

## Fresh-cut 사과 품질 보존성 향상을 위한 침지액의 개발

김종찬 · 김성철 · 박기재 · 정진웅 · 정승원\*

한국식품연구원

## Development of Dipping Solution to Extend a Shelf-life of Fresh-cut Apples

Jong-Chan Kim, Seong-Cheol Kim, Kee-Jai Park, Jin-Woong Jeong, and Seung-Weon Jeong\*

Korea Food Research Institute

**Abstract** Possible application of hurdle technology extension of shelf-life of fresh-cut apples was investigated by evaluating various hurdle factors known to be effective microbial growth inhibitors and their synergistic effects. Fresh-cut apples treated with chitooligosaccharide or grapefruit seed extract (GSE) showed higher microbial counts than those treated with distilled water during latter half of storage period, and at high concentrations. Citric and malic acids showed similar results, although microbial counts of fresh-cut apples treated with 0.75% or higher concentration of citric acid increased at 4 days of storage at 18°C, indicating malic acid is more effective than all hurdles tested for controlling microbial growth. Using ascorbic acid and calcium chloride as additional hurdles to control browning and softening, minimum and maximum compositions of dipping solution were: 0.25 : 0.5 : 0.25% and 0.75 : 1.0 : 0.75% malic acid: ascorbic acid: calcium chloride, respectively.

**Key words:** hurdle factor, dipping solution, microbial shelf-life, fresh-cut apple, synergistic effect

### 서 론

최근 식품소비에 있어 나타나고 있는 식생활 및 식문화의 변화에 따라 편의성 추구하고 더불어 위생과 건강에 대한 관심이 급격히 증가하여 종전의 칼로리 및 영양성 위주에서 벗어나 편의, 건강 및 안전을 중시하는 경향으로 바뀌어 가는 추세이다(1). 이에 따라 편리하고 바로 이용 가능(ready-to-use)하거나 바로 먹을 수 있는(ready-to-eat) 상태의 과채류 소비가 급격히 증가하고 있다.

최소가공기술은 저비용의 기술로 건강지향성과 편의성, 환경친화성 등의 다양한 장점을 지니고 있음에도 불구하고 비가공 과채류에 비해 상대적으로 짧은 제품수명, 과도한 화학적 합성품의 사용 가능성 및 이로 인한 관능적 품질 저하가 야기된다(2). 특히 최소화공된 신선편의 과채류는 살아있는 생체이기 때문에 세정, 절단 등의 최소화공 처리에 의해, 생리적, 생화학적 변화와 미생물학적 변패가 가속화될 수 있어 이를 최소화할 수 있는 기술 개발이 절실하다. 국외의 경우 fresh-cut 과채류의 품질유지에 관한 연구(3), lactic acid, chlorinated water, citric acid, calcium chloride, garlic extract, ascorbic acid, cystein 등을 처리한 연구(4-6)와 최소화공에 hurdle technology 등의 응용연구(7)가 활발히 진행되고 있으나, 국내의 경우 fresh-cut 과채류에 단용 및 혼용 처리하여 색도, vitamin C, 조직감(texture) 등의 품질변화에 관련된 연구(8,9) 및 최소화공한 사과의 저장수명을 연장시키기 위해 산소, 이산화탄소 및 수분투과도가 서로 다른 필름을 이용하여 각 처리구의 가스조성 변화 및 품질변화에 관한 연구(10) 등이 일부

보고되고 있을 뿐 미생물 생육저해와 관련된 연구보고는 찾아보기 힘든 실정이다.

따라서 본 연구에서는 fresh-cut 사과를 대상으로 미생물학적 품질 보존성 향상을 위해 미생물 생육 억제 효과가 우수하다고 알려진 다양한 hurdle 인자를 개별 평가하고, 이들의 병용처리 효과를 검토하여 적용 가능성을 확인하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험재료

실험에 사용한 사과는 2004년 수확한 국내산 오존처리 후지사과(풍기농협혁신지소, 250-295 g)를 성남시 소재의 대형마트에서 당일 배송된 것을 구매하여 5 ± 1°C, RH 90-95%의 저장고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

#### 시료의 전처리

선별한 사과의 과심을 제거한 다음 5 mm 두께로 편절하고 흐르는 물에 세척한 후 자연탈수하여 각각의 dipping solution에 1 분간 침지한 후 상온에서 표면탈수 시켰다. Dipping solution 선별에 사용한 항균제는 citric acid(Junsei Chemical Co., Japan), malic acid(Yakuri Pure Chemicals Co., Japan), chitooligosaccharide(Nordecay-F, Ben's Lab Co., Korea), grapefruit seed extract (DF-100, FA Bank Co., Korea), 갈변저해제로는 ascorbic acid (Showa Chemical Co., Japan), 그리고 조직 연화 방지제로는 calcium chloride(Duksan Pure Chemical Co., Korea)를 각각의 농도(w/v)로 제조하여 단일로, 또는 혼용하여 dipping solution으로 사용하였다.

#### 포장 및 저장

편절 및 침지한 후 상온에서 표면탈수 한 사과는 미리 50°C

\*Corresponding author: Seung-Weon Jeong, Korea Food Research Institute, Sungnam 463-420, Republic of Korea

Tel: 82-31-780-9158

Fax: 82-31-780-9264

E-mail: donow@kfri.re.kr

Received June 8, 2005; accepted December 13, 2005

건조기에서 10시간 가열하여 UV를 조사한 PE(polyethylene) 필름 (Samyoung Chemical, Korea)에 밀봉 포장하여 18°C 저장고(CL-02, Jeio tech, Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

**총균수 측정**

시료에 중량의 9배수 멸균생리식염수(0.85% NaCl, w/v)를 가한 후 스토마커(400 circulator, Seward, UK)로 균질화한 다음, 10배 단계 희석하여 plate count agar(Difco, USA)를 분주한 후 35 ± 1°C 배양기(HB-103M, Hanbaek, Korea)에서 48시간 동안 배양한 후 집락을 계수하여 환산하였다.

**표면 색도**

시료의 표면 색도는 색차계(UltraScan XE, Hunter Lab., USA)를 사용하여 RSIN(reflectance specular included) 모드로 시료 표면부위 4곳을 각각 2회 반복 측정하여 Hunter 값 즉, 명도(L value)로 나타내었다.

**관능검사**

각 저장시료에 대한 관능검사는 8명의 패널을 선정하여 색, 향, 맛 및 전체적인 기호도를 9점 척도로 평가하였으며, 전체적인 기호도는 5점 까지를 저장수명의 한계로 설정하였다. 실험결과는 SAS program을 이용하여 ANOVA 처리 후 Duncan's test로 유의성( $p < 0.05$ )을 검정하였다(11).

**결과 및 고찰**

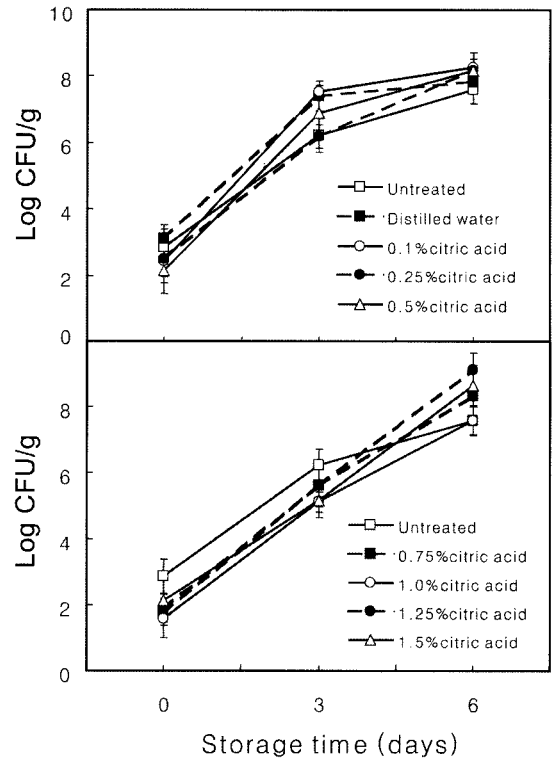
**유기산의 hurdle 효과**

초기 미생물 생육억제 효과면에서 citric acid의 경우 0.5% 이상의 농도에서 10<sup>2</sup> CFU/g 수준으로 나타났으며(Fig. 1), malic acid의 경우에는 0.1% 이상의 모든 처리구에서 10<sup>2</sup> CFU/g의 수준을 보였다(Fig. 2).

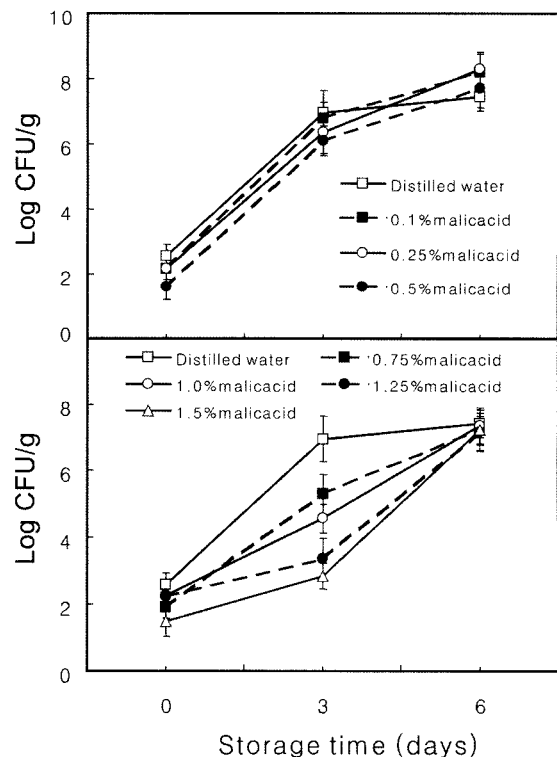
0.5% 수준의 citric acid 농도에서 초기 3일간의 총균수 양상은 뚜렷한 차이를 보여, 최소 농도가 0.5% 수준임을 알 수 있었다. Citric acid 농도 0.5% 이상의 처리구를 비교해 볼 때, 1.0% citric acid 처리구가 가장 우수한 것으로 나타나 3일차에 10<sup>5</sup> CFU/g, 6일차에는 10<sup>7</sup> CFU/g의 수준을 보였다. 한편, 0.75% 이상의 citric acid 처리구에서는 저장 4일차를 전후로 하여 무처리, 증류수처리 및 0.5% 이하의 citric acid 처리구에 비해 오히려 총균수가 증가하는 현상을 보여, Kim 등(12)이 냉장됨에 미생물학적 저장 안정성을 증진시키기 위해 citric acid 침지법을 이용했던 실험과는 상이한 결과를 나타내었다.

Malic acid의 경우 저장 3일차를 볼 때, malic acid의 농도가 높아질수록 총균수의 증가가 억제되는 것을 알 수 있었으며, 특히, 0.75% 수준 이상의 malic acid 농도에서는 총균수가 10<sup>5</sup> CFU/g 수준 이하로 억제되는 것으로 나타났다. 이러한 정균작용은 citric acid의 농도에 따른 결과(Fig. 1)와 비교할 때에 1.0% citric acid 처리구에서 볼 수 있는 억제수준에 해당된다. 한편, malic acid의 경우 citric acid 처리구에서 보인 것과 같은 0.75% 이상의 citric acid 농도에서 저장후반기에 오히려 총균수가 증가하는 현상은 나타나지 않았다.

저장기간에 따른 색도(L value)의 변화에 있어서는 citric acid 과 malic acid의 처리구 모두 농도가 높아질수록 L값이 낮은 것으로 나타나 갈변이 심화됨을 알 수 있었으며(Fig. 3, Fig. 4), 1.0% 이상의 처리구들에서는 외관과 조직감 등 관능적 특성이 저장 3일차부터 현저하게 저하되어 상품적 가치를 잃어버리는 것



**Fig. 1.** Effect of citric acid on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.



**Fig. 2.** Effect of malic acid on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.

으로 판단되었으며, 이러한 결과는 Kee 등(13)이 양파의 건조과정 중 갈변을 억제하기 위해 2% citric acid를 처리한 결과, 오히려 갈변을 촉진시킨다는 보고와도 유사하였다.

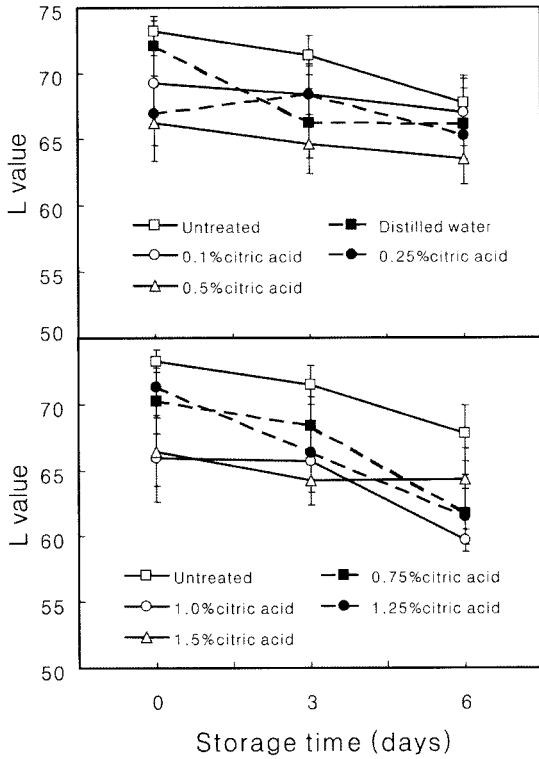


Fig. 3. Changes of Hunter's L value of fresh-cut Fuji apples treated with citric acid dipping solution during storage at 18°C.

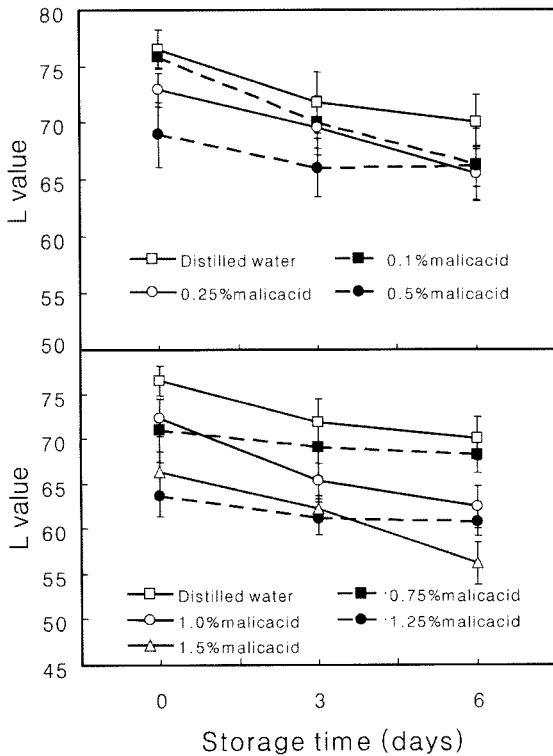


Fig. 4. Changes of Hunter's L value of fresh-cut Fuji apples treated with malic acid dipping solution during storage at 18°C.

Chitoooligosaccharide 및 GSE의 hurdle 효과

Chitoooligosaccharide 경우에는 농도 0.05-0.3% 범위의 처리구 모두에서 농도 의존성의 초기미생물 생육억제 효과를 나타내었다

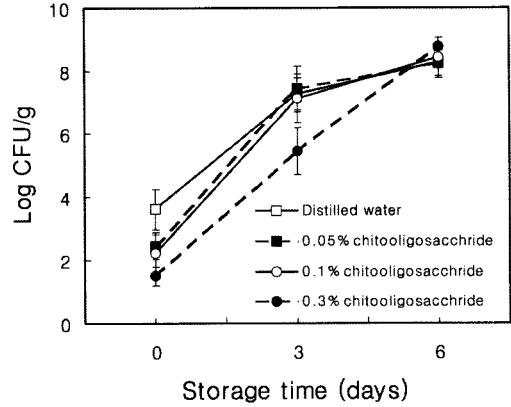


Fig. 5. Effect of chitoooligosaccharide on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.

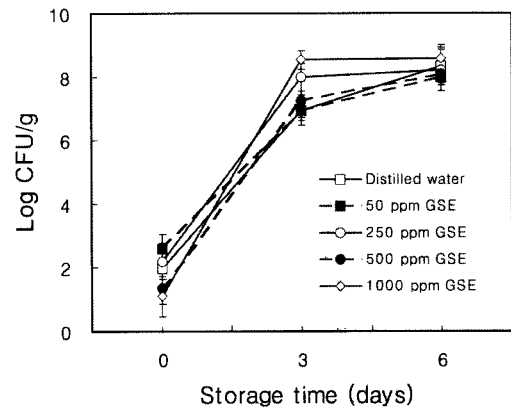


Fig. 6. Effect of GSE (grapefruit seed extract) on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.

(Fig. 5). Chitoooligosaccharide 농도가 0.05%일 때 저장초기(0일)의 억제 효과는 1 log cycle 수준이었으며, 0.1% 및 0.3%의 농도에서는 2 log cycle 수준의 초기미생물 생육억제 효과를 나타내었다. 그러나 저장 3일차에서는 0.3%의 농도만이 2 log cycle 수준의 효과를 나타내었으며, 저장 6일차에는 증류수 처리구와 동일한 수준의 미생물 수를 나타내어 유기산에 비해 미생물 생육억제 효과가 낮은 것으로 생각되었다.

GSE(grapefruit seed extract)는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 저장 초기(0일) 농도가 높아질수록 확실한 총균수의 감소를 확인할 수 있었으나, 저장 3일차에는 50 ppm 및 500 ppm GSE 처리구는 증류수 처리구와 비슷한  $10^7$  CFU/g 수준을, 그리고 250 ppm과 1,000 ppm GSE 처리구는 오히려 증류수 처리구보다 높은 총균수를 나타내었으며, 이러한 결과는 GSE의 농도가 높아지고 저장 기간이 경과함에 따라 점차적 감균 효과를 나타낸 기존의 보고 (14,15)와는 상이한 것으로, 본 실험에서 GSE의 사용은 현실성이 없다고 판단되었다.

Ascorbic acid의 hurdle 및 갈변 억제 효과

갈변을 주체로 하는 변색의 억제를 위해 갈변저해제로 잘 알려진 ascorbic acid의 적정농도를 검토하고자 하였다. 먼저, 0.1-1.0% ascorbic acid 처리구의 저장기간에 따른 색도(L value) 변화는 농도별로 뚜렷한 차이를 나타내며, ascorbic acid의 농도가 높을수록 변색이 억제되는 것을 알 수 있었다(Fig. 7). 특히, 0.5% ascorbic acid 이상의 농도에서는 저장 3일차에도 L값이 70이상으

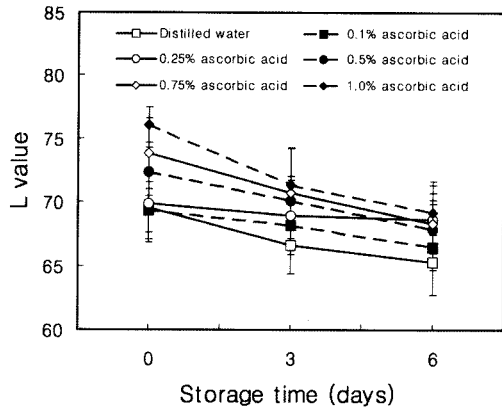


Fig. 7. Changes of Hunter's L value of fresh-cut Fuji apples treated with ascorbic acid dipping solution during storage at 18°C.

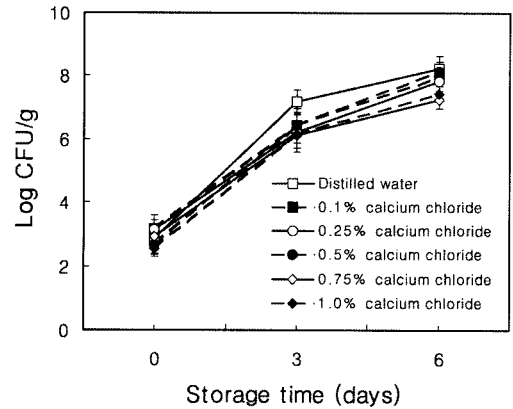


Fig. 9. Effect of calcium chloride on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.

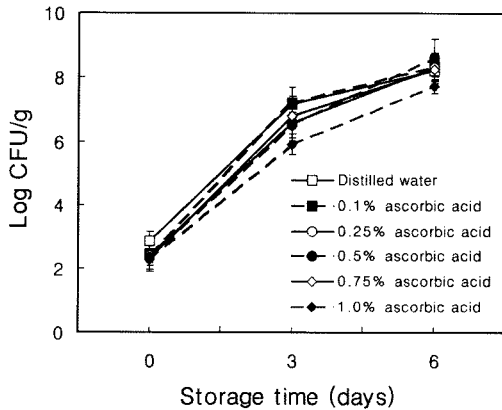


Fig. 8. Effect of ascorbic acid on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.

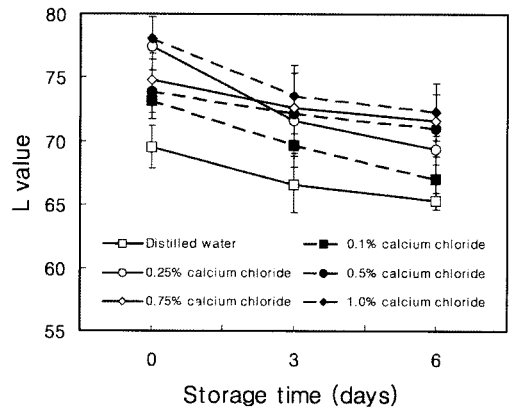


Fig. 10. Changes of Hunter's L value of fresh-cut apples treated with calcium chloride dipping solution during storage at 18°C.

로 색도가 양호한 것으로 나타나, 색도 측면에서 ascorbic acid의 최소농도가 0.5% 수준임을 알 수 있었다. 또한 ascorbic acid의 농도가 높아짐에 따라 일정수준의 미생물 생육억제효과를 확인할 수 있었으며(Fig. 8), 0.1% ascorbic acid 처리구에 비해 1.0% ascorbic acid 처리구가 약 1 log cycle 수준의 생균수 억제효과를 나타내어 hurdle의 한 조건으로도 적용 가능한 것으로 생각되었다.

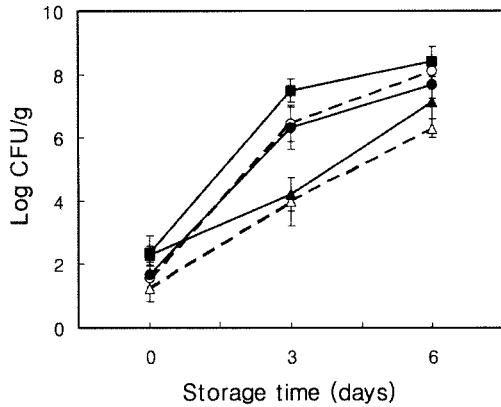
Calcium chloride의 hurdle 및 조직 연화방지 효과

Calcium chloride 농도에 따른 저장 중 관능적 특성을 조사한 결과(data not shown), 저장 6일차에서도 모든 calcium chloride 처리구의 조직이 양호하였으며, 농도가 높아짐에 따라 일정수준의 미생물 생육억제 효과도 관찰되었다. 1.0% calcium chloride의 경우 증류수 처리구에 비해 저장기간 내내 약 1 log cycle 수준의 생육억제 효과를 지속적으로 나타내었다(Fig. 9). 색도 변화에 있어서는 ascorbic acid의 경우와 마찬가지로 calcium chloride를 처리함에 따라 변색이 억제되는 것을 볼 수 있었으며(Fig. 10), Perez 등(16)은 식육의 색택과 관련하여 calcium chloride 처리가 대조구에 비해 높은 L값을 보여 품질적 측면에서 긍정적인 결과를 보였다는 연구로 보아 calcium chloride가 변색 억제에도 유용한 것으로 생각되었다. 한편, ascorbic acid 처리구에 비해 calcium chloride 처리구는 전반적으로 저장 초기부터 증류수 처리구에 비해 L값이 평균 5-10 수준으로 높았으며, 0.1%의 농도에서도 일정수준 효과를 볼 수 있으나, 최소 0.25% 이상의 수준이 적절한 것으로 판단되었다.

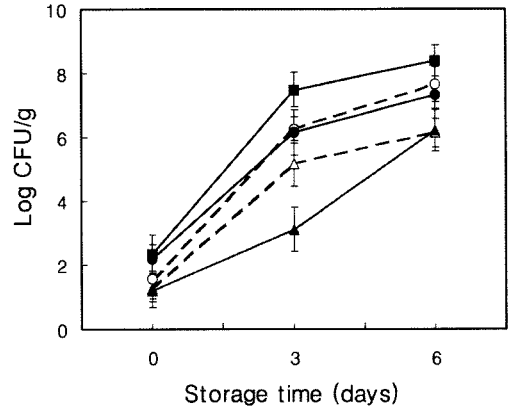
혼용처리에 의한 hurdle 효과

단일 hurdle 인자의 평가 결과를 토대로 citric acid 및 calcium chloride의 혼용 결과, 침지 처리 직후에는 각 첨가물의 단일 처리 시와 유사한 수준인 1 log cycle 수준의 미생물 감균효과를 나타내었다(Fig. 11). 그러나, citric acid 및 calcium chloride의 혼용 처리 효과는 저장 3일차에서 뚜렷한 상승효과를 나타내어, 1.0% citric acid+0.25% calcium chloride 및 1.0% citric acid+0.75% calcium chloride 처리구의 경우 약 4 log cycle 수준의 미생물 감균효과가 발생함을 알 수 있었으며, 특히, 1.0% citric acid+0.25% calcium chloride 처리구의 경우 저장초기(0일)부터 저장 6일까지 지속적인 효과를 나타내었다. 또한, calcium chloride 보다는 citric acid의 농도 변화에 따라 미생물 생육 저해능이 큰 차이를 보임으로써 citric acid가 주요 생육 저해 인자임을 알 수 있었다. 한편 색도의 경우에는 1.0% citric acid+0.75% calcium chloride 처리구에서 가장 우수한 효과를 보였으며, 다른 처리구에서는 저장기간이 지속됨에 따라 증류수 처리구와의 큰 차이를 확인할 수 없었다(Fig. 12).

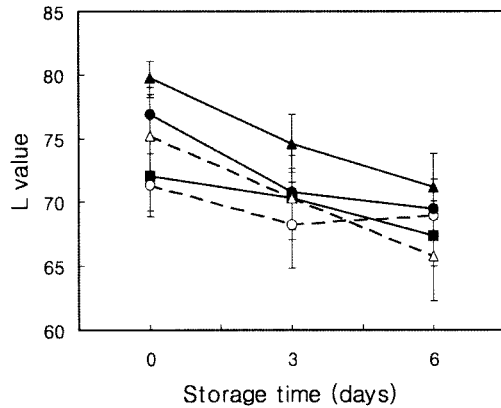
Malic acid 및 calcium chloride의 혼용 결과, citric acid+calcium chloride 혼용 처리와 유사한 양상을 보여 저장초기(0일)에는 1 log cycle 수준의 미생물 감균효과를 나타내었으며, 저장 3일차 1.0% malic acid+0.75% calcium chloride 처리구에서는 증류수 처리구에 비해 5 log cycle 수준의 총균수 생육 억제효과를 보였다(Fig. 13). 색도의 경우에도 1.0% malic acid+0.75% calcium chloride 처리구가 가장 양호한 결과를 보였으며, 이는 1.0% citric acid+



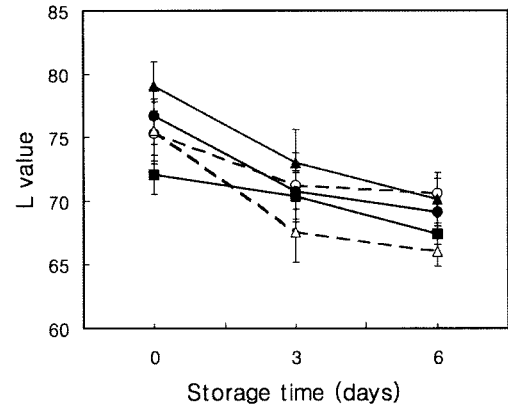
**Fig. 11. Effect of citric acid and calcium chloride mixture on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.** ■: distilled water, ○: 0.25% citric acid + 0.25% calcium chloride, ●: 0.25% citric acid + 0.75% calcium chloride, △: 1.0% citric acid + 0.25% calcium chloride, ▲: 1.0% citric acid + 0.75% calcium chloride.



**Fig. 13. Effect of malic acid and calcium chloride mixture on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.** ■: distilled water, ○: 0.25% malic acid + 0.25% calcium chloride, ●: 0.25% malic acid + 0.75% calcium chloride, △: 1.0% malic acid + 0.25% calcium chloride, ▲: 1.0% malic acid + 0.75% calcium chloride.



**Fig. 12. Changes of Hunter's L value of fresh-cut apples treated with of citric acid and calcium chloride mixture during storage at 18°C.** ■: distilled water, ○: 0.25% citric acid + 0.25% calcium chloride, ●: 0.25% citric acid + 0.75% calcium chloride, △: 1.0% citric acid + 0.25% calcium chloride, ▲: 1.0% citric acid + 0.75% calcium chloride.



**Fig. 14. Changes of Hunter's L value of fresh-cut apples treated with malic acid and calcium chloride mixture during storage at 18°C.** ■: distilled water, ○: 0.25% malic acid + 0.25% calcium chloride, ●: 0.25% malic acid + 0.75% calcium chloride, △: 1.0% malic acid + 0.25% calcium chloride, ▲: 1.0% malic acid + 0.75% calcium chloride.

0.75% calcium chloride 처리구와 유사한 수준으로 확인되었다(Fig. 14). 한편, 0.25% malic acid + 0.25% calcium chloride 처리구에서는 0.25% citric acid + 0.25% calcium chloride 처리구에 비해 변색의 정도가 적었으며, 저장초기(0일)에는 일정수준의 효과를 나타낸 바, 색도에 있어서 동일농도로 처리할 경우 citric acid보다는 malic acid가 더 유용할 것으로 판단하였다.

상기의 결과를 바탕으로 malic acid 및 calcium chloride의 최소 농도를 각각 0.25%로 하고, ascorbic acid는 0.5%를 최소 농도로 하여 Table 1과 같은 비율로 dipping solution을 제조하여 실험에 사용하였다. 저장초기(0일) 및 저장 3일차 모두 1.0% MA + 0.75% CC + 0.5% AA 처리구(처리구 VII)가 가장 높은 미생물 생육 억제 효과를 나타내었으며, 저장 3일차에서도 3 log cycle 이상의 높은 저해능을 보였다(Fig. 15). 한편, 1.0% MA + 0.25% CC + 1.0% AA 처리구(처리구 VI) 및 1.0% MA + 0.75% CC + 1.0% AA 처리구(처리구 VIII)의 경우도 1.0% MA + 0.75% CC + 0.5% AA 처리구(처리구 VII)의 수준과 거의 유사한 수준의 높은 미생물 제어효과를 나타내었으나, 저장 3일차에는 상대적으로 낮은 1 log

**Table 1. Composition of dipping solution used in this experiments**

Dipping solution	Malic acid (MA) % (w/v)	Calcium chloride (CC) % (w/v)	Ascorbic acid (AA) % (w/v)
I	0.25	0.25	0.5
II	0.25	0.25	1.0
III	0.25	0.75	0.5
IV	0.25	0.75	1.0
V	1.0	0.25	0.5
VI	1.0	0.25	1.0
VII	1.0	0.75	0.5
VIII	1.0	0.75	1.0

cycle 수준의 저해능을 나타내었다. 색도 변화에 있어서는 처리구 모두 증류수 처리구에 비해 높은 L값을 저장기간 동안에 유지하였으나, ascorbic acid의 농도에 색도 값이 결정되기 보다는 malic acid의 농도에 따라 L값이 결정되는 현상을 보였다(Fig. 16). 즉, 2배 농도차이의 ascorbic acid 및 3배 농도차이의 calcium chloride는 영향을 미치지 못하고, 4배 농도차이의 malic acid 농도가 저장 3

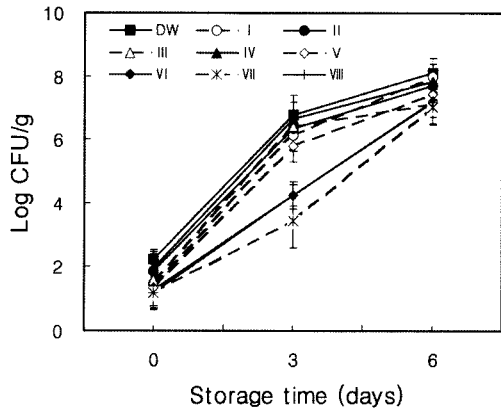


Fig. 15. Effect of malic acid, calcium chloride and ascorbic acid mixture on microbial growth of fresh-cut Fuji apples during storage at 18°C.

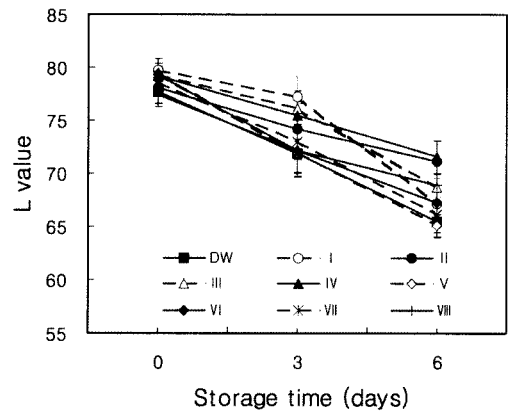


Fig. 16. Changes of Hunter's L value of fresh-cut apples treated with malic acid, calcium chloride ascorbic acid mixture during storage at 18°C.

Table 2. Sensory evaluation of fresh-cut apples during storage at 18°C

Storage time (days)	Treatment	Sensory evaluation <sup>1)</sup>			
		Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
0	Distilled water	6.63 <sup>ab2)</sup>	6.75 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>
	I	7.63 <sup>a</sup>	6.38 <sup>a</sup>	7.13 <sup>a</sup>	7.25 <sup>a</sup>
	II	7.00 <sup>ab</sup>	7.00 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>
	III	7.13 <sup>ab</sup>	6.88 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>
	IV	7.50 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	7.25 <sup>a</sup>
	V	6.88 <sup>ab</sup>	6.88 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>
	VI	7.00 <sup>ab</sup>	6.50 <sup>a</sup>	7.13 <sup>a</sup>	7.13 <sup>a</sup>
	VII	6.38 <sup>b</sup>	7.13 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>
	VIII	7.13 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>
3	Distilled water	4.13 <sup>cd</sup>	5.25 <sup>cd</sup>	4.75 <sup>bc</sup>	4.50 <sup>b</sup>
	I	6.50 <sup>cd</sup>	6.00 <sup>abc</sup>	5.63 <sup>ab</sup>	5.50 <sup>a</sup>
	II	5.25 <sup>ab</sup>	5.50 <sup>abcd</sup>	6.00 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>
	III	6.00 <sup>abc</sup>	4.63 <sup>d</sup>	6.13 <sup>a</sup>	5.88 <sup>a</sup>
	IV	6.75 <sup>a</sup>	5.50 <sup>abcd</sup>	6.13 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>
	V	3.88 <sup>e</sup>	6.50 <sup>a</sup>	4.50 <sup>c</sup>	4.13 <sup>b</sup>
	VI	5.50 <sup>bc</sup>	6.38 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>a</sup>	6.13 <sup>a</sup>
	VII	4.00 <sup>e</sup>	5.38 <sup>bcd</sup>	5.38 <sup>abc</sup>	5.38 <sup>a</sup>
	VIII	4.88 <sup>cde</sup>	5.88 <sup>abc</sup>	5.88 <sup>a</sup>	5.88 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Sensory evaluation: 9 very good, 7 good, 5 fair (still marketable), 3 poor (not marketable), 1 very poor.  
<sup>2)</sup>Means with the same letter in column are not significantly different at  $p < 0.05$  level by Duncan's multiple test.

일차의 L값을 결정하는 인자로 작용한 것이다. Malic acid의 농도가 0.25%인 처리구는 malic acid의 농도가 1.0%인 처리구에 비해 높은 L값을 유지하였고, 이때 ascorbic acid는 2배의 처리농도 차이에도 불구하고 영향을 미치지 못하였다. Malic acid의 농도가 1.0%인 처리구는 대부분 저장초기에는 우수한 색도값을 보였으나 일단 저장이 시작되면 변색이 급격하게 진행되는 것으로 나타나, 신선편의 절단 과채류의 변색을 억제하기 위해서는 ascorbic acid와 같은 항산화제의 사용과 더불어 혼용하는 다양한 첨가물과의 상호작용 또한 주목해야 할 것으로 생각되었다.

관능검사

처리구에 따른 절단 사과와 저장 중 색, 향, 맛 그리고 전반적

인 기호도에 대하여 9점 채점법으로 관능검사를 실시하였다. 저장초기 처리구간의 유의적 차이는 보이지 않았으나 저장 3일차 1.0% MA + 0.25% CC + 0.5% AA 처리구(처리구 V)를 제외한 타 처리구에서는 증류수 처리구보다 높은 점수를 받았으며(Table 2), 이는 dipping solution 처리가 관능적 특성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. 18°C 저장 6일차에는 모든 처리구가 원저한 외관상의 품질저하가 나타나 관능평가가 불가하였으며 상품적 가치를 완전히 상실한 것으로 판단되었다.

요 약

Fresh-cut 사과의 미생물학적 품질 보존성 향상을 위해 미생물 생육억제 효과가 크다고 알려진 다양한 hurdle 인자를 개별 평가하고 이들의 병용처리 효과를 검토하여 적용 가능성을 확인하고자 하였다. Chitooligosaccharide와 GSE(grapefruit seed extract)를 처리한 fresh-cut 사과는 저장 후반으로 혹은 농도가 높을수록 무처리구에 비해 총균수가 증가하는 현상이 나타나 미생물 증식억제를 위한 hurdle로써의 적용이 어렵다고 판단되었다. Citric acid의 경우 malic acid와 유사한 결과를 보였으나 0.75% 이상의 citric acid 처리구에서는 malic acid 처리구와 달리 18°C 저장 4일을 전후해 총균수가 증가하는 현상을 보였다. 이에 미생물 증식억제의 주요 hurdle로 malic acid를 선정하였고, 부가적인 hurdle로는 미생물 생육억제 효과를 나타내면서 갈변 및 조직연화를 지연시켜주는 ascorbic acid와 calcium chloride로 선정하였다. 이들의 최적 dipping solution의 구성 및 함량은 미생물 저해 및 갈변 방지 측면을 모두 고려하여 최소 0.25% malic acid: 0.5% ascorbic acid: 0.25% calcium chloride, 최대 0.75% malic acid: 1.0% ascorbic acid: 0.75% calcium chloride로 결정하였다.

문 헌

- Kim GH, Bang HY. A survey on consumption pattern of minimally processed fruits and vegetables. Korean J. Diet. Cult. 13: 267-275 (1998)
- Donard VS. Marketing lightly processed fruits and vegetables. Hort. Sci. 30: 15-17 (1995)
- Watada AE. Quality maintenance of fresh-cut fruits and vegetable. Foods Biotechnol. 6: 229-233 (1997)
- Zhang S, Farber JM. The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables. Food Microbiol. 13: 311-321 (1996)

5. Ihl M, Aravena L, Scheuermann E, Uquiche E, Vifani V. Effect of immersion solutions on shelf-life of minimally processed lettuce. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 36: 591-599 (2003)
6. Gorny JR, Hess-Pierce B, Cifuentes RA, Kader AA. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. *Postharvest Biol. Technol.* 24: 271-278 (2002)
7. Hill C, Cotter PD, Sleator RD, Gahan CGM. Bacterial stress response in *Listeria monocytogenes*: jumping the hurdles imposed by minimal processing. *Int. Dairy J.* 12: 273-283 (2002)
8. Lee JS, Park YJ, Hwang TY, Kim IH, Kim SI, Moon KD. Quality characteristics of minimally processed sweet-pumpkin during storage. *Korean J. Food Preserv.* 10: 6-10 (2003)
9. Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD. Quality changes of minimally processed lotus root (*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8: 164-168 (2001)
10. Hwang TY, Son SM, Lee CY, Moon KD. Quality changes of fresh-cut packaged *Fuji* apples during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 469-476 (2001)
11. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1998)
12. Kim CR, Kim JS, Koh DH, Rhie SG, Eun JB. Microbial decontamination of refrigerated red seabream by acetic, lactic and citric acids. *Korean J. Food Nutr.* 10: 263-267 (1997)
13. Kee HJ, Park YK. Effects of antibrowning agents on the quality and browning of dried onions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 979-984 (2000)
14. Choi JD, Seo IW, Cho SH. Studies on the antimicrobial activity of grapefruit seed extract. *Bull. Korean Fish Soc.* 23: 297-302 (1990)
15. Cho SH, Lee HC, Seo IW, Kim ZU, Chang YS, Shin ZI. Efficacy of grapefruit seed extract in the preservation of *Satsuma mandarin*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 614-618 (1991)
16. Perez ML, Escalona H, Guerrero I. Effect of calcium chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. *Meat Sci.* 48: 125-134 (1998)