한 세척에 의한 제거비율을 계산하여 Fig. 2에 圖表化하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 온도가 높아질수록 대체로 除去率은 增加하는 傾向을 나타내었으나, 케일의 88.9%(20℃), 90.4%(40℃), 92.5%(60℃)에 비하여 당근이 79.6%(20℃), 84.0%(40℃), 87.7%(60℃)로 낮은

것은 표면적의 차이와, 농약이 세포조직 내부로 침투하여 세척에 의해 용이하게 제거되지 않았기 때문으로 사료된다. 케알에 대한 물의 세척효과는 전보²⁾의 시금치에 대한 세척효과와 비슷한 결과치를 나타내었다.

심 등³⁾은 배추에 말라치온을附着시켜 洗滌 實驗한 結果 5, 20, 35, 100℃에서 각각 23.2, 25.5, 26.4, 60.9%의 除去率을 보였다고 하였고, Mori 등⁴⁾은 토마토에 보르도액을 附着시켜 洗滌 實驗하여 15, 25, 35, 45℃에서 각각 86.2, 90.6, 93.8, 94.5%의 除去率을 보여, 水溫이 높을수록 洗滌效果가 높아지나 高溫에서는 食品의 品質에 나쁜 影響을 주므로 30~35℃가 가장 適當하다고 하였다. 本 實驗結果와 Mori 등의 實驗結果는 대체로 비슷한 수준을 나타내었으나 심 등의 결과와는 상당한 차이를 보였는데, 이는 사용한 농약의 성질에 기인하는 것으로 말라치온의 경우 植物體內 浸透性이 켈탄이나 보르도액에 비하여 크기 때문에 사료된다.⁵⁾ 김⁶⁾은 당근을 25℃ 물로 3회 洗滌하여 켈탄 96.6%, 말라치온 45.3%를 除去하였다고 報告하였는데 켈탄의 제거율에서 本報와 상당한 차이를 보이는 것은 농약부착방법과 시료 크기의 차이에서 기인하는 것으로 보인다.

Table 3. Residual quantity of captan in carrot and kale washed with defferent water temperature

Temp. of water	(ppm)	
	Carrot	Kale
Control	0.382±0.037	1.044±0.025
20℃	0.078±0.020*	0.116±0.022*
40℃	0.061±0.015	0.100±0.020
60℃	0.047±0.010	0.078±0.015

Values are mean±S.D.

* : Mean in the same column are significantly different($p < 0.05$, ANOVA test)

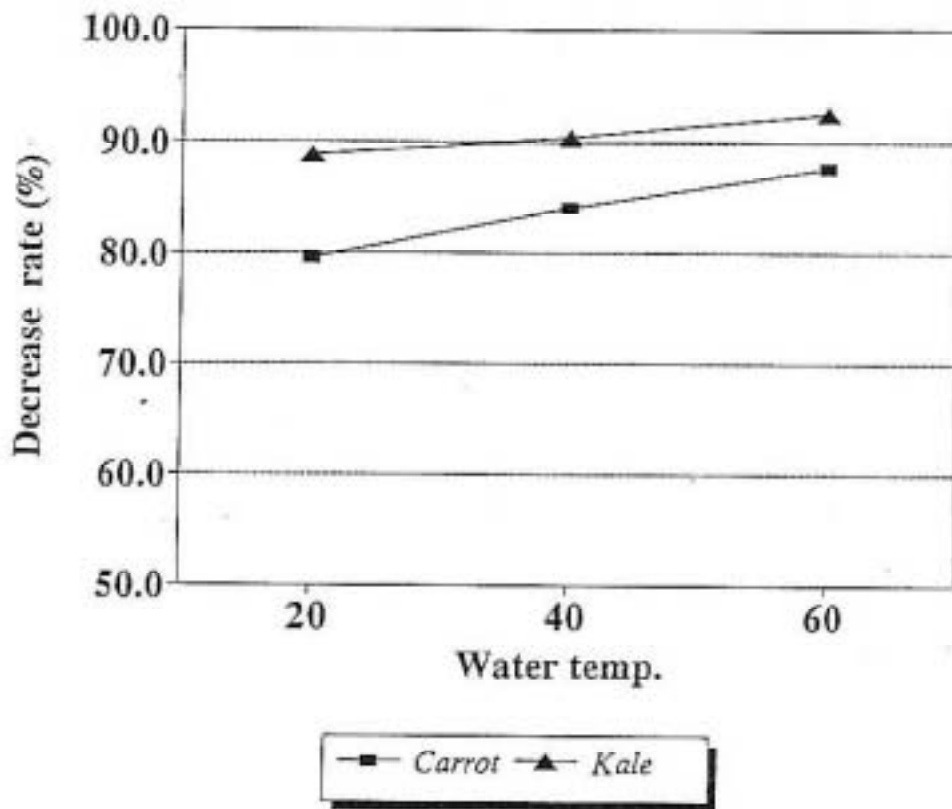


Fig. 2. Decrease effect of captan in carrot and kale washed with different water temperature

2. 洗滌液의 種類에 따른 殘留캡탄의 除去效果

캡탄을 附着시킨 당근과 케일을 20℃로 調整한 물, 5% 식초액, 3% 소금물, 5% 밀가루액, 0.5% 합성세제액 1L에 각각 1분 30초간 가볍게 흔들어 씻은 후 캡탄잔류량을 분석하였다.

각각의 세척액으로 세척한 당근과 케일의 캡탄잔류량을 Table 4에 나타내었다. 당근, 케일 각각의 세척액별 캡탄잔류량을 물로 세척한 실험군과 비교해 볼 때 소금물로 세척한 실험군은 물과 統計적으로 有意한 차이가 없었으며 나머지 실험군은 統計적으로 有意한 차이가 있었다($p > 0.05$, t-test).

대조군에 대한 각각의 세척액에 의한 제거비율을 계산하여 Fig. 3에 圖表化 하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 당근이 케일의 경우보다 낮은 제거비율을 나타내어 온도를 달리한 물로 세척한 결과치와 비슷한 양상을 보였다. 5% 식초액으로 洗滌하였을 경우는 당근과 케일에서 각각 89.5%와 92.0%를 나타내어 물로 세척하였을 때의 79.6%와 88.9%보다 훨씬 높은 세척효과를 나

타내었다. 이 결과는 전보³⁰⁾의 시금치(77.10%)가 물(86.93%) 보다 더 낮은 세척효과를 나타낸 것과는 상반된 결과로서 더 많은 연구, 검토가 요망된다.

Table 4. Residual quantity of captan in carrot and kale washed with different solution (ppm)

Washing solution(20℃)	Carrot	Kale
Control	0.382± 0.037	1.044± 0.025
Water	0.078± 0.020	0.116± 0.022
Vinegar(5%)	0.040± 0.015*	0.083± 0.022*
Brine(3%)	0.062± 0.016*	0.096± 0.027*
Flour(5%)	0.054± 0.018*	0.063± 0.016*
Detergent(0.5%)	0.024± 0.015*	0.034± 0.012*

Values are mean± S.D.

* : Mean are significantly different from water(p<0.05, t-test)

a : Mean is not significantly different from water(p≥0.05, t-test)

소금물로 세척한 경우는 각각 83.8%와 90.8%로 물보다 약간 높은 세척효과를 보였지만 Table 4에서 보는 바와 같이 統計的으로는 有意한 차이가 없었는데, 이는 전보³⁰⁾의 시금치의 경우와 비슷한 결과였다. 박 등³¹⁾은 딸기에 스프리멕스(일반명 : procymidone)와 데시스(일반명 : deltamethrin)를 살포하여 세척한 실험 보고에서 각각 물의 68.8%에 비해 75.5%(스미렉스)와 물의 23.2%에 비해 29.5%(데시스)로 약간 높은 세척효과를 나타내었다고 보고하였다.

밀가루액으로 세척한 경우는 각각 85.9%와 94.0%의 상당히 높은 除去率을 나타내었는데 이는 밀가루 중의 纖維素의 吸着作用에 의한 것으로 사료된다. 그러나 밀가루를 세척제로 사용하는 데는 여러가지 문제가 따를 것으로 생각되므로 쌀을 씻을 때 나오는 쌀뜨물을 활용하는 방법이 유용할 것으로 생각되며 이에 대한 연구가 요망된다.

合成洗劑도 洗滌할 경우에는 각각 93.7%와 96.7%로 가장 높은 除去率을 나타내었다. 그러나 합성세제는 河川水를 汚染化시키는 등 生態系에 미치는 影響이 크므로 사용에 慎重을 기해야 할 것이다. 最近에는 農藥研究所에서 人體에 無毒하고 環境生態系에 미치는 영향도 거의 없는 果菜類 專用洗劑를 開發하였으며 農藥(메니트로치온) 除去率도 물3회 세척의 74%에 비하여 97%의 제거율을 보였다고 보고한 바 있다.³²⁾ 대부분의 有機合成農藥은 알칼리성에서 加水分解되므로³³⁾ 알칼리성 洗滌液의 開發이 要望된다. Mori 등³⁴⁾은 보르도액과 비산납 등의 無機農藥의 洗滌效果를 分析하여 보르도액(Cu)은 pH가 낮을수록 제거율이 좋았으며, 비산납(As₂O₃)은 中性보다 酸性과 알칼리성에서 더 除去率이 좋다고 하였다. 그러므로 果菜類 중에 殘留할

可能性이 있는 未知의 農藥成分을 除去하기 위해서는 酸性과 알칼리성의 洗滌液으로 번갈아가며 洗滌하고 다시 물로 洗滌하면 대부분의 農藥을 除去할 수 있을 것으로 思料된다.

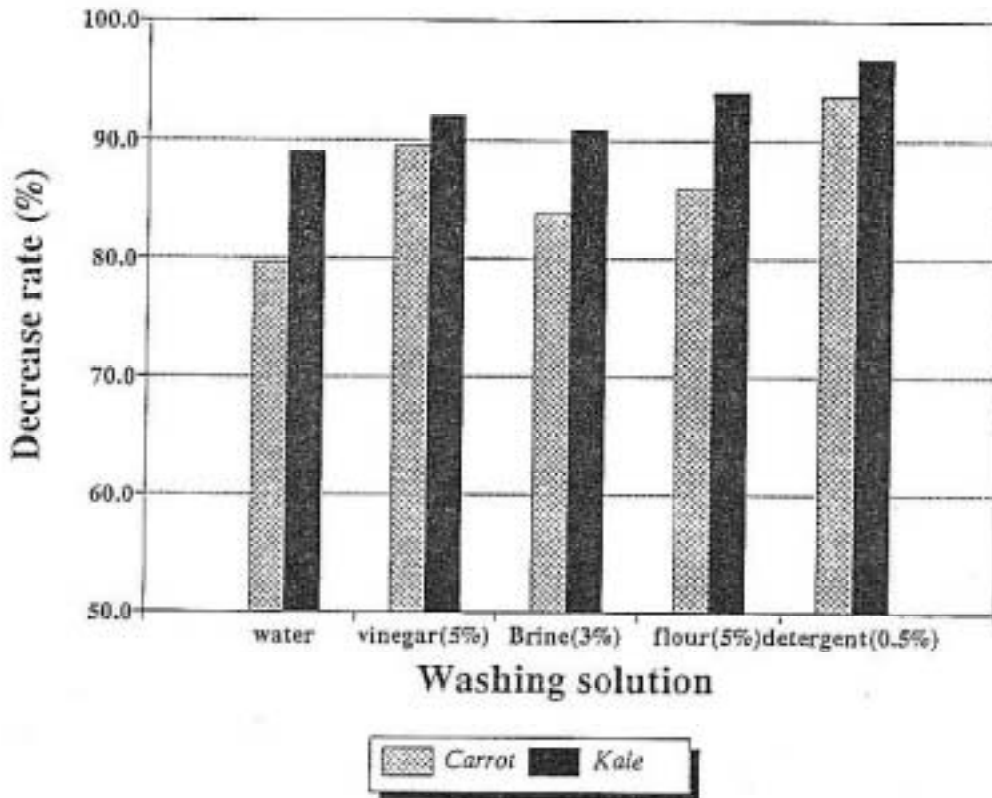


Fig. 3. Decrease effect of captan in carrot and kale washed with different solution

IV. 要 約

日常生活에서 녹즙과 주스로 많이 攝取하는 당근과 케일을 대표적 殺菌劑인 Captan에 침지한 후 20, 40℃, 60℃의 물과 5% 식초액, 3% 소금물, 0.5% 합성세제액 1L에 각각 1분 30초간 가볍게 흔들어서 씻은 후 쟁탄 除去比率을 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 20℃, 40℃, 60℃의 물에서 당근 79.6, 84.0, 87.7% 그리고 케일에서 88.9, 90.4, 92.5%의 除去率을 보여 溫度가 높아질 수록 대체로 除去率이 增加하는 傾向을 나타내었다.
2. 식초액으로 洗滌하였을 경우에는 각각 89.5%와 92.0%로 20℃의 물로 세척하였을 때의 79.6과 88.9% 보다 높은 除去率을 나타내었으나 전보의 시금치와는 상반된 結果를 나타내었다.

3. 소금물로 洗滌한 경우는 각각 83.8%와 90.8%로 20℃의 물로 洗滌하였을 때 보다 약간 높은 수치를 나타내었으나 統計的으로는 有意한 差異가 없었다.
4. 밀가루액으로 洗滌한 경우는 각각 85.9%와 94.0%로 20℃의 물로 洗滌하였을 때 보다 상당히 높은 수치를 나타내었다.
5. 合成洗劑로 洗滌한 경우에 가장 높은 除去率(93.7, 96.7%)을 나타내었다.

V. 參考 文獻

1. 백덕우 외 : 食品 中の 汚染物質에 관한 調査研究, 食品衛生學會誌, 2(3), 121(1987).
2. 김용욱, 김종규 : 우리나라의 食中毒에 關聯된 文獻考察, 食品衛生學會誌, 4(3), 199-256 (1989)
3. 노정배 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究調査, 國立保健研究院報, 5, 116 (1968).
4. 노정배 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제2보), 國立保健研究院報, 6, 237(1969).
5. 노정배 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제3보), 國立保健研究院報, 7, 237(1970).
6. 노정배 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제4보), 國立保健研究院報, 8, 261(1971).
7. 노정배 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제5보), 國立保健研究院報, 9, 191(1972).
8. 노정배 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제6보), 國立保健研究院報, 10, 257(1973).
9. 노정배 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제7보), 國立保健研究院報, 11, 59(1974).
10. 송 철 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제8보), 國立保健研究院報, 11, 141(1975).
11. 송 철 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제9보), 國立保健研究院報, 13, 241(1976).
12. 송 철 외 : 食品에 있어서 有毒性 農藥의 殘留量 測定 研究(제10보), 國立保健研究院報, 14, 273(1977).
13. 김박영, 이철원, 송 철 등 : 쌀 中の 殘留農藥 分析法의 研究, 國立保健院報, 17, 517-521 (1980).

14. 김박영, 이철원, 김길생 등: 채소 중의 殘留農藥 分布에 대한 調査 研究, 國立保健院報, 18, 369-375(1981).
15. 김용화, 한은희, 이서래: 쇠고기, 돼지고기, 닭고기의 有機燻素係 殘留農藥의 含量, 韓國食品科學會誌, 13, 194(1981).
16. 백덕우, 권우장, 신광훈 등: 食品 중 汚染物質에 관한 調査 研究, 國立保健院報, 22, 407-441 (1985).
17. 環境廳: 農作物 중 農藥 殘留許容基準, 環境廳 告示 제81-5호(1981. 3. 16).
18. 保健社會部: 農産物의 農藥殘留 許容基準, 保健社會部 告示 제88-60호(1988. 9. 13).
19. 保健社會部: 農産物의 農藥殘留 許容基準, 保健社會部 告示 제90-85호(1990. 12. 14).
20. 保健社會部: 農産物의 農藥殘留 許容基準 중 改訂, 保健社會部 告示 제91-88호(1991. 12. 30).
21. 保健社會部: 農産物의 農藥殘留 許容基準 중 改訂, 保健社會部 告示 제92-40호(1992. 5. 15).
22. 保健社會部: 農産物의 農藥殘留 許容基準 중 改訂, 保健社會部 告示 제93-102호(1993. 12. 31).
23. 김성준, 차경숙, 구병태, 진성현, 임제원: 시금치에 잔류하는 농약(Captan)의 세척에 의한 제거효과, 부산시 보건환경연구원보, 5, 75(1994).
24. 保健社會部編: 食品公典(1994).
25. 農藥工業協會: '93 農藥使用指針書(1993).
26. 後藤眞康, 加藤誠哉: 殘留農藥 分析法, 東京, ソフトサイエンス社(1980).
27. 류홍일, 이해근, 진성환: 農藥殘留分析方法, 서울, 동화기술(1991).
28. 김수영: 알기쉬운 데이터베이스 통계소프트웨어, 서울, 정보문화사(1993).
29. 백덕우 외: 食品 中の 汚染物質에 관한 調査研究, 國立保健院報, 23, 643-668(1986).
30. 백덕우 외: 食品 中の 汚染物質에 관한 調査研究, 國立保健院報, 26, 461-471(1989).
31. 심에턴, 최연호, 이서래: 과일채소 중 말라치온 殘留分의 洗滌效果, KOREAN J. Food Sci. Technol., 16(4), 418(1984).
32. 毛利善一, 田村順一: 果實野菜に殘留する農藥の除去に關する研究, J. Food Hyg. Soc. Japan, 17(6), 413(1976).
33. 양환승, 이두형, 이승찬: 三訂 新農藥, 서울, 郷文社(1991).
34. 김정화: 당근의 洗滌 및 調理에 의한 農藥殘留量과 Vitamin 消失에 대한 影響, 高麗大學校 食糧開發大學院 碩士學位論文(1991).
35. 박광순, 민필기, 황은주, 김종숙, 양승준, 이종국: 딸기의 농약잔류량에 미치는 세척의 효과, 충청북도 보건환경연구원보 3, 35(1993).
36. 農藥工業協會: 農藥情報 1993. 3. 4월호, 서울, 農藥工業協會(1993).
37. 송병훈, 임양빈, 신진섭: 生食野菜類 中 殘留農藥 輕減技術 開發, 農藥研究所(1993).

38. 김주원, 배건우, 김기문, 백남용, 정중하: 果菜類 中 殘留農藥 輕減 洗淨劑 開發, 브령계약 중앙연구소 研究報告書(1993).
39. 毛利善一, 田村順一: 果實野菜に殘留する除去に關する研究(その2), J. Food Hyg. Soc. Japan, 18(3), 217(1977).