

마이크로버블에 의한 상추의 세척효과 및 저장 중 품질변화

이선아 · 윤예리 · 권기현 · 김병삼 · 김상희 · 차환수[†]

한국식품연구원

Washing Effect of Micro-Bubbles and Changes in Quality of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) during Storage

Seon-Ah Lee, Aye-Ree Youn, Ki-Hyun Kwon, Byeong-Sam Kim,
and Hwan-Soo Cha[†]

Korea Food Research Institute, SungNam 463-420, Korea

Abstract

We assessed quality changes in and washing effects (time and method) on lettuce (*Lactuca sativa* L.) treated with micro-bubbles. Samples were treated with micro-bubbling for 1, 3, or 5 min, and the 5-min treatment yielded the best results in terms of reduced total microorganism counts, sensory aspects, and degree of washing. Total microorganism counts were 4.30 log colony-forming units (CFU)/g in unwashed lettuce(CT), 4.10 log CFU/g in hand-washed lettuce (HW), 3.98 log CFU/g in conventional, bubble-washed lettuce (BW) and 3.25 log CFU/g in micro-bubble-washed lettuce (MW). In comparison, total counts of samples examined after 10 days of storage were 7.00 log CFU/g for CT, 6.19 log CFU/g for HW, 6.02 log CFU/g for BW, and 5.89 log CFU/g for MW. The lowest counts were seen after micro-bubble treatment. BW and MW samples showed significantly higher counts than did CT and HW samples. In general, BW and MW samples did not vary significantly in count numbers. MW showed a 2 - 3-fold lower residual pesticide level compared with CT, and also had the lowest level of impurities. HW and BW samples were not well washed.

Key words : lettuce, vegetable, washing, quality, microorganism, micro bubbles

서 론

최근 신선농산물의 간편성과 합리성을 추구하면서 구입한 뒤 다듬고 세척하거나 절단할 필요 없이 바로 먹을 수 (ready to eat) 있거나 요리에 사용할 수 있는 신선편이 (fresh-cut) 농산물에 대한 수요가 크게 증가하고 있다(1). 신선편이 제품은 편리성 등의 이유로 1980년대 말부터 유럽에서 시작하여 1990년대 미국에서 크게 성장, 발전하여 오늘에 이르렀다. 국내 신선편이 농산물의 생산량은 매년 증가하여 국내 채소 소비량의 7% 수준으로 신선편이식품

이 최소가공 되고 있으며, 단순한 농산물 껍질 제거에서 대형마트를 중심으로 샐러드용 채소나 과일 등 다양하게 생산되고 있다(2). 이러한 신선편이 과일류나 채소류는 대부분 익히지 않고 그대로 섭취하는 경우가 많아 미생물이나 농약 등의 위해요소로부터 위생적으로 안전하게 섭취하는 것이 무엇보다 중요하다(3,4). 신선편이 식품의 위생적 안전성을 확립하기 위해 다양한 연구가 진행중으로 이산화염소수(5), 전해산화수(6), 오존수(4), 염소수(7), 전기분해수(8) 등 여러가지 세척수를 이용한 전처리나 LDPE 포장(9), MA 포장(10) 등 필름 포장을 이용한 전처리 연구가 진행되고 있다.

마이크로버블기술은 현재 일본에서 가장 활발히 진행되

[†]Corresponding author. E-mail : hscha@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9243, Fax : 82-31-780-9169

고 있는 분야로 마이크로기포발생 장치, 응용장치 관련 등의 분야에서 1,147건의 특허가 출원되어 있으나 식품 적용 기술 특허는 22건에 그치고 있다. 또한 일본의 마이크로버블 기술은 환경정화, 수산양식, 전자 등에 치중되어 있다. 국내에서는 일본과 마찬가지로 마이크로버블 장치와 적용 기술의 개념정립 단계에 있으며, 주로 수입을 통해 피부미용을 위한 목욕기용으로 사용되고 있고, 수질정화방법에 관한 특허와 세탁기에 대한 특허가 있는 수준이다. 현재까지 일본에서도 농식품 및 세척농산물의 세척, 살균시스템 적용은 초기단계이며, 국내에서는 미비한 실정이다. 보통의 일반버블은 센티미터 단위의 큰 기포로 수면위로 빠르게 상승하여 파열하게 된다. 반면 마이크로버블은 마이크로미터 단위의 작은 기포로 50 μm 이하의 미세한 기포를 말한다. 마이크로버블은 수면위로 천천히 상승하며 파열하게 된다. 마이크로버블 발생 원리는 마이너스이온을 함유한 물에 0.1 mm의 거품을 대량 넣어 강한 압력을 가하여 나팔모양의 구멍을 통과시키면 작은 버블이 나오는 원리이다(11).

신선편이 채소류는 즉석 샐러드로 가정이나 외식업체, 단체급식 및 업체에서 가장 많이 이용되고 있어 이에 대한 위생요소 관리가 더욱더 중요하고 필요하다. 앞에서 설명한 바와 같이 농·식품 및 세척농산물 분야의 마이크로버블 장치 적용은 일본도 초기단계이며 국내에서도 시작단계로 체계화되지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 쌈채소류 중 가장 많이 이용·섭취되고 주로 생식으로 섭취되고 있는 상추를 대상으로 마이크로버블을 이용해 적절한 세척시간을 측정 후 마이크로버블 세척과 일반 세척방법과 비교를 통해 효과를 알아보고자 각각의 방법으로 세척한 다음 저온에 저장하여 상추의 세척 전 후의 잔존 미생물을 비교와 세척효과, 상품성비교 등을 통해 품질 특성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 상추(*Lactuca sativa L.*)의 품종은 청치마 상추로 2009년 2월에 구입하였으며, 외관과 모양이 전체적으로 균일한 것을 선별하여 사용하였다.

적정 세척시간 설정

상추의 세척 시 적정 처리시간을 알아보기 위해 마이크로버블기(신선채소용 세정 및 탈수 System, 한국식품연구원, 2008)를 이용하여 세척조에 마이크로버블수를 생성되게 한 다음 시료를 넣어 시간별로 무세척(CT), 1분(MW1), 3분(MW3), 5분(MW5)으로 각각 세척한 다음 탈수하여 물기를 제거하고 7일간 7°C 저장하면서 예비실험 하였다.

세척방법에 따른 전처리

세척방법은 무세척(CT), 손세척(HW), 일반버블세척(BW), 마이크로버블세척(MW)을 적용하였다. 일반버블세척과 마이크로버블세척은 본 연구원에서 개발, 제작한 기계(신선채소용 세정 및 탈수 System, 한국식품연구원, 2008)를 이용해 세척하였으며, 세척조에 물을 가득 담아 물을 흘려보내며 마이크로버블기를 작동시켜 버블의 크기가 10-30 μm 로 되게 한 후 시료를 담가 처리하였고, 동일한 조건을 주기위해 손세척 방법 또한 물을 가득 담아 물을 흘려보내며 상추를 세척하였다. 각각의 처리구를 5분간 세척한 후 탈수하여 물기를 제거한 다음 9일간 4°C에 저장하면서 품질을 분석하였다.

총균수 측정

미생물 총균수는 일정량의 시료를 채취하여 멸균수 10배를 가해 1분간 균질화 한 다음 단계별로 희석하여 1 mL씩 배지에 도말하고 37°C에서 48시간 배양 후 colony수를 측정하였으며, log colony CFU/g으로 나타내었으며, 미생물 검출에는 총균수 측정용 배지(Petrifilm™ plate, 3M Co., USA)를 사용하였다.

관능평가

관능평가는 저장기간 동안 패널 10명을 대상으로 실시하였으며, 조사항목은 시든정도, 변색, 부패, 썩김정도, 조직감, 전반적인 기호도를 9점법을 이용하여 조사하였다. 시든정도, 변색, 부패, 썩김정도는 점수가 낮을수록 조직감, 전반적인 기호도는 점수가 높을수록 좋은 평가를 받은 것으로 하였다. 통계분석처리는 SAS(Statistical Analysis system)를 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하여 나타내었다.

잔류농약 분석

세척방법에 따른 농약의 제거효과 측정을 위해 쌈채소류의 검출빈도가 높은 살균제 스미렉스(Procymidone, Dongbang Agro)(4)와 더스반(Chlorpyrifos, Hannong)을 이용하여 살균제 사용지침서의 사용량(2 g/L)에 따라 각 제제를 증류수에 용해하여 분무기를 이용해 상추를 흠뻑 적실 정도로 동일하게 분사한 후, 24시간동안 물기를 건조시킨 다음 각각의 세척방법에 따라 세척하였다. 세척처리를 한 시료는 식품공전 농약잔류시험법(12)에 따라 잔류농약을 측정하였다.

Video microscope system을 이용한 세척정도

200만 화소의 이동식 Video microscope system(EGVM-358, Sometech.Co.Ltd, Korea)을 이용하여 60배율의 광학렌즈로 세척 처리 조건별로 상추의 세정정도를 측정하였다.

결과 및 고찰

적합한 처리시간 선정을 위한 예비실험

마이크로버블 기계를 이용한 세척시간에 따른 미생물 제거효과를 살펴본 결과는 다음 Fig 1과 같다. 처리 한 직후 초기 총균수를 측정 한 결과, 무세척(CT)구는 4.14 log CFU/g, 마이크로버블1분(MW1)구는 3.21 log CFU/g, 마이크로버블3분(MW3)구는 3.06 log CFU/g, 마이크로버블5분(MW5)구는 2.99 log CFU/g을 나타내 처리시간에 따라 총균수의 차이를 보였다. 그리고 세척만으로도 무세척구에 비해 초기 총균수를 감소시키는 효과가 있었지만, 5분간 세척한 경우 총균수를 감소시키는데 가장 효과적이었다. Kim 등(13)은 청경채를 세척했을 때 무세척구보다 1 log scale 정도 초기 미생물을 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 저장 기간이 지날수록 모든 처리구가 증가하는 경향을 나타냈으며, MW5 처리구가 가장 적게 증가하여 저장 7일째 무처리구 보다 2 log CFU/g 정도 더 낮게 나타났다.

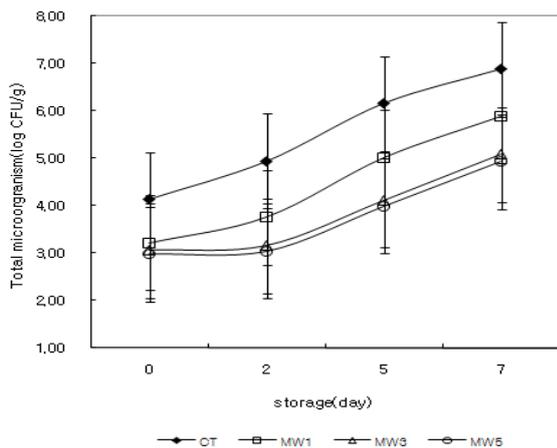


Fig. 1. Changes in total microorganisms of lettuce by washing times.

CT: control, MW1: micro bubble washing treatment-1minute, MW3: micro bubble washing treatment-3 minute, MW5: micro bubble washing treatment-5minute.

저장 중 상추의 관능평가를 살펴본 결과는 다음과 같다 (Table 1). 처리시간에 따라 세척한 다음 7 °C 저장한 상추의 기호도는 세척 직후 마이크로버블3분(MW3)구와 마이크로버블5분(MW5)구는 세척정도에서 높은 기호도를 보였고, 저장 기간이 지남에 따라 처리구간 유의적인 차이를 보였다. 시든정도, 변색, 조직감, 종합적기호도에서 대조구와 세척구간의 유의적인 차이를 보였으며, 마이크로버블5분(MW5)구는 저장 7일째까지 다른 처리구 보다 유의적으로 높게 평가되었다. Kim 등(7)은 신선편이 당근을 오존수로 세척 했을 때 가장 오래 세척한 처리구가 가장 높은 평가를 받았다고 보고와 비슷한 결과를 나타냈다.

상추의 세척정도를 Video microscope system를 이용해

살펴본 결과는 다음과 같다. 마이크로버블을 이용해 세척 시간에 따라 1분, 3분, 5분의 시간별로 세척한 결과 1분간 세척한 경우 이물질이 깨끗하게 제거되지 않은 모습을 보였다. 반면 3분과 5분 동안 세척 했을 때 이물질 등이 깨끗하게 제거되었고, 1분 세척에 비해 큰 효과를 나타내었다(Fig 3). 따라서 세척시간에 따른 세척정도와 저장 효과는 5분간 세척한 마이크로버블5분(MW5)구가 미생물, 기호도 조사, 세척상태에서 모두 좋은 결과를 나타내었다.

Table 1. Changes in sensory characteristics of lettuce by washing method during storage

| Organoleptic characteristic | Treatment | Storage period(day) | | | |
|-----------------------------|-----------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | 0 | 2 | 5 | 7 |
| *Wilt | CT | 2.0 ^{***} | 4.7 ^a | 7.9 ^a | 8.2 ^a |
| | MW1 | 1.0 ^a | 4.3 ^a | 6.9 ^b | 7.3 ^b |
| | MW3 | 1.0 ^b | 2.4 ^b | 5.4 ^c | 5.8 ^c |
| | MW5 | 1.0 ^b | 2.6 ^b | 4.2 ^d | 4.7 ^d |
| *Discoloration | CT | 1.0 ^a | 3.3 ^a | 6.6 ^a | 7.3 ^a |
| | MW1 | 1.0 ^a | 2.7 ^{ab} | 6.1 ^a | 6.6 ^a |
| | MW3 | 1.0 ^a | 2.3 ^{ab} | 4.8 ^b | 5.3 ^b |
| | MW5 | 1.0 ^a | 2.1 ^b | 4.1 ^b | 4.8 ^b |
| **Texture | CT | 7.4 ^a | 6.1 ^b | 4.8 ^c | 3.9 ^c |
| | MW1 | 7.7 ^a | 6.8 ^{ab} | 5.6 ^{bc} | 4.7 ^b |
| | MW3 | 8.2 ^a | 7.3 ^a | 6.1 ^{ab} | 5.1 ^b |
| | MW5 | 8.3 ^a | 7.4 ^a | 6.7 ^a | 5.9 ^a |
| *Decay | CT | 1.0 ^a | 1.6 ^a | 3.2 ^a | 3.2 ^a |
| | MW1 | 1.0 ^a | 1.5 ^a | 2.8 ^a | 2.8 ^a |
| | MW3 | 1.0 ^a | 1.4 ^a | 2.8 ^a | 2.8 ^a |
| | MW5 | 1.0 ^a | 1.3 ^a | 2.3 ^a | 2.5 ^a |
| *Cleanness | CT | 6.0 ^a | 6.1 ^a | 5.9 ^c | 5.9 ^a |
| | MW1 | 4.1 ^b | 4.1 ^b | 4.1 ^b | 4.1 ^b |
| | MW3 | 2.3 ^c | 2.3 ^c | 2.1 ^c | 2.1 ^c |
| | MW5 | 2.1 ^c | 2.1 ^c | 2.0 ^c | 2.0 ^c |
| **Overall acceptability | CT | 6.6 ^b | 4.8 ^b | 4.5 ^c | 2.7 ^c |
| | MW1 | 7.4 ^b | 5.2 ^b | 4.8 ^{bc} | 3.7 ^b |
| | MW3 | 8.7 ^a | 7.6 ^a | 5.4 ^{ab} | 4.6 ^{ab} |
| | MW5 | 8.8 ^a | 7.5 ^a | 6.0 ^a | 5.0 ^a |

*Wilt,Discoloration,Decay,Cleanness : Excellent(1point),Normal(5points), Extremely bad(9points).
 **Texture, Overall acceptability : Excellent(9points), Normal(5points), Extremely bad(1point).
 *** mean in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.
 Abbreviation are the same as in Fig 1.

총균수 측정

상추를 세척방법별로 5분간 처리하여 미생물 변화를 측정한 결과는 다음 Fig 2.와 같다. 세척처리 당일 총균수는 무세척(CT)구는 4.30 log CFU/g, 손세척(HW)구는 4.10 log CFU/g, 일반버블(BW)구는 3.98 log CFU/g, 마이크로버블(MW)구 3.25 log CFU/g로 나타나 마이크로버블(MW)구가

미생물 제거에 가장 효과적 이었다. Kown 등(3)은 무세척구와 손세척처리보다 기계세척처리에서 잔존 미생물 감소효과가 있었다고 보고하였고, 이는 본 실험과 유사한 결과를 보여주었다. 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구가 증가하는 경향을 보였으며, 저장 10일에 무세척(CT)구는 7.00 log CFU/g, 손세척(HW)구는 6.19 log CFU/g, 일반버블(BW)구는 6.02 log CFU/g, 마이크로버블(MW)구는 5.89 log CFU/g로 마이크로버블처리구가 가장 적은 변화를 보였다. Jeong (8)등의 실험에서도 전기분해수를 이용한 세척수로 딸기의 살균효과 측정결과 무처리에 비해 세척구에서 미생물 증식속도도 다소 느리게 나타났다고 보고하였다.

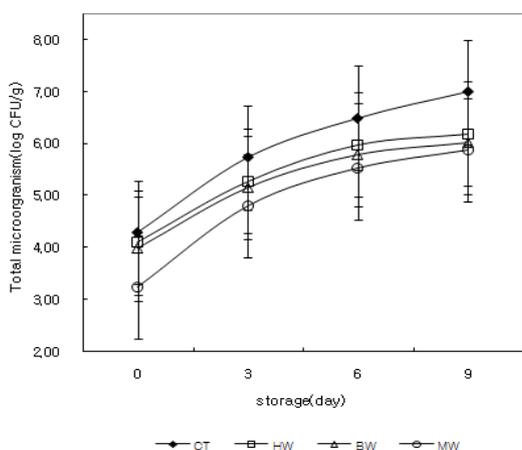


Fig. 2. Changes in total microorganism of lettuce by washing method during storage.

CT: control, HW: hand-washed, BW : bubble-washed, MW: micro-bubble-washed

관능평가

상추를 세척방법에 따라 세척 후 4°C에 저장하면서 시든 정도, 변색, 부패, 씻김정도, 조직감, 전반적인 기호도를 살펴본 결과는 다음과 같다(Table 2). 세척 후 당일 관능평가는 씻김정도 항목에서 무세척구와 세척구간에 큰 차이를 나타내었고, 처리구 중에 마이크로버블(MW)구가 가장 높게 평가되었다. 저장 기간이 지날수록 무세척구와 세척구간에 유의적 차이를 보였으며, 무세척(CT)구는 저장 3일째 상품성이 떨어져 시든 정도와 변색이 심해지기 시작해 상품성이 떨어졌다. 손세척(HW)구는 저장 3일째까지 상품성 유지했으며, 일반버블(BW)구와 마이크로버블(MW)구는 저장 6일까지 상품성 유지가 가능하였다. Jeong 등(14)은 무처리 상추에 비해 전해산화수로 침지 처리한 상추가 높은 기호도를 보였다고 하였고, 케일을 침지 처리한 경우 무처리구보다 침지처리구가 외관적 품질 등에서 6일째까지 좋은 기호도를 보였다고 보고하였다(6). 일반버블(BW)구와 마이크로버블(MW)구는 무세척(CT)구와 손세척(HW)구보다 유의적으로 높게 평가되었고, 일반버블(BW)구와 마이크로버블(MW)구에 유의적인 차이는 없었다.

Table 2. Changes in sensory characteristics of lettuce by washing method during storage

| Organoleptic characteristic | Treatment | Storage period(day) | | | |
|-----------------------------|-----------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | 0 | 3 | 6 | 9 |
| *Wilt | CT | 2.0 ^{***} | 6.3 ^a | 7.3 ^a | 8.0 ^b |
| | HW | 1.0 ^b | 4.7 ^b | 6.2 ^a | 7.3 ^a |
| | BW | 1.0 ^b | 2.1 ^c | 4.4 ^b | 5.5 ^b |
| | MW | 1.0 ^b | 2.0 ^c | 3.7 ^b | 5.5 ^b |
| *Discoloration | CT | 1.0 ^a | 4.6 ^a | 6.9 ^a | 7.6 ^a |
| | HW | 1.0 ^a | 3.6 ^{ab} | 5.6 ^b | 7.1 ^a |
| | BW | 1.0 ^a | 2.3 ^b | 3.7 ^c | 4.7 ^b |
| | MW | 1.0 ^a | 2.2 ^b | 3.2 ^b | 4.6 ^b |
| **Texture | CT | 6.2 ^b | 4.4 ^b | 2.8 ^b | 2.0 ^c |
| | HW | 6.7 ^b | 5.3 ^b | 3.5 ^b | 2.8 ^b |
| | BW | 8.0 ^a | 7.4 ^a | 5.1 ^a | 4.7 ^a |
| | MW | 8.1 ^a | 7.2 ^a | 5.2 ^a | 4.6 ^a |
| *Decay | CT | 1.0 ^a | 3.1 ^a | 5.8 ^a | 6.0 ^b |
| | HW | 1.0 ^a | 2.5 ^{ab} | 4.9 ^a | 5.6 ^b |
| | BW | 1.0 ^a | 1.5 ^b | 2.9 ^b | 3.8 ^b |
| | MW | 1.0 ^a | 1.5 ^b | 2.8 ^b | 3.7 ^b |
| *Cleanness | CT | 6.9 ^a | 6.9 ^a | 6.5 ^a | 6.4 ^a |
| | HW | 5.5 ^b | 5.4 ^b | 5.1 ^b | 4.9 ^b |
| | BW | 3.4 ^c | 2.4 ^c | 3.1 ^c | 3.1 ^c |
| | MW | 2.5 ^c | 2.3 ^d | 2.2 ^d | 2.1 ^d |
| **Overall acceptability | CT | 7.0 ^b | 4.3 ^c | 2.9 ^c | 1.9 ^c |
| | HW | 7.6 ^b | 5.7 ^b | 4.3 ^b | 3.5 ^b |
| | BW | 8.4 ^a | 7.5 ^a | 6.5 ^a | 5.0 ^a |
| | MW | 8.8 ^a | 7.7 ^a | 6.4 ^a | 4.9 ^a |

*Wilt,Discoloration,Decay,Cleanness:Excellent(1point),Normal(5points),Extremely bad(9points).

**Texture, Overall acceptability : Excellent(9points), Normal(5points), Extremely bad(1point).

*** mean in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

Abbreviation are the same as in Fig 2.

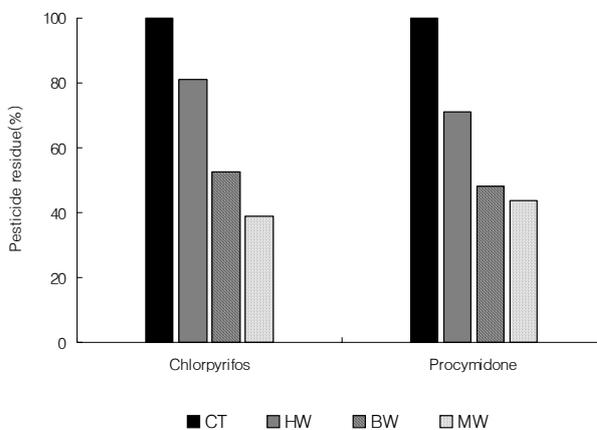


Fig. 3. Changes of pesticide residue of lettuce by washing method.

Abbreviation are the same as in Fig 2.

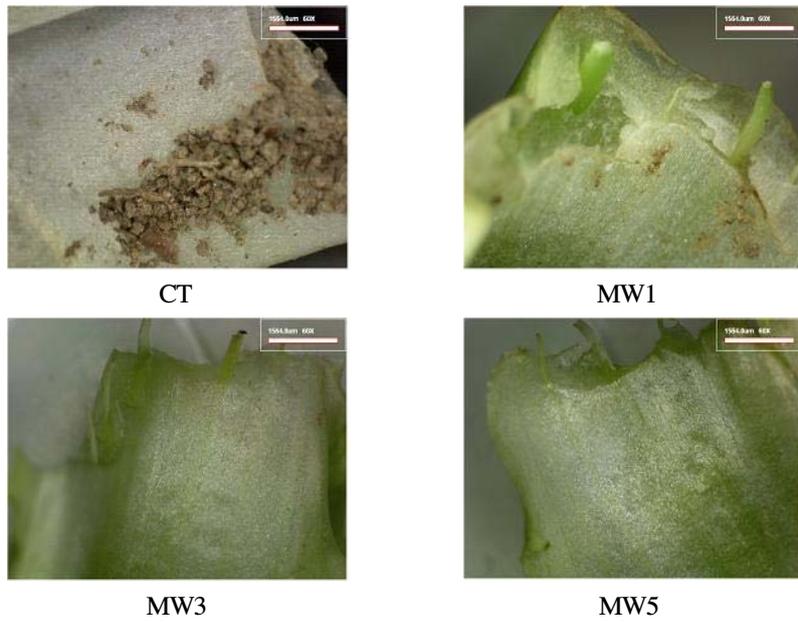


Fig 4. Effect of washing time on surface cleaning of lettuce during micro bubble treatment.
Abbreviation are the same as in Fig 1.

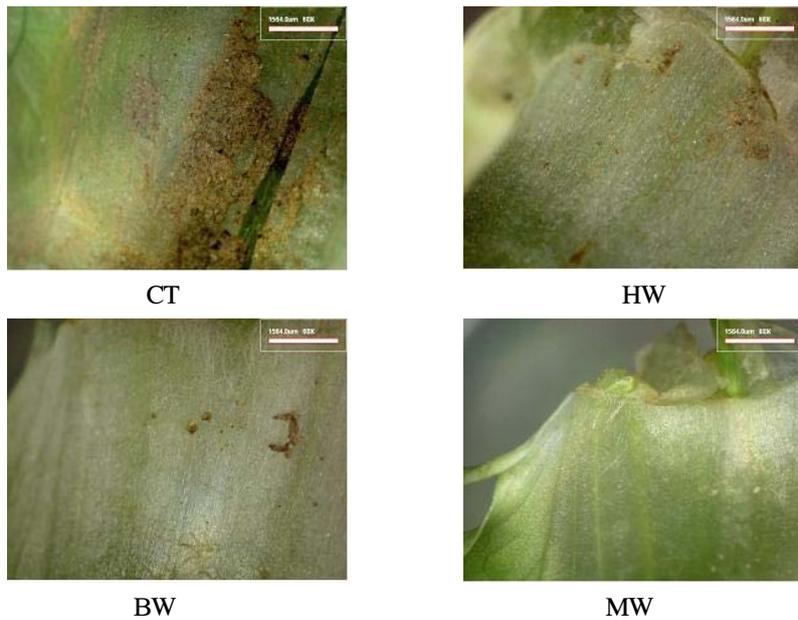


Fig 5. Effect of washing method on surface cleaning of lettuce.
Abbreviation are the same as in Fig 2.

잔류농약분석

세척방법에 따라 세척 후 잔류농약 잔존율을 측정된 결과는 다음 Fig. 3과 같다. 본 실험에서는 쌈채소류의 검출빈도가 높은 것으로 알려진 살균제 Procymidone과 Chlorpyrifos 제제로 처리한 후 세척방법에 따라 세척하여 농약제거효과를 측정하였다. 마이크로버블(MW)구인 CT구가 잔존율 100%로 Chlorpyrifos는 손세척(HW)구가 81.01%, 일반버블(BW)구는 52.66%, 마이크로버블(MW)구는 38.85%의 잔

존율을 나타내 마이크로버블(MW)로 세척한 경우 무세척구 보다 3배정도 제거효과가 있는 것으로 나타났다. Procymidone는 손세척(HW)구는 70.95%, 일반버블(BW)구는 48.31%, 마이크로버블(MW)구는 43.73%로 무세척(CT)구에 비해 마이크로버블(MW)구가 2배 이상 세척효과가 있는 것으로 나타났으며, 일반버블을 이용해 세척한 경우도 무세척구보다 각각 2배정도 효과가 있었다. 일반버블세척과 마이크로버블세척이 농약 성분 잔존율이 적게 나타나 효과적 이었으며, 특히 마이크로버블로 세척 했을 때 농약

제거에 큰 효과가 있었다. Oh 등(4)도 무세척구인 control보다 세척구에서 농약제거 효과가 큰 것으로 나타났으며, 일반 수도 세척보다 염소, 초음파, 오존수 등의 기능수 세척 시 농약제거에 효과적인 것으로 나타났다고 보고하였다.

Video microscope system을 이용한 세척정도

Video microscope system을 이용해서 세척방법에 따라 5분간 세척한 상추의 세척정도의 모습은 다음 Fig 4.과 같다. 손세척(HW)과 일반버블(BW)으로 세척한 것은 무세척(CT)구에 비해 많이 세척된 모습을 보였으나 깨끗하게 세척되지 않고 이물질이 남은 것을 관찰할 수 있었다. 반면 마이크로버블(MW)을 이용해 세척하였을 경우 거의 이물질이 보이지 않아 세척효과가 큰 것으로 나타나 다른 처리구보다 효과적인 것으로 확인되었다.

요 약

마이크로버블을 이용한 세척시간과 세척방법에 따라 처리한 상추의 세척효과와 저장 중 품질 변화를 살펴본 결과는 다음과 같다. 세척시간 설정을 위한 실험을 통해 마이크로버블로 1, 3, 5분간 세척하여 미생물변화, 관능검사, 세척된 정도를 측정된 결과 5분간 처리한 시료가 가장 좋은 결과를 나타냈다. 세척방법에 따라 전처리한 상추의 미생물 변화는 세척처리 한 직후 무세척(CT)구는 4.30 log CFU/g, 손세척(HW)구는 4.10 log CFU/g, 일반버블세척(BW)구는 3.98 log CFU/g, 마이크로버블세척(MW)구는 3.25 log CFU/g에서 저장 10일째에는 무세척(CT)구는 7.00 log CFU/g, 손세척(HW)구는 6.19 log CFU/g, 일반버블세척(BW)구는 6.02 log CFU/g, 마이크로버블세척(MW)구는 5.89 log CFU/g로 마이크로버블처리구가 가장 적은 변화를 보였다. 관능검사에서는 일반버블세척(BW)구와 마이크로버블세척(MW)구가 무세척(CT)구와 손세척(HW)구보다 유의적으로 높게 평가되었으며, 일반버블세척(BW)구와 마이크로버블세척(MW)구는 유의적 차이를 보이지 않았다. 또한 잔류농약시험에서도 마이크로버블을 이용한 처리구가 대조구 보다 2-3배정도 제거효과를 보였다. 상추의 세척상태를 측정된 결과 손세척구와 일반버블처리구는 완전히 깨끗하게 세척되지 못한 반면 마이크로버블처리구는 이물질이 보이지 않아 세척효과가 큰 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Ahvenainen, R. (1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci & Technol.*, 7, 179-186
2. Seo, J.E., Lee, J.K., Oh, S.W., Koo, M.S., Kim, Y.H.

- and Kim, Y.J. (2007) Changes of microorganisms during fresh-cut cabbage processing : focusing on the changes of air-borne microorganisms. *J. Food Hyg. Safety*, 22, 288-293
3. Kown, J.Y., Kim, B.S. and Kim, G.H. (2006) Effect of washing method and surface sterilization on quality of fresh-cut chicory(*Cichorium intybus L.var. foliosum*). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 38, 28-34
4. Oh, S.Y., Choi, S.T., Kim, J.K. and Lim, C.I. (2005) Removal effects of washing treatments on pesticide residues and microorganism in leafy vegetables. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 23, 250-255
5. Park, K.J., Jeong, J.W., Lim, J.H., Jang, J.H. and Park, H.J. (2008) Effect of an aqueous chlorine dioxide generator and effect on disinfection of fruits and vegetables by immersion washing. *Korean J. Food Preserv.*, 15, 236-242
6. Jeong, S.W., Jeong, J.W., Lee, S.H. and Park, N.H. (1999) Changes in quality of crown daisy and kale washed with cooled electrolyzed acid water during storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 6, 417-423
7. Kim, J.K., Luo, Y. and Lim, D.I. (2007) Effect of ozonated water and chlorine water wash on the quality and microbial de-contamination of fresh-cut carrot shreds. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 54-60
8. Jeong, J.W., Kim, J.H., Kwon, K.H. and Park, K.J. (2006) Disinfection effects of electrolyzed water on strawberry and quality changes during storage. *Korean J. Food Preserv.*, 13, 316-321
9. Cho, S.D., Youn, S.J., Kim, D.M. and Kim, K.H. (2008) Quality evaluation of fresh-cut lettuce during storage. *Korean J. Food Nutr.*, 21, 28-34
10. Kim, J.G., Choi, S.T. and Lim, C.I. (2005) Effect of delayed modified atmosphere packaging on quality of fresh-cut iceberg lettuce. *Korean J. Hort. Sci. Technol.*, 23, 140-145
11. 한국식품연구원. (2008) 농산물 수확 후 관리 및 품질 정량평가 체계화 기술 개발. p.24
12. 식품공전. (2007). 식품 중 농약잔류시험법. p 759, 800
13. Kim, B.S., Chang, M.S., Park, S.H., Cha, H.S. Kwon, K.H. and Kim, K.H. (2008) Effect of water temperature and packaging type on quality of fresh-cut pak-choi. *Korean J. Food Preserv.*, 15, 1-8
14. Jeong, S.W., Jeong, J.W. and Park, K.J. (1999) Microbial removal effects of electrolyzed acid water on lettuce by washing method and quality changes during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1511-1517

(접수 2009년 3월 3일, 채택 2009년 5월 29일)