

과일류의 염소 소독 농도 및 세척 횟수에 따른 미생물 제거 효과

박종숙 · 남은숙 · †박신인
경원대학교 식품영양학과

Anti-microbial Effects of Washing and Chlorine Treatments on Fresh Fruits

Jong-Sook Park, Eun-Sook Nam and †Shin-In Park
Dept. of Food & Nutrition, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea

Abstract

This study examined the anti-microbiological effects of chlorine treatment on the surface of fresh fruits, in order to improve microbiological safety in school foodservice operations. Non-peeled fruit(strawberries) and peeled fruit(bananas) were treated with different concentrations of chlorinated water and rinsing numbers, followed by microbiological testing. The fruits were immersed at different concentrations of chlorinated water(0 ppm, 50 ppm, and 100 ppm) and durations(3 min and 5 min), and were then rinsed with tap water(one time, two times, or three times). The total viable cell counts of both the strawberries and bananas ranged from 10^3 CFU/g to 10^4 CFU/g, and coliform levels ranged from 10^2 CFU/g to 10^3 CFU/g. As the chlorine concentration, immersion time, and rinsing number increased, anti-microbiological activity increased. The largest microbial reduction was shown with immersion for 5 min in 100 ppm chlorinated water and three rinsings. In the strawberries, this treatment reduced the initial population of total viable cells and coliforms by 3.29 log CFU/g and to an undetectable level, respectively, no total viable cells or coliforms were detected on the banana surface following this treatment. However, after a sterilization treatment with immersion for 5 min in 50 ppm chlorinated water and three rinsings, the total viable cell counts and coliform counts of the strawberries and bananas decreased to acceptable levels, based on the microbiological standards for ready-to-eat foods. Overall, it was shown that the sterilization treatment of 50 ppm chlorinated water, soaking for 5 min, and three rinsings provided an effective reduction in surface microbes, and enhanced the microbiological safety of the fruit.

Key words: fruit, chlorine treatment, washing method, microbiological safety, school foodservice.

서론

신선한 채소와 과일은 건강한 식이를 위해 필수적인 식품이지만 단체급식소에서 제공되는 식단 중 가열 공정 없이 그대로 제공되는 생채소류와 과일류는 다량의 미생물이나 식중독균에 오염되었을 경우, 식품 안전의 심각한 위협이 될 수 있다. 하지만 생채소와 과일의 위생 안전성에 대한 급식관리자나 조리종사자의 인식은 그리 높지 않은데, 이는 식중독을 일으키는 잠재 위해 식품(potentially hazardous food)에 생채소와 과일이 포함되지 않아 식중독 발생과 거리가 먼 것으로 잘못 인식

하는 경향이 있기 때문이다¹⁾. 그러나 국내에서 발생한 식중독의 상당수가 생채소와 과일의 미생물 오염 및 증식이나 조리종사자의 손이나 기구의 혼용에 의한 생채소 음식으로의 교차오염에 의해 발생하는 것으로 지적되었다²⁾.

채소류와 과일류에서 일반적으로 발견되는 미생물의 오염 경로는 다양하여 수확 전에는 분변, 토양, 관개수, 살충제, 먼지, 동물, 곤충, 관리자의 손 등이 오염 원인이나 매개체로 작용하고, 수확 후에는 수확 장비, 운송 수단, 얼음, 물, 포장 과정, 저장 단계에서의 교차오염이 가능하며, 이외에도 취급자의 손, 곤충, 동물 등에 의한 오염이 있을 수 있다. 일반적으로

† Corresponding author: Shin-In Park, Dept. of Food and Nutrition, Kyungwon University, Seongnam, Gyunggido 461-701, Korea. Tel: +82-31-750-5969, Fax: +82-31-750-5974, E-mail: psin@kyungwon.ac.kr

채소류 및 과일류에서 검출되는 일반 세균수는 $10^4 \sim 10^9$ CFU/g, 대장균군수는 $10^3 \sim 10^5$ CFU/g 수준으로 알려져 있다³⁾. 또한, 생채소류는 원·부재료의 일반 세균수가 조리 후 음식의 일반 세균수 및 대장균군수와 비슷하여 생채소류의 조리 특성상 원·부재료의 위생 상태가 그대로 전이되므로 가열 조리 과정이 없는 생채소류의 경우 원·부재료의 구입에서부터 세척·소독 및 조리 과정에 이르기까지 위생관리가 매우 중요하다³⁾. 그러나 급식소 현장에서 채취한 생채소 음식에 대한 미생물적 품질 분석 결과, 일반 세균수나 대장균군수가 안전한 수준을 초과한 경우가 많아 식중독 발생의 위험이 높은 것으로 보고되었다^{4,5)}.

식품 위생에 관한 중요성과 식품의 안전성에 대한 관심이 높아지고, 식품의 취급 및 관리도 발전되고 있지만 식중독은 여전히 건강을 위협하는 원인이 되고 있다. 특히 우리나라 전체 식중독 발생 중 학교 급식이 차지하는 비율이 높아 1996년에는 전체 식중독 환자수의 19.4%이었으나, 2006년에는 64.5%를 차지하여⁶⁾ 10년 사이에 전체 식중독 환자수에 대한 학교 급식 식중독 환자수의 비율이 3.3배를 넘고 있어 학교 급식에서 식중독 예방을 위한 위생관리가 더욱 강화될 필요성이 있음을 시사하였다. 따라서 학교 급식에 있어서 전반적인 급식의 위생 안전성 확보를 위해 HACCP 시스템이 도입되어 교육부에서는 '학교 급식 Generic HACCP Plan'을 개발하여 각 급식학교의 상황에 맞게 수정, 활용할 수 있도록 하였다.

학교 급식의 Generic HACCP Plan에서는 채소·과일의 세척 및 소독을 중요관리점(CCP)으로 지정하여 채소·과일을 흐르는 물에 충분히 세척한 다음 육안검사를 실시하여 세척 후 청결 상태와 이물질 잔존 여부를 확인한 후, 유효염소 농도 100 ppm 소독수에 5분간 침지한 뒤 먹는물로 씻어 관리하도록 하고 있다⁷⁾. 이와 같이 학교 급식에서는 비가열 조리 생채소와 과일의 전처리 과정에서 염소 소독제를 주로 이용하고 있으나, 이 때의 소독 효과에 대한 자료는 매우 미흡한 실정이다. 또한, 신선 식품인 채소류의 세척시 염소 특유의 냄새를 고려하여 일반적으로 50~100 ppm 사이의 범위 내에서 염소를 희석하여 사용하면 효과가 있는 것으로 알려졌으나⁸⁾, 가장 큰 살균 효과를 얻을 수 있는 염소의 최적 농도에 대한 명확한 결론은 아직 이루어지지 않고 있다. 지금까지 국내에서는 Kwon 등⁹⁾, Oh 등¹⁰⁾, Moon 등¹⁾, Kwon³⁾, Lee¹¹⁾, Kim 등¹²⁾, Kim¹³⁾, Cho 등¹⁴⁾, Kim 등¹⁵⁾, Kim 등¹⁶⁾이 상추, 깻잎, 청경채, 케일, 부추, 방울토마토, 치커리, 양상추, 샐러리, 양배추, 배추 등 채소류에 대한 염소 용액의 소독 효과에 대하여 연구하였으나, 염소 용액을 사용한 과일류의 소독 및 세척 방법에 대한 연구는 전혀 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 학교 급식에서 제공되는 과일류 중 딸기와 바나나를 대상으로 염소수 처리에 의한 미생물학적 변화

를 조사하여 딸기와 같이 소독·세척 처리 후 그대로 섭취하는 과일, 그리고 바나나와 같이 소독·세척 처리 후 껍질을 제거하고 섭취하는 과일의 경우 각각 적절한 염소수의 농도와 소독 및 세척 방법에 대해서 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험용 딸기와 바나나는 2007년 3월 31일부터 5월 26일까지 서울 강동구에 소재한 재래시장에서 신선한 것을 구입하여 사용하였다. 소독에 사용된 염소수는 현재 학교 급식에서 일반적으로 사용되고 있는 염소 용액(유한락스 레귤러, 정제 차아염소산나트륨, 유효염소 4%, (주)유한크로락스, 한국)을 희석하여 사용하였다. 염소 용액은 제조업체의 권장 희석배수와 학교 급식 위생관리 지침서⁷⁾에 나타난 채소·과일 소독을 위한 차아염소산나트륨의 제조법에 따라 희석하였으며, 희석 염소 용액의 유효염소 농도를 측정하여 확인하였다.

2. 과일류의 표면 소독 및 세척 방법

신선한 딸기와 바나나를 비교적 일정한 크기로 선별한 후 Fig. 1에 나타난 바와 같이 표면 소독 및 세척을 실시하였다. 실험 처리구는 유효염소의 농도에 따라 50 ppm 염소수, 100 ppm 염소수, 그리고 수도수(tap water)로 하였다. 세척 방법은 실험 처리구별로 시료 중량의 10배의 수도수에서 30초간 애벌세척을 한 다음, 시료를 실험 처리구별 소독수를 사용하여, 침지수량은 시료 중량의 10배, 침지시간은 3분과 5분간 처리한 후 건져내었다. 각 처리구의 건져낸 시료를 10배의 수도수로 30초 동안 1회, 2회, 3회 세척을 한 후 건져내어 자연 탈수하였으며, 각 시료들을 5℃ 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

3. 미생물의 변화

1) 일반 세균수 측정

Fig. 1의 소독 및 세척 단계에서 무균적으로 딸기 10 g을 취한 후 90 ml의 멸균된 0.85% 생리 식염수를 가하여 stomacher (Bagmixer 400VW, Interscience, France)로 7의 세기에서 5분간 균질화시켜 생균수 측정을 위한 시료를 제조하였다. 바나나의 경우, 단계별 처리 후 바나나의 껍질 부분과 과육 가식 부분으로 분리한 다음 각각 10 g씩 채취하여 stomacher에서 딸기와 같은 방법으로 균질화하였다. 제조한 시료액을 멸균된 0.85% 생리 식염수를 사용하여 10배 희석법으로 희석하여 plate count agar(Difco, USA)에 1 ml씩 pour plating 방법으로 접종한 다음, 35±1℃에서 40~48시간 배양시킨 후 형성된 colony 수를 계수하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다.

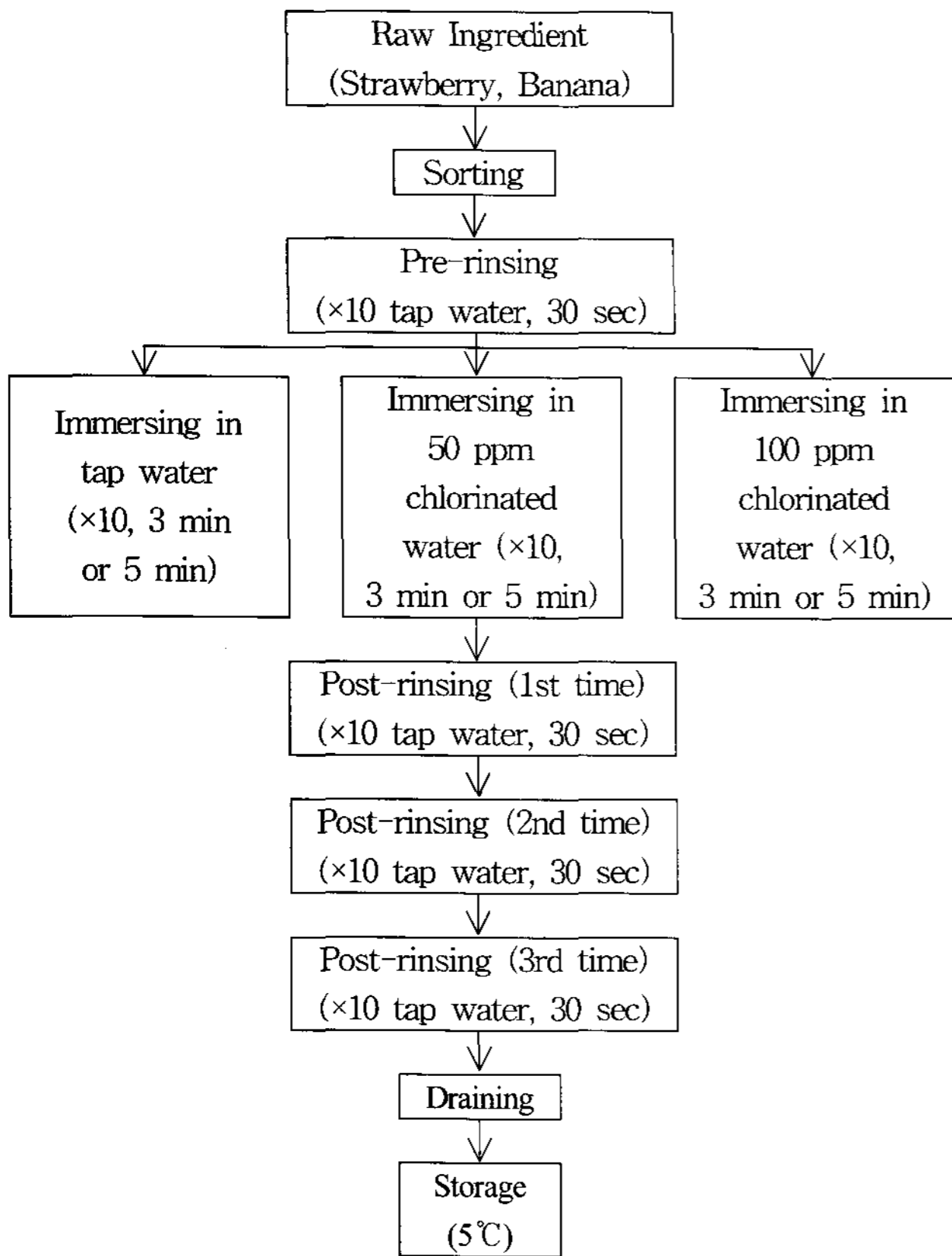


Fig. 1. Flow diagram of sorting, surface sterilization and washing methods of fruits.

2) 대장균군수 측정

일반 세균수 검사와 동일한 방법으로 시료를 제조하여 10배 희석법으로 희석한 시료를 desoxycholate lactose agar(Difco, USA)에 1 ml씩 pour plating 방법으로 접종하고 35±1 °C에서 40~48시간 배양한 다음 나타난 colony 수를 계수하여 colony forming unit(CFU/g)으로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 과일류의 수도수 세척 효과

1) 딸기의 수도수 세척에 의한 미생물 제거 효과

딸기의 부착 미생물(일반세균, 대장균군)에 대한 수도수 세척의 효과를 Fig. 2, 3에 나타내었다. 세척 전 딸기의 미생물 수준은 일반 세균수는 4.526×10³~5.222×10³ CFU/g, 대장균군수는 3.260×10²~4.216×10² CFU/g으로 나타났으며, 이는 섭취 직전의 배식 단계 음식의 위생적 안전성 확보를 위한 수준으로서 일반 세균수는 10⁵ CFU/g 이하, 대장균군수는 10² CFU/g 이하를 제안하였던 Solberg 등¹⁷⁾의 기준에 비해 일반 세균수는 기준 수준 이하이었으나, 대장균군수는 기준을 약간 넘어 위

생관리가 요구되는 상태이었다.

수도수에 침지한 후 3회의 물세척에 의하여 딸기의 일반 세균수와 대장균군수는 감소하였으며, 세척 횟수가 증가할수록 감소 정도도 증가하였다. 3회 세척으로 세척 전 원재료와 비교하여 일반 세균수의 경우, 3분 침지한 경우는 0.46 log CFU/g (초기 균: 4.526×10³ CFU/g, 세척 후: 1.588×10³ CFU/g), 5분 침지한 경우는 1.08 log CFU/g(초기 균: 5.222×10³ CFU/g, 세척 후: 4.350×10³ CFU/g) 감소하였으며, 대장균군수도 3회 세척으로 침지시간 3분의 경우에는 0.58 log CFU/g(초기 균: 3.260×10² CFU/g, 세척 후: 8.517×10¹ CFU/g), 침지시간 5분의 경우에는 1.32 log CFU/g(초기 균: 4.216×10² CFU/g, 세척 후: 1.983×10¹ CFU/g) 감소하였다.

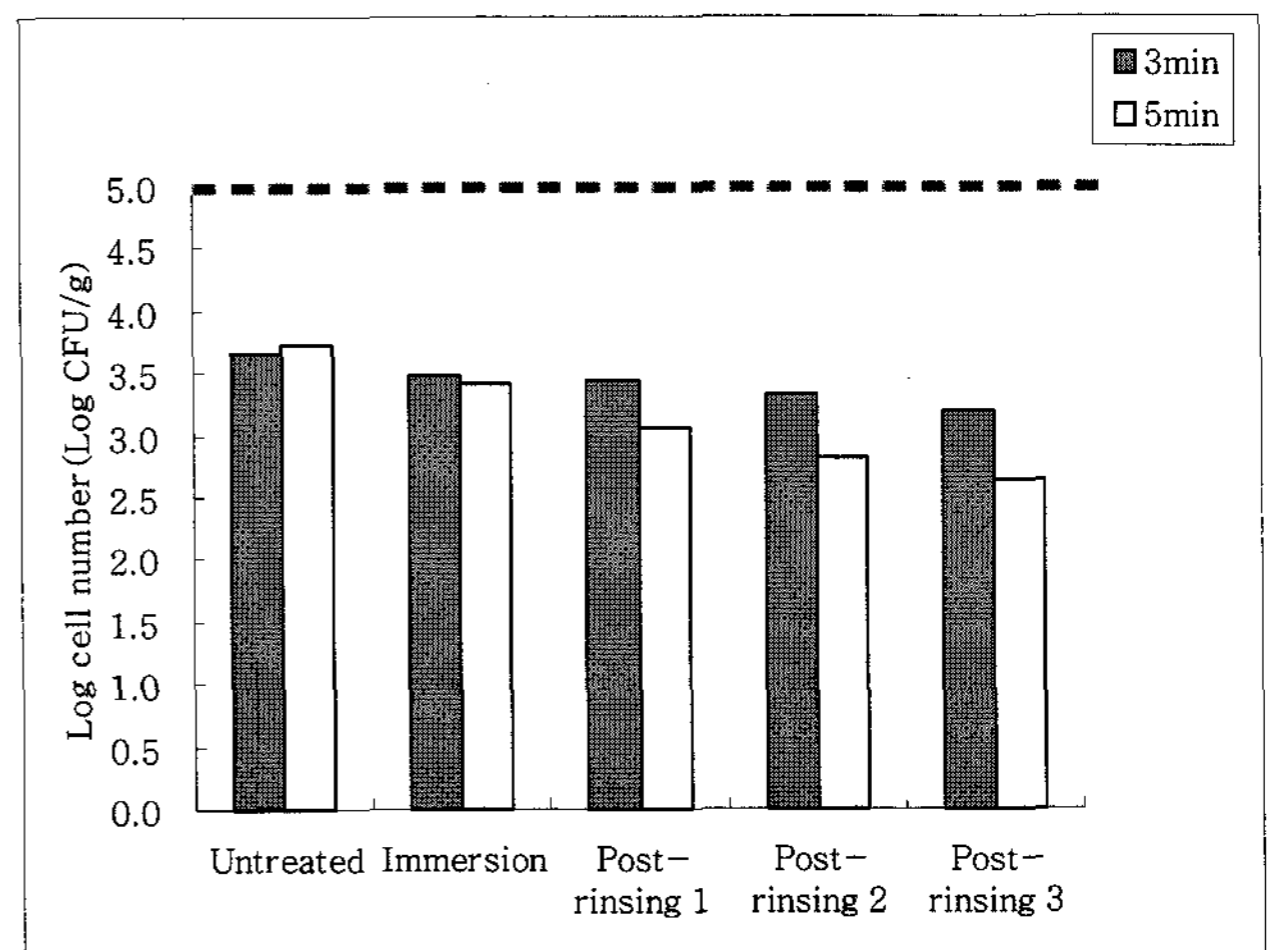


Fig. 2. Removal of total viable cell counts on the surface of strawberry after washing with tap water. ---: Limit number of total viable cell counts¹⁷⁾.

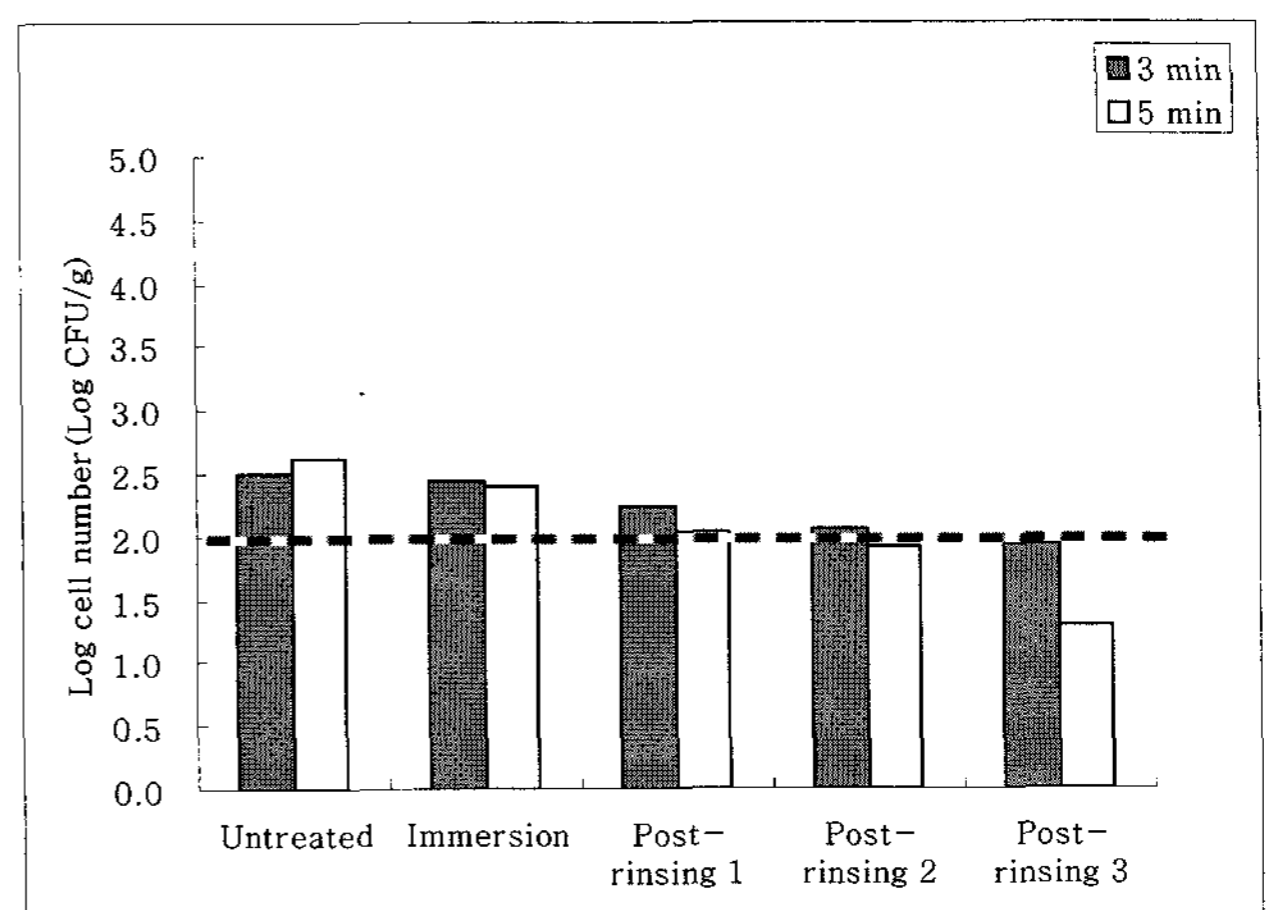


Fig. 3. Removal of coliform bacteria on the surface of strawberry after washing with tap water. ---: Limit number of coliform bacteria¹⁷⁾.

2) 바나나의 수도수 세척에 의한 미생물 제거 효과

Fig. 4, 5에 바나나의 껍질 부분에 부착된 표면 미생물에 대한 수도수 세척의 효과를 나타내었다. 세척 전 바나나 껍질 부분의 일반 세균수는 $6.097 \times 10^4 \sim 6.750 \times 10^4$ CFU/g, 대장균군은 $2.538 \times 10^3 \sim 3.265 \times 10^3$ CFU/g이었으며, 이것은 Solberg 등¹⁷⁾이 제안한 섭취 직전의 식품의 위생적 안전성 확보를 위한 수준(일반 세균수: 10^5 CFU/g 이하, 대장균군수: 10^2 CFU/g 이하)에 비해 일반 세균수는 기준 수준보다 약간 낮게 나타났으나, 대장균군수는 기준을 초과하여 철저한 관리가 필요한 상태이었다.

3회의 수도수 세척으로 세척 전 원재료와 비교하여 일반 세균수의 경우, 3분 침지한 경우는 0.36 log CFU/g(초기 균: 6.750×10^4 CFU/g, 세척 후: 2.947×10^4 CFU/g), 5분 침지한 경우는 0.64 log CFU/g(초기 균: 6.097×10^4 CFU/g, 세척 후: 1.408×10^4 CFU/g) 감소하였으며, 대장균군수도 3회 세척으로 침지시간 3분의 경우에는 1.01 log CFU/g(초기 균: 3.265×10^3 CFU/g, 세척 후: 3.190×10^2 CFU/g), 침지시간 5분의 경우에는 0.98 log CFU/g(초기 균: 2.538×10^3 CFU/g, 세척 후: 2.625×10^2 CFU/g) 감소하였다. 이것은 딸기의 경우에서와 같이 수도수 세척에 의하여 일반 세균수와 대장균군수가 감소하였으며 세척 횟수의 증가와 함께 감소 정도도 증가되는 양상을 보여주었다.

Kim과 Chung⁵⁾의 연구에서는 부추, 깻잎, 양배추, 상추, 오이, Kwon³⁾의 연구에서는 치커리, Lee¹¹⁾의 연구에서는 양상추, 샐러리, 방울토마토, Cho 등¹⁴⁾의 연구에서는 양배추, Kim 등¹²⁾의 연구에서는 샐러리, Ku 등¹⁸⁾의 연구에서는 무청, 그리고 Kim과 Kim¹⁹⁾의 연구에서도 미역, 오이, 당근, 양파, 풋고추, 마늘과 같은 단체급식의 생채류의 원재료들을 전처리하는 과정에서 물세척 후 일반 세균수와 대장균군수가 원재료보다 낮은 수치를 나타내었다고 하는 보고들과 본 실험의 결과는 일치하는 경향을 보였다. 그러나 Heo와 Lee²⁰⁾는 돌나물 생채의 원재료를 씻는 과정에서 일반 세균수만이 기준치 이하로 감소하여 수도수만으로는 생채소의 적절한 위생처리가 이루어지지 않았음을 시사하였으며, Kim 등¹⁶⁾도 수도수로 배추 세척시 일반 세균수와 대장균군수가 감소하였으나, 급식 단계의 위생 기준치를 초과함으로써 위생 상태가 부적합하였다고 하였고, Oh 등¹⁰⁾은 쌈채소(상추, 깻잎, 청경채, 케일) 표면에 잔존하는 총호기성 세균과 대장균군의 경우 일반 수도수 세척은 그 개체수가 오히려 증가하거나 감소 효과가 없었다고 보고하였다.

이와 같은 결과들은 수도수 세척으로도 채소류 및 과일류의 미생물을 제거할 수 있음을 보여주고 있는 것으로 단체급식시 과일류를 충분히 세척하는 것이 필요한 것으로 판단되었다. 그러나 본 결과와 같이 딸기와 바나나 껍질 부분은 3회 세척 후에도 여전히 Solberg 등¹⁷⁾이 제시한 기준을 초과할 수 있고, 토양미생물의 오염의 우려가 높으므로 소독의 과정이 이루어져야 하며, 이는 학교 급식 위생관리 지침서⁷⁾에서도 과일류

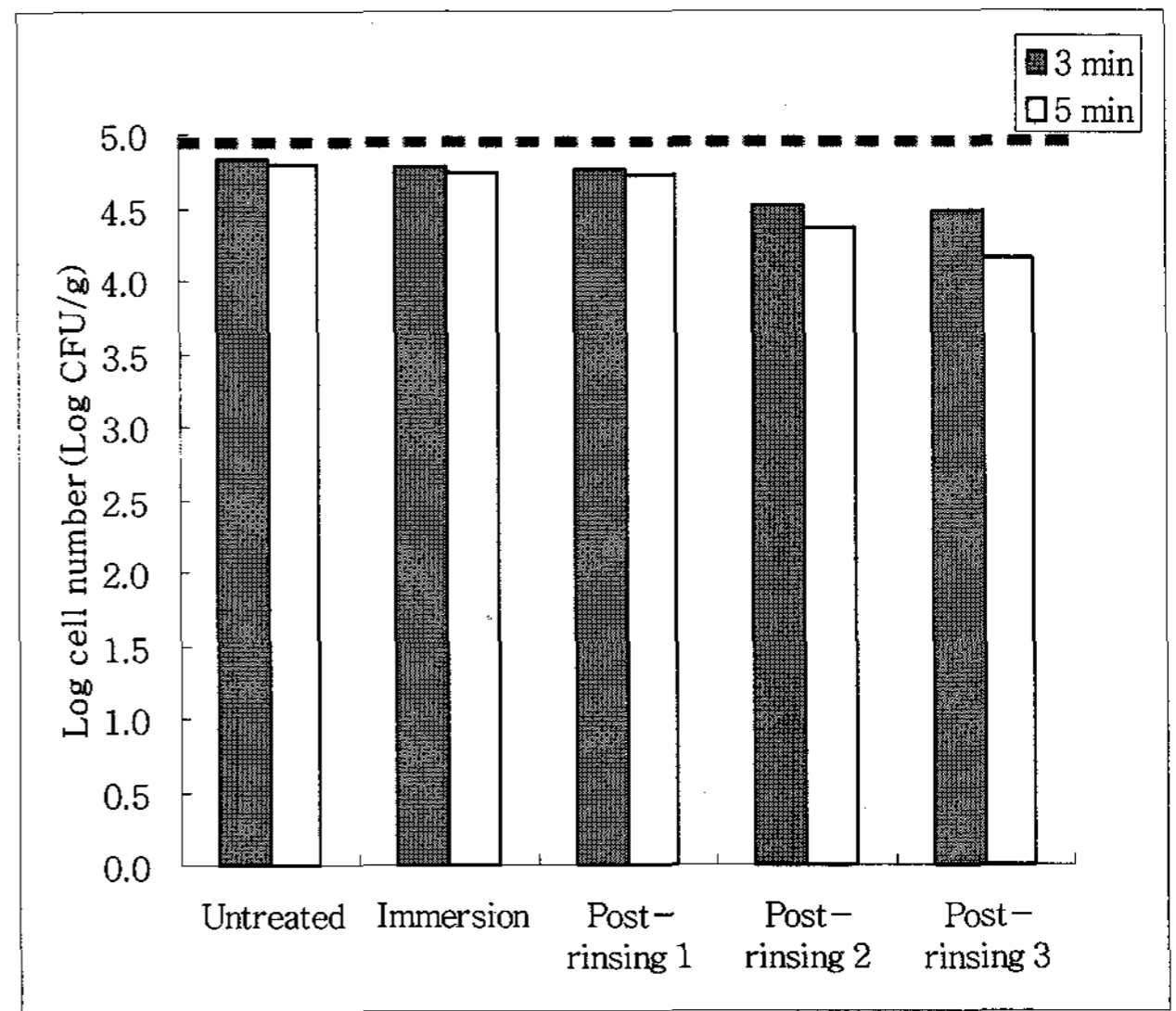


Fig. 4. Removal of total viable cell counts on the surface of banana after washing with tap water. ----: Limit number of total viable cell counts¹⁷⁾.

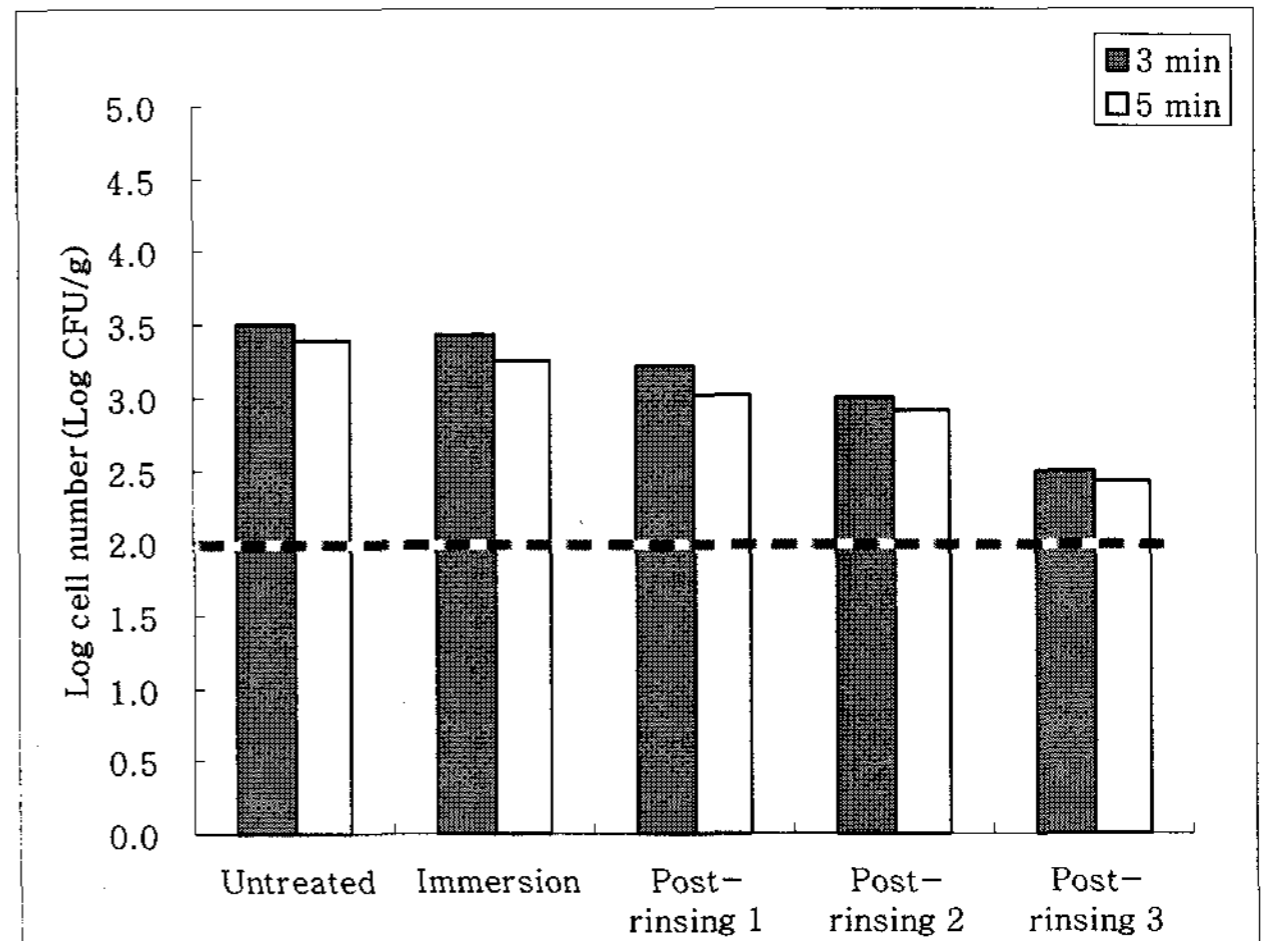


Fig. 5. Removal of coliform bacteria on the surface of banana after washing with tap water. ----: Limit number of coliform bacteria¹⁷⁾.

의 소독은 위생적 안전성 확보를 위한 중요관리점(CCP 5)이므로 과일류 소독에 대한 방법의 모색과 실험적 증명이 필요할 것으로 사료되었다.

2. 과일류의 부착미생물에 대한 염소수 소독의 효과

1) 딸기의 염소수 소독에 의한 미생물 제거 효과

Fig. 1에 나타난 소독·세척 방법에 따라 딸기를 애벌세척한 후 농도별(50 ppm, 100 ppm) 염소수에 각각 넣어 3분, 5분

동안 침지시키고 다시 3회 세척한 후의 일반 세균수와 대장균수의 log 값을 Table 1에 나타내었다. 염소수의 농도가 증가할수록, 침지시간이 길어질수록, 그리고 수도수 세척 횟수가 증가할수록 딸기의 일반균수와 대장균수의 log 값은 감소하여 염소수 소독의 효과가 증가함을 알 수 있었다.

염소수 농도별 및 침지시간별 소독의 효과를 검토하기 위해 딸기의 소독 및 세척 단계별(Fig. 1)로 일반 세균수와 대장균수의 log 값의 감소 정도를 Fig. 6, 7에 나타내었다. 염소수 농도가 증가할수록, 같은 농도에서는 침지시간이 길어질수록, 그리고 침지 후 세척 횟수가 증가할수록 균수의 log 값의 감소는 증가하여 100 ppm 염소수로 5분간 침지 후 3회 물 세척한 것의 감소 정도가 가장 커서 딸기 1 g 당 일반 세균수와 대장균수는 염소수 소독 전에 비해 각각 3.29, 2.69 log CFU 감소하였으며, 대장균은 전혀 검출되지 않았다.

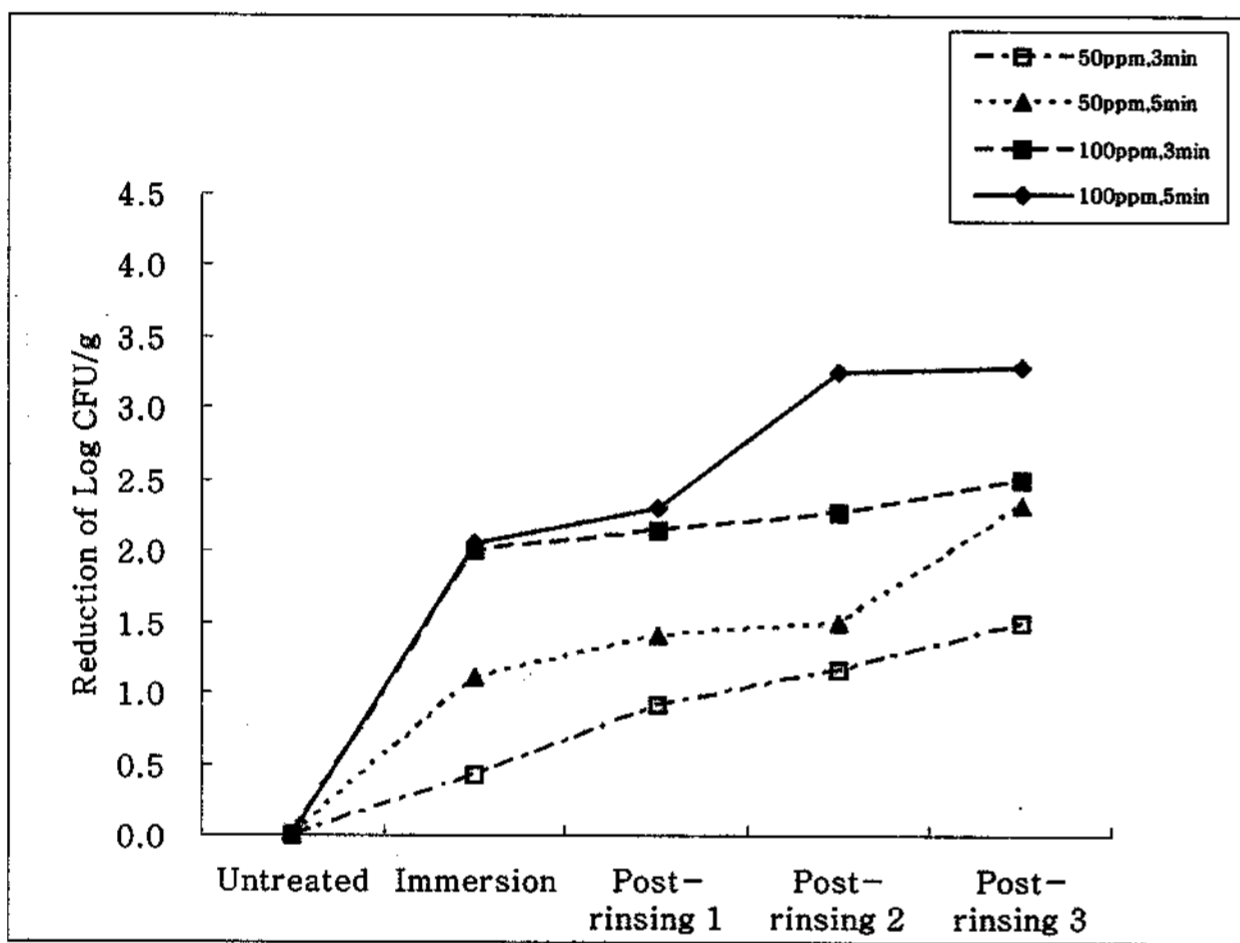


Fig. 6. Effect of the concentration of chlorinated water on the survival of total viable cell counts on strawberry.

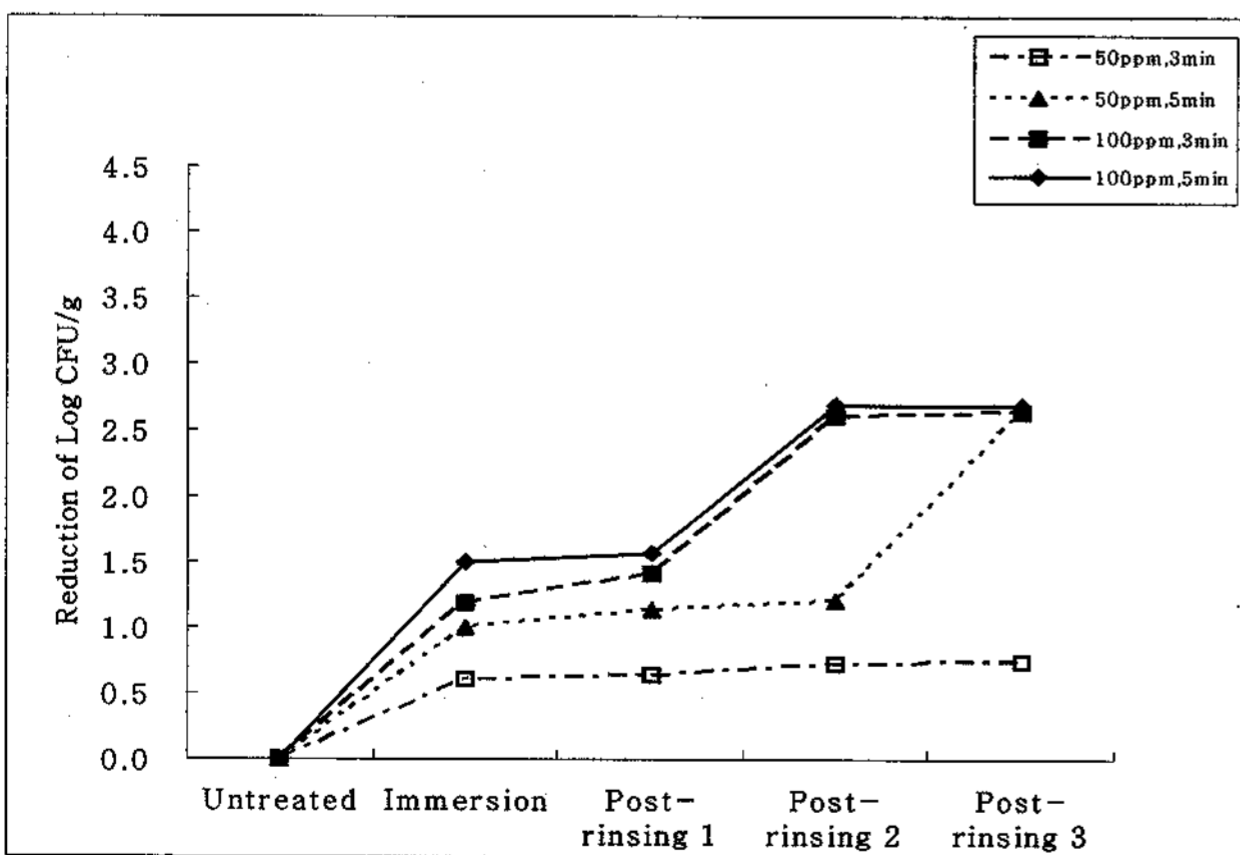


Fig. 7. Effect of the concentration of chlorinated water on the survival of coliform counts on strawberry.

Table 1. Microbiocidal effect of chlorinated water on strawberry after different washing methods

Treatments ¹⁾	Post-rinsing No.	(Log CFU/g)			
		Total viable cell count ²⁾	Coliform count ²⁾		
UT		3.84		2.56	
CW-50-3	0	3.41	(0.43) ³⁾	1.96	(0.60)
	1	2.93	(0.91)	1.92	(0.64)
	2	2.68	(1.16)	1.83	(0.73)
	3	2.34	(1.50)	1.82	(0.74)
UT		3.80		2.66	
CW-50-5	0	2.70	(0.10)	1.66	(1.00)
	1	2.40	(1.40)	1.52	(1.14)
	2	2.30	(1.50)	1.46	(1.20)
	3	1.48	(2.32)	ND ⁴⁾	(2.66)
UT		3.71		2.63	
CW-100-3	0	1.70	(2.01)	1.44	(1.19)
	1	1.56	(2.15)	1.21	(1.42)
	2	1.45	(2.26)	0.03	(2.60)
	3	1.22	(2.49)	ND	(2.63)
UT		3.74		2.69	
CW-100-5	0	1.69	(2.05)	1.19	(1.50)
	1	1.44	(2.30)	1.12	(1.57)
	2	0.48	(3.26)	ND	(2.69)
	3	0.45	(3.29)	ND	(2.69)

¹⁾ UT: Untreated,

CW-50-3: Immersed in 50 ppm chlorinated water for 3 min, CW-50-5: Immersed in 50 ppm chlorinated water for 5 min, CW-100-3: Immersed in 100 ppm chlorinated water for 3 min, CW-100-5: Immersed in 100 ppm chlorinated water for 5 min,

²⁾ Expressed as the log₁₀ value of colony forming unit per g of sample(Log CFU/g): mean of triplicated measurements,

³⁾ Reduction of the log₁₀ value of chlorinated water treated sample from that of untreated sample, ⁴⁾ ND: Not determined.

2) 바나나의 염소수 소독에 의한 미생물 제거 효과

바나나를 50 ppm과 100 ppm 염소수에 3분과 5분 동안 침지한 후 수도수로 3회 세척하는 과정에서 바나나 껍질 부분의 일반 세균수와 대장균수의 변화를 Table 2에 나타내었다. 염소수의 농도가 증가하고 침지시간이 길어지고 세척 횟수가 많아질수록 바나나 껍질 부분의 일반 세균수와 대장균수의 log 값은 크게 감소하여 염소수에 의해 뚜렷한 소독 효과가 있음을 알 수 있었다.

Table 2. Microbiocidal effect of chlorinated water on the surface of banana after different washing methods (Log CFU/g)

Treatments ¹⁾	Post-rinsing No.	Total viable cell count ²⁾	Coliform count ²⁾
UT		4.19	3.23
CW-50-3	0	4.03 (0.16) ³⁾	2.87 (0.36)
	1	3.91 (0.28)	2.08 (1.15)
	2	3.63 (0.56)	1.22 (2.01)
	3	2.19 (2.00)	0.70 (2.53)
UT		4.04	3.32
CW-50-5	0	3.89 (0.15)	2.75 (0.57)
	1	3.82 (0.22)	1.99 (1.33)
	2	2.96 (1.08)	0.70 (2.62)
	3	2.08 (1.96)	0.70 (2.62)
UT		4.25	3.11
CW-100-3	0	3.87 (0.38)	2.65 (0.46)
	1	2.76 (1.49)	1.98 (1.13)
	2	1.98 (2.27)	0.70 (2.41)
	3	1.74 (2.51)	0.30 (2.81)
UT		4.25	3.30
CW-100-5	0	2.52 (1.73)	1.88 (1.42)
	1	1.72 (2.53)	0.70 (2.60)
	2	0.70 (3.55)	ND ⁴⁾ (3.30)
	3	ND (4.25)	ND (3.30)

¹⁾ UT: Untreated,

CW-50-3: Immersed in 50 ppm chlorinated water for 3 min,

CW-50-5: Immersed in 50 ppm chlorinated water for 5 min,

CW-100-3: Immersed in 100 ppm chlorinated water for 3 min,
 CW-100-5: Immersed in 100 ppm chlorinated water for 5 min,

²⁾ Expressed as the log₁₀ value of colony forming unit per g of sample(Log₁₀ CFU/g): mean of triplicated measurements,

³⁾ Reduction of the log₁₀ value of chlorinated water treated sample from that of untreated sample, ⁴⁾ ND: Not determined.

Fig. 8, 9에 나타난 바와 같이 바나나의 소독 및 세척 단계별 (Fig. 1) 껍질 부분의 일반 세균수와 대장균군수의 log 값 감소 정도를 보면, 염소수 농도가 증가할수록, 같은 농도에서는 침지시간이 길어질수록, 그리고 침지 후 세척 횟수가 증가할수록 균수의 log 값의 감소는 증가하였다. 특히 100 ppm 염소수에서 5분간 침지시킨 후 3회 물세척하였을 때 바나나 표면 미생물의 감소 정도가 가장 크게 나타나 바나나 1 g당 일반 세균수와 대장균군수는 염소수 소독 전에 비해 각각 4.25, 3.30 log CFU 감소하였으며, 일반세균과 대장균군 모두 전혀 검출되지 않았다.

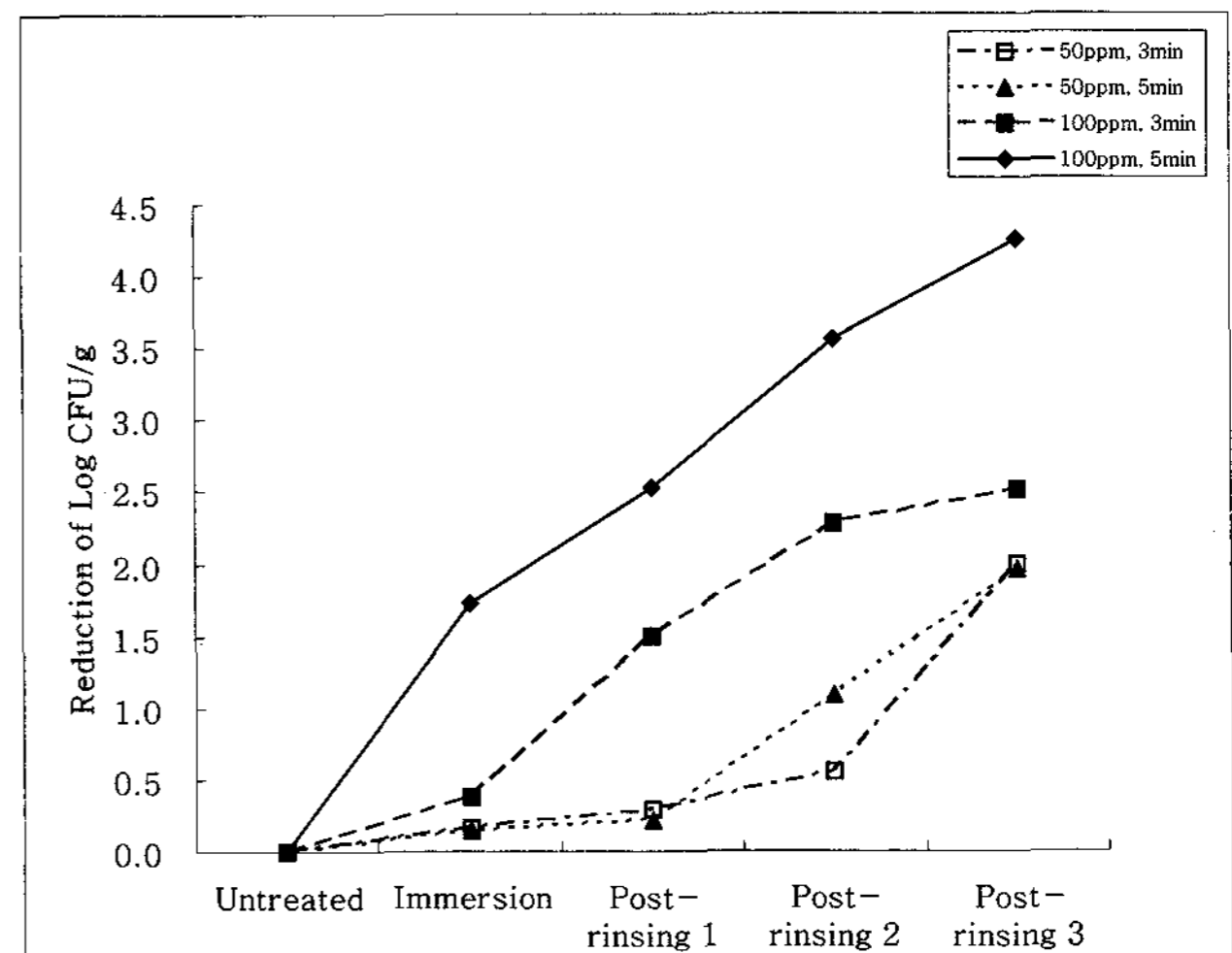


Fig. 8. Effect of the concentration of chlorinated water on the survival of total viable cell counts on the surface of banana.

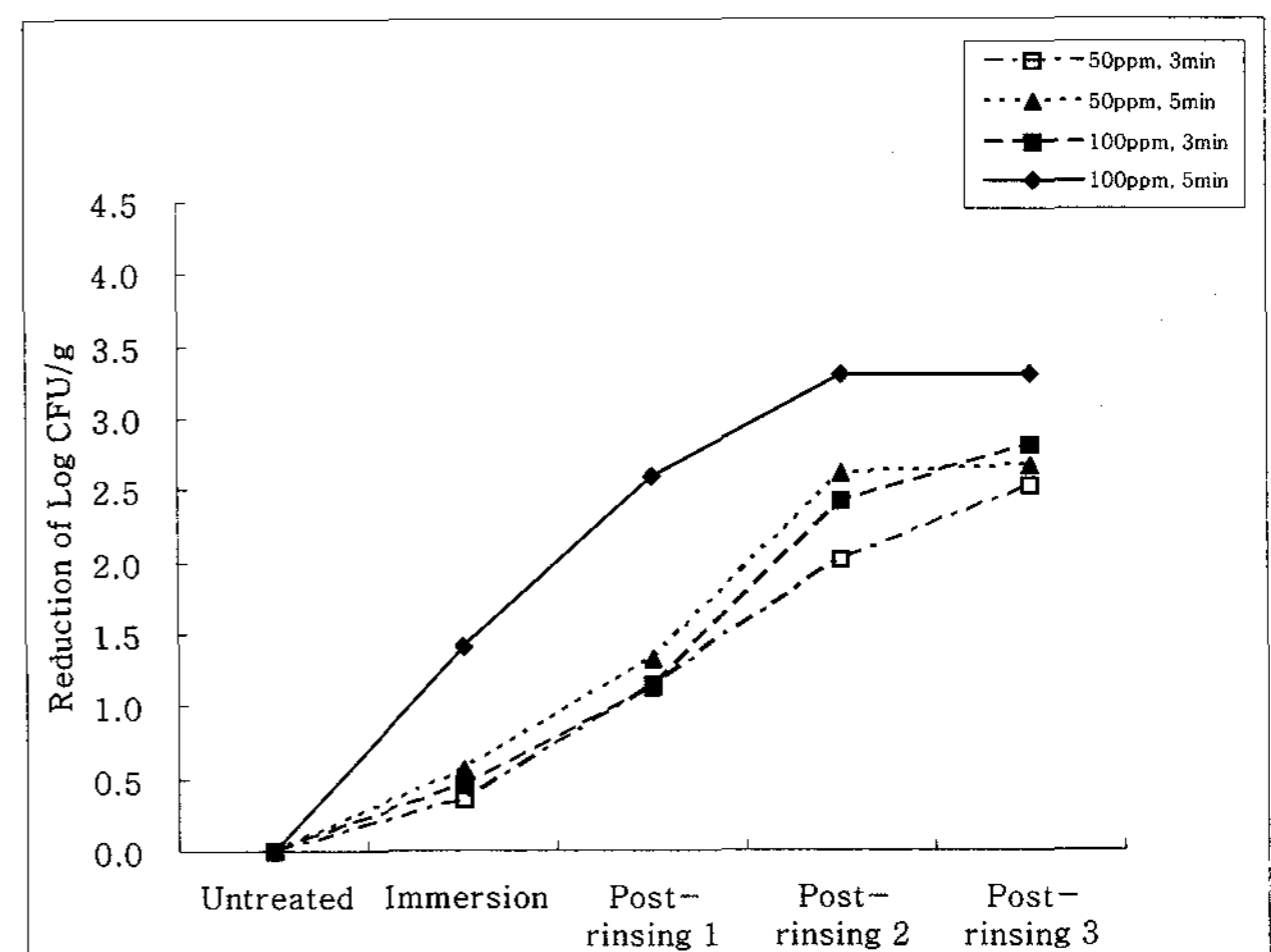


Fig. 9. Effect of the concentration of chlorinated water on the survival of coliform counts on the surface of banana.

이와 같이 본 실험 결과에서 보여준 염소수의 소독 및 세척에 의한 과일류의 표면 미생물의 제거 효과는 채소류의 염소 소독 효과에 대한 여러 연구 결과들과 유사한 경향을 보였다. Kwon³⁾은 치커리의 표면 살균처리 중 100 ppm과 200 ppm 염소수로 3분간 처리한 경우 3 log cycle 정도의 일반 세균수와 대장균군수가 감소되는 살균 효과를 나타내었고, Lee¹¹⁾는 100 ppm 염소수에서 5분간 양상추 처리시 일반 세균수와 대장균군수가 2 log cycle 감소되었으며, Oh 등¹⁰⁾은 80 ppm 염소 용액에서 1분간 쌈채소(상추, 깻잎, 청경채, 케일)를 침지한 경우 총호기성 세균은 약 1 log CFU/g, 대장균군은 약 4 log CFU/g 정도 감소를 나타내었고, Kim 등¹⁶⁾은 배추를 50~75 ppm 염소

수에 5분간 침지하고 3회 세척하였을 때 일반 세균수와 대장균수가 각각 약 3 log CFU/g, 4 log CFU/g 정도 감소되었다고 보고하였다. 또한, Moon 등¹⁾은 부추(일반 세균수: 1.11×10^8 CFU/g, 대장균수: 9.3×10^2 MPN/g)를 염소 농도 50~100 ppm의 소독액에 5분간 침지하여 소독하였을 때 일반 세균수는 7.06×10^6 CFU/g으로 감소하였고, 대장균은 검출되지 않아 소독에 의해 미생물이 감소하는 효과가 있었으며, 세척을 거치면서 일반 세균수가 차츰 감소하여 3차 세척 후에 조리음식 품질기준에 적합하게 되었다고 보고하였으며, Cho 등¹⁴⁾은 양배추에 잔존하는 총호기성균과 대장균의 경우 9.21 log CFU/g, 6.60 log CFU/g이었으나, 100 ppm 염소 용액에 2분간 침지하여 세척하였을 때 약 2 log CFU/g 감소하여 총호기성균은 7.39 log CFU/g, 대장균은 4.10 log CFU/g으로 유의적 감소 효과를 나타내었다고 하였다. Kim 등¹²⁾은 샐러리에는 총균수가 7.71×10^6 CFU/g, 대장균수가 5.13×10^5 CFU/g으로 미생물 오염에 노출되어 있었으나, 100 ppm 염소수에 약 3~5분간 침지한 샐러리에서는 총균수가 3.30×10^5 CFU/g, 대장균수가 1.93×10^3 CFU/g으로 낮아져 감소 효과를 나타내었고, Lee¹¹⁾와 Kim¹³⁾은 학교 급식소에서 샐러드의 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 총균수는 각각 1.38×10^5 CFU/g, 1.98×10^6 CFU/g, 1.47×10^5 CFU/g이었으며, 대장균수는 각각 7.10×10^3 CFU/g, 4.30×10^2 CFU/g, 8.15×10^4 CFU/g으로 검출되었으나, 전처리 단계의 염소수 침지 직후에는 총균수가 $1.75 \times 10^3 \sim 2.61 \times 10^4$ CFU/g, 대장균수가 $4.90 \times 10^1 \sim 1.58 \times 10^3$ CFU/g으로 감소하여 방울토마토의 대장균수를 제외하고 기준치를 만족하였으며, 4회의 헹굼 과정 후에는 미생물 수치의 변화가 미미하였다고 보고하였다.

그러나 딸기의 경우 염소수 농도나 침지시간의 증가는 딸기의 품질 저하를 초래할 수 있을 것이며, 바나나는 딸기와 달리 껍질을 벗기고 먹는 과일이고 바나나의 과육 부분에서는 본 실험의 결과 일반세균과 대장균이 전혀 검출되지 않았으므로, 이러한 문제점들을 고려한 적절한 농도의 염소수를 사용한 소독 및 세척 방법에 대한 모색이 필요할 것으로 사료되었다.

본 연구에서 세척 전 딸기 시료의 일반 세균수가 $5.107 \times 10^3 \sim 6.866 \times 10^3$ CFU/g, 대장균수는 $3.610 \times 10^2 \sim 4.927 \times 10^2$ CFU/g 수준이었는데, 50 ppm 염소수로 3분간 소독 후 3회 세척한 시료의 일반 세균수와 대장균수는 각각 2.170×10^2 , 6.617×10^1 CFU/g으로 감소하였고, 50 ppm 염소수로 5분간 소독한 후 3회 세척한 경우 딸기의 일반 세균수와 대장균수는 각각 3.000×10^1 , 0 CFU/g으로 나타났다. 또한, 세척전 바나나 껍질 부분의 일반 세균수가 $1.097 \times 10^4 \sim 1.791 \times 10^4$ CFU/g, 대장균수는 $1.295 \times 10^3 \sim 2.076 \times 10^3$ CFU/g 수준이었으나, 50 ppm 염소수로 3분간 소독 후 3회 세척한 시료의 일반 세균수와 대장균

균수는 각각 1.550×10^2 , 5.000×10^0 CFU/g로 감소하였고, 50 ppm 염소수로 5분간 소독한 후 3회 세척한 경우는 각각 1.200×10^2 , 5.000×10^0 CFU/g으로 감소하였다. 이러한 검출된 미생물의 수준은 Solberg 등¹⁷⁾이 제시한 기준 이내로 안전한 수준이 되었다. 또한, 100 ppm 염소수에서의 처리가 더 높은 효과를 나타내었으나, 높은 농도에서의 염소수 처리는 과일 조직의 손상이나 색과 맛의 변화, 염소취 발생 등 품질에 영향을 줄 수 있음을 고려하여 단체급식소에서는 딸기의 초기 일반 세균수가 10^3 CFU/g, 대장균수는 10^2 CFU/g 수준일 경우, 그리고 바나나의 껍질 부분 초기 일반 세균수가 10^4 CFU/g, 대장균수가 10^3 CFU/g 수준일 경우에는 학교 급식 위생관리 지침에서는 유효 염소 농도 100 ppm 소독수에 5분간 침지하도록 되어 있으나 50 ppm 염소수로 3~5분간 침지하여 소독을 실시하여도 적절할 것으로 생각되었다.

요약 및 결론

본 연구는 학교 급식에서 제공되는 과일류의 염소 소독 및 세척에 따른 미생물의 제거 효과를 조사하기 위하여 실시하였다. 껍질을 벗기지 않고 먹는 과일 중에서 딸기, 그리고 껍질을 벗겨 먹는 과일 중에서 바나나를 대상으로 염소 소독액의 농도와 후세척 횟수를 다르게 하여 처리한 후 일반 세균수와 대장균수를 측정하였다.

딸기의 미생물 수준은 일반 세균수는 $4.526 \times 10^3 \sim 5.222 \times 10^3$ CFU/g, 대장균수는 $3.260 \times 10^2 \sim 4.216 \times 10^2$ CFU/g으로 나타났으며, 수도수에 침지한 후 3회 세척으로 일반 세균수의 경우, $1.588 \times 10^3 \sim 4.350 \times 10^3$ CFU/g(0.46~1.08 log CFU/g)으로 감소하였으며, 대장균수는 $1.983 \times 10^1 \sim 8.517 \times 10^1$ CFU/g(0.58~1.32 log CFU/g)으로 감소하였다. 또 세척 전 바나나 껍질 부분의 일반 세균수는 $6.097 \times 10^4 \sim 6.750 \times 10^4$ CFU/g, 대장균수는 $2.538 \times 10^3 \sim 3.265 \times 10^3$ CFU/g이었으며, 수도수에 침지한 후 3회의 수도수 세척으로 일반 세균수의 경우, $1.408 \times 10^4 \sim 2.947 \times 10^4$ CFU/g(0.36~0.64 log CFU/g)으로 감소하였으며, 대장균수는 $2.625 \times 10^2 \sim 3.190 \times 10^2$ CFU/g(0.98~1.01 log CFU/g)으로 감소하였다.

과일류의 소독 및 세척 단계별 소독 효과를 조사한 결과, 염소수 농도가 증가할수록, 같은 농도에서는 침지시간이 길어질수록, 그리고 침지 후 세척 횟수가 증가할수록 미생물의 감소 정도가 크게 나타났다. 100 ppm 염소수에서 5분간 침지시킨 후 3회 물세척하였을 때 딸기 1 g당 일반 세균수와 대장균수는 염소수 소독 전에 비해 각각 3.29, 2.69 log CFU 감소하였으며, 대장균은 전혀 검출되지 않았고, 또한 바나나의 경우는 각각 4.25, 3.30 log CFU 감소하였으며, 일반세균과 대장균 모두 전혀 검출되지 않았다. 그러나 50 ppm 염소수로 5분간 소

독한 후 3회 세척한 딸기의 일반 세균수는 3.000×10^1 CFU/g이었고 대장균군은 검출되지 않았으며, 바나나의 경우는 일반 세균수와 대장균군은 각각 1.200×10^2 , 5.000×10^0 CFU/g으로 감소하여 식품의 안전한 위생 수준을 나타내었다.

따라서 본 연구의 결과에서 나타난 바와 같이 학교 급식에서 과일류의 세척 및 소독 방법으로는 애벌세척 후 염소 농도 50 ppm에서 3~5분간 침지하여 소독한 다음 3회 이상 물세척하여 배식하는 것이 과일류의 품질의 손상에 의한 관능적 기호성의 손실을 최소화하면서 미생물학적으로 안전한 효율적인 세척 및 소독 방법이 될 수 있을 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Moon, HK, Jean, JY and Kim, CS. Effect of sanitization on raw vegetables not heated in foodservice operations. *J. Kor. Dietetic Assoc.* 10:381-389. 2004
2. Park, HO, Kim, CM, Woo, GJ, Park, SH, Lee, DH, Chang, EJ and Park, KH. Monitoring and trends analysis of food poisoning outbreaks occurred in recent years in Korea. *J. Food Hyg. Safety.* 16:280-294. 2001
3. Kwon, JY. Effect of surface sterilization and various washing on the minimally processed chicory(*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*). Master Thesis, Duksung Women's Uni., 2004
4. Yoo, WC, Park HK and Kim, KL. Microbiological hazard analysis for prepared foods and raw materials of food service operations. *Kor. J. Dietary Culture.* 15:123-137. 2000
5. Kim, SH and Chung, SY. Effect of preparation with vinegar against microorganisms on vegetables in food service operations. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 32:230-237. 2003
6. 식품의약품안전청. 집단 식중독 발생 현황, 2007. <http://www.kfda.go.kr>, 2007.4.1 방문
7. 교육인적자원부. 학교 급식 위생관리 지침서, pp.75-89. 2004
8. Nguyen-the, C and Carlin, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 34:371-401. 1994
9. Kwon, NH, Kim, SH, Kim, JY, Lim, JY, Kim, JM, Jung, WK, Park, KT, Bae, WK, Noh, KM, Choi, JW, Hur, J and Park, YH. Antimicrobial activity of GC-100X against major food-borne pathogens and detaching effects of it against *Escherichia coli* O157:H7 on the surface of tomatoes. *J. Food Hyg. Safety.* 17:36-44. 2002
10. Oh, SY, Choi, ST, Kim, JG and Lim, CI. Removal effects of washing treatments on pesticide residues and microorganisms in leafy vegetables. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:250-255. 2005
11. Lee, SH. Application of electrolyzed water for microbiological quality control in vegetable salads flow of school food-services. Ph.D. Thesis, Dankook Uni., 2003
12. Kim, MH, Jeong, JW and Cho, YJ. Cleaning and storage effect of electrolyzed water manufactured by various electrolytic diaphragm. *Kor. J. Food Preserv.* 11:160-169. 2004
13. Kim, MH. Studies on microbiocidal effect and quality preservation of fresh foods by electrolyzed water. PhD Thesis, Pukyong National Uni., 2005
14. Cho, JI, Kim, KS, Bahk, GJ and Ha, SD. Microbial assessment of wild cabbage and its control. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:162-167. 2004
15. Kim, YJ, Cho, JI and Kim, KS. Evaluation of washing treatments using chlorine and heat hurdles on natural microflora in fresh lettuces collected from domestic markets. *Food Engineering Progress.* 6:329-335. 2002
16. Kim, HY, Jeong, JW, Kim, JY and Lim, YI. A study on the quality depending on sanitization method of raw vegetables in foodservice operations(I). *Kor. J. Soc. Food Cookery Sci.* 20:123-132. 2004
17. Solberg, M, Buckalew, JJ, Chen, CM, Schaffner, DW, O'Neill, K, McDowell, J, Post, LS and Boderck, M. Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technology.* 44:68-73. 1990
18. Ku, KH, Lee, KA, Kim, YL and Lee, MG. Effects of pre-treatment method on the surface microbes of radish(*Raphanus sativus* L.) leaves. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 649-654. 2006
19. Kim, HY and Kim, HJ. A study for the quality control of food served by contracted management in high school food-service centre. *J. Food Hyg. Safety.* 15:304-314. 2000
20. Heo, YS and Lee, BH. Application of HACCP for hygiene control in university foodservice facility. Focused on vegetable dishes(sengchae and namul). *J. Food Hyg. Safety.* 14: 293-304. 1999

(2008년 4월 4일 접수; 2008년 5월 13일 채택)