

## 초산 및 말레산을 이용한 생마 신선편이 갈변억제 및 생마 저온부패균의 제어

류희영 · 권인숙 · 박상조<sup>1</sup> · 이봉호<sup>1</sup> · 손호용\*  
안동대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>경북농업기술원 생물자원연구소

**Inhibition of Browning in Yam Fresh-cut and Control of Yam-putrefactive Bacterium Using Acetic Acid or Maleic Acid. Ryu Hee-Young, In Sook Kwun, Sang-Jo Park<sup>1</sup>, Bong-Ho Lee<sup>1</sup>, and Ho-Yong Sohn\*.**  
*Department of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 760-749, Korea, <sup>1</sup>Experiment Station of Bioresources, Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Andong 760-749, Korea* – To increase the consumer acceptability of yam and the shelf-life of fresh-cut yam, organic acid-treated fresh-cut yam was prepared. When uncontaminated fresh-cut yam was stored at 4°C for 14 days after treatment with 1% (v/w) organic acids, the browning and microbial putrefaction of fresh-cut yam were inhibited by treatment of acetic acid or maleic acid, whereas treatment of citric acid and ascorbic acid, commonly used browning inhibitors in food industry, did not show apparent effects on the browning and putrefaction of yam. The inhibitory effects of acetic acid or maleic acid were superior than those of NaOCl (100 ppm), hydrogen peroxide (100 ppm) or commercially available washing solution. Also, treatments of 1% acetic acid, or 1% maleic acid into artificially-contaminated yam (10<sup>5</sup> CFU/g-yam) showed strong inhibition of browning and putrefaction during long term storage at 4°C. The growth inhibition test indicated that 0.1% is enough to inhibit the growth of psychrotrophic yam-putrefactive *Pseudomonas sp.*, and treatment of 0.1% acetic acid, or 0.1% maleic acid inhibited the browning and microbial putrefaction of fresh-cut yam. Our results suggested long-term distribution of yam or other root crops products is possible by treatment of organic acid, such as acetic acid, combined with aseptic vacuum packaging technology.

**Key words:** Acetic acid, inhibition of browning, fresh-cut yam, maleic acid, psychrotrophic bacterium

### 서 론

현대 사회의 산업화, 1인 가정의 증가 및 인구의 고령화에 따라, 식품 소비 패턴이 급격히 변화되고 있으며, 그 대표적인 변화는 칼로리 및 영양 위주에서 건강지향과 편의 위주의 식품소비 패턴이다. 이러한 변화는 식품 생산, 판매 및 유통 전반에 걸쳐 나타나고 있으며, 바로 이용 가능하거나(RTC: Ready To Cook) 또는 바로 섭취 가능한(RTE: Ready To Eat) 형태로의 간편식 제품이 점차 증가하고 있다 [2, 13]. 최근에는 신선함을 주요 품질인자로 하는 과일, 채소류의 경우에도 소량 포장된 RTC 및 RTE 제품이 판매되고 있으며, 그 대표적인 예로 신선편이(Fresh-cut) 제품을 들 수 있다. 신선편이 제품은, 생산지에서 세척, 선별, 절단 및 부가적인 가공공정을 거쳐 소비자가 바로 섭취할 수 있도록 제조된 간편식품을 말하며, 시간적, 공간적 제약이 있는 단체급식소 또는 일반가정에서 주로 이용되고 있다. 신선편이 제품은, 미리 비가식 부위를 제거한 상태이므로 배출 쓰레

기의 감소 및 경제적 구매가 가능하며 소포장, 저온 유통 시스템 이용 등으로 안전성 증대 및 폐기물의 감소 등의 추가적인 이점을 가지며, 농산물의 수확 후 저장 유통 중에 발생하는 10~50%의 손실량을 감소시켜 농산물 생산 부담을 감소하는 효과가 있다[6, 15]. 현재 단체 급식소의 경우 감자, 양파, 미늘 등의 신선편이 가공품은 이미 사용량의 80%를 초과하는 것으로 추정하고 있다[6]. 그러나, 신선편이 농산물 제조를 위해서는 세척, 거피, 선별, 절단 및 분할 등의 다양한 공정중의 조직파괴로 인해 효소적 갈변, 호흡량 증가, 미생물 증식이 가속화되므로, 갈변억제 및 부패 미생물 제어 기술이 필수적이다[3, 15]. 현재 국내에서도 일부 뿌리채소의 세척, 박피, 절단 포장제품 등이 유통되고는 있으나[13], 저온유통 시스템 하에서 7일 이상을 유통할 수 없는 실정이다.

한편, 지하 괴근을 식용 및 약용으로 이용하고 있는 마(*Dioscoreacea opposita* Thunb. 또는 *D. batatas*)는 탄수화물, 지질, 단백질, 비타민, 미네랄이 풍부하여 영양학적으로 우수할 뿐만 아니라, 콜레스테롤 저하효과, 항산화작용, 항당뇨, 항대장암 효과 및 항돌연변이 활성 등이 보고[1, 7, 10-12, 20]되면서, 건강식품으로 그 소비가 증가되고 있는 추세이다. 그러나, 마는 장기 저장법이 확립되어 있지 못해, 수

\*Corresponding author  
Tel: 82-54-820-5491, Fax: 82-54-820-5491  
E-mail: hysohn@andong.ac.kr

확 후 주로 11월에서 3월 사이에 한정적으로 유통되며, 재배지 토양이 그대로 제품에 부착된 채로 판매되어 부패가 진행되기 쉬우며, 유통안전성이 취약한 상태이다. 또한 생마의 껍질을 제거하는 과정에서 점액질에 의한 피부알러지를 나타내는 사람이 많으며[9, 16], 거피 후 갈변에 의한 관능성의 저하로 거부감을 나타내어 간편식 형태의 제품 개발이 필요하다. 그러나, 마 분말, 마 꿀차, 마 스낵, 마 케이크 형태의 마를 이용한 다양한 제품이 지속적으로 개발[14, 19]되고는 있으나, 생마 자체의 특유의 신선함을 유지하면서 거피, 절단, 분할, 포장 공정을 거쳐 간편하게 이용할 수 있는 신선편이 제품의 개발은 이루어지지 않고 있다.

실제, 생마 신선편이 제품개발에 있어 가장 큰 문제는 저온유통시의 부패에 직접 관여하는 저온부패세균과 거피, 절단시의 갈변현상이다. 특히 부패와 함께 갈변은, 소비자들에게 신선도 및 품질을 결정짓는 중요한 구매조건이 되므로, 생마 자체의 특유한 밝은 흰색을 그대로 유지하는 것이 중요하다. 현재 과일, 채소류의 갈변 억제 및 부패방지제로 아스코르빈산 또는 구연산등의 유기산이 주로 이용되고 있으나[3, 4], 생마의 경우 사용된 적은 없다. 따라서 본 연구에서는, 관능성이 우수하면서 장기 보존 및 저온 장기 유통이 가능한 생마 신선편이 제조를 목표로, 다양한 유기산 처리시의 부패방지 및 갈변 억제효과를 건전 생마 또는 초기 오염된 경우의 생마를 이용하여 4°C 및 30°C에서 평가하였다. 본 연구 결과는 초산 또는 말레산을 이용하여 생마의 부패방지와 갈변억제를 통한 신선편이 제조가 가능함을 제시하고 있다.

## 재료 및 방법

### 생마 및 생마 신선편이

생마는 2006년 경북 안동 및 고령에서 수확한 마 (*Dioscorea opposita* Thunb.)를 이용하였으며, 4°C 냉장고에서 보관하며, 실험 직전 멸균칼로 거피하여 사용하였다. 거피 생마는 지름 35 mm, 두께 4.5 mm로 절단하여, 생마 신선편이를 조제하였다.

### 유기산 처리

유기산에 의한 신선편이의 갈변 및 부패 억제효과를 평가하기 위해, 조제된 생마 신선편이를 1%(v/w) 농도의 초산용액, 말레산 용액, 구연산 용액 및 아스코르빈산 용액에 각각 침지 처리하였다. 구연산 및 아스코르빈산은 생마에 사용된 적은 없으나, 과채류의 갈변억제에 가장 많이 이용되고 있으며[3, 4], 초산은 갈변억제보다는 식중독 세균에 대한 항균활성이 우수한 것으로 알려져 있다[5, 8]. 말레산은 푸마르산의 광학적 이성질체로, 식품산업에서는 오일 보존제 및 산도 조절제로 사용되고 있다. 유기산에 각각 3분간 침지한 신선편이는 건져내어 멸균 페트리디시(55×12 mm, 녹십자의

료공업, 한국)에 넣어 수분증발을 방지하고, 4°C의 배양기에서 14일간 저장하면서 갈변 및 부패진행도를 관찰하였다[17, 18]. 한편 대조구로는 멸균수에 3분간 침지시킨 신선편이를 이용하였으며, 한편 기존에 사용되고 있는 차아염소산 나트륨(NaOCl, 100 ppm), 과산화수소수(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 100 ppm) 및 계면활성제와 구연산이 주성분인 야채, 과일용 1종 세척제(L사, 한국) 용액에 각각 3분간 침지 처리한 신선편이를 유기산 처리 신선편이와 비교하였다. 이때 침지 용액의 pH는 pH meter (320 pH meter, Mettler Toledo InLabR 413, UK)로 측정하였으며, 멸균수 6.4, NaOCl 용액 10.4, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용액 5.1, 시판 1종 세척제 7.3, 초산용액 2.6, 말레산 용액 1.6, 구연산 용액 2.2 및 아스코르빈산 용액 2.7로 나타났다. 한편 초기의 건전생마 분쇄액의 pH는 6.0~6.2이었다.

### 생마 신선편이 색차 분석

생마 신선편이, 화학 살균제를 처리한 신선편이 및 유기산 처리 생마 신선편이의 색차는 색차계(Colormeter, Tokyo Denshoku Co., super color SP-80, Japan)를 사용하여 표면의 명도(lightness, *L*), 적색도(redness, *a*), 황색도(yellowness, *b*)를 측정하였다. 이때의 표준 백색판은 *L*값이 94.01, *a*값이 0.00, *b*값이 1.50으로 기준을 정하였으며, 시료당 3회 측정하여 평균값을 구하여 나타내었고, 색차(E)는 다음의 식을 이용하여 계산하였다[18].

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}.$$

### 생마 신선편이 부패 평가

건전한 생마 신선편이 및 이미 오염된 생마 신선편이를 대상으로 실험을 진행하였으며, 생마 신선편이에 다양한 화학 살균제 및 유기산을 처리한 후, 멸균 페트리디시에 넣고 4°C의 배양기에서 14일간 저장하면서 미생물의 증식을 평가하였다. 초기 오염된 생마 신선편이의 경우에는, 생마 저온 부패균으로 보고[17, 18]된 *Pseudomonas rhodesiae* YAM-12 및 *Pseudomonas cepacia* YAM-10를 Nutrient broth (Difco Co., USA)에 20시간 배양하고, 균체를 회수한 후 멸균 증류수에 재현탁하여 균체수를 10<sup>6</sup> CFU/ml로 조정된 각각의 용액에 신선편이를 3분간 침지하여 제조하였다. 14일간 저온 저장 후, 각각의 신선편이 10 g을 취하여 무균백(Model 400, Closure Bags 6041)에 넣고, 분쇄기(Stomacher 400, Seward Limited, England)로 분쇄, 균일화한 후 pH와 brix(Atago N-1E, Japan)를 측정하였으며, 생마 분쇄액에 40 ml의 멸균수를 첨가하여 균일화 한 후 Nutrient broth를 이용하여 최확수법에 따라 시료내의 총균수를 측정하였다[18].

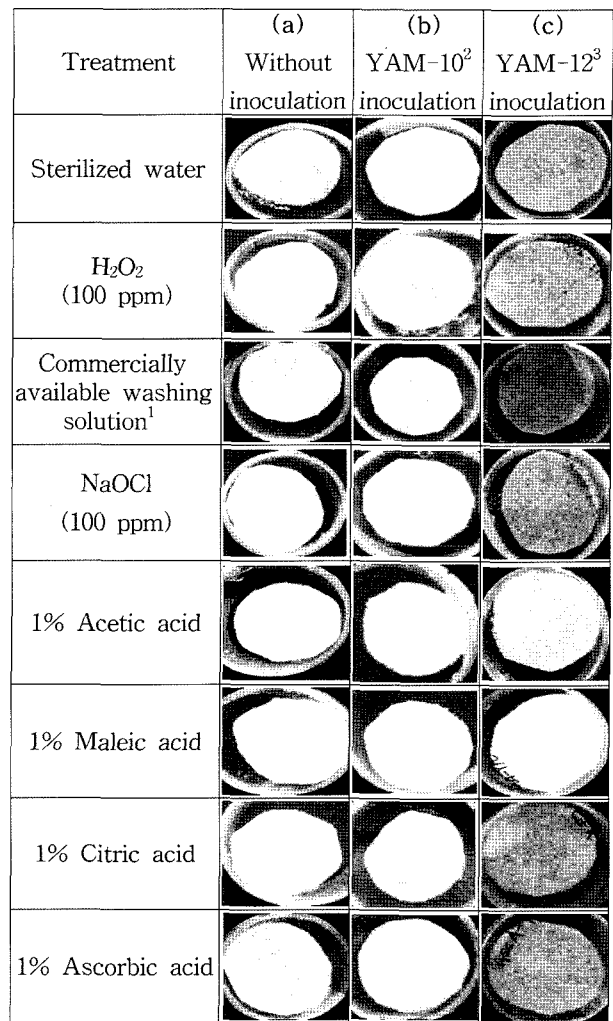
유기산 처리농도에 따른 생마 저온 부패균의 생육억제 생마 신선편이의 갈변 및 부패억제를 위한 유기산의 처리

농도 결정을 위해, 생마 저온부패균을 제어할 수 있는 초산 및 말레산의 최소 처리농도를 결정하였다. *P. rhodasiae* YAM-12 및 *P. cepacia* YAM-10을 각각 Nutrient broth에 접종하여 30°C에서 24시간 동안 전배양한 후, 이를 Nutrient broth에 재접종하여 600 nm에서의 흡광도가 0.1이 되도록 조정하고, 각각의 유기산을 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.5%, 0.75%, 및 1.0% (v/v)되도록 첨가하였다. 이후, 4°C에서 96 시간, 또는 30°C에서 24시간 배양 후 균주의 생육도를 microplate reader (Asys Hitech, Expert96, Asys Co., Austria)를 사용하여 600 nm의 흡광도를 측정하여 평가하였다. 유기산의 대조구로는 시판 항균제인 ampicillin (Sigma Co., USA)을 0, 1, 5 및 10 µg/ml 농도로 사용하였으며, 균주 대조구로는 *Escherichia coli* KCTC 1682를 사용하였다.

결과 및 고찰

유기산의 생마 신선편이 갈변 및 부패 억제 활성평가

먼저 건전한 생마 신선편이를 1% 농도의 초산용액, 말레산 용액, 구연산 용액 및 아스코르빈산 용액에 각각 3분간 침지 후 4°C에서 14일간 저온 저장한 결과, 아스코르빈산 용액 처리구에서 약간의 갈변이 나타났으나, 초산, 말레산, 구연산 처리구에서는 거의 변화가 나타나지 않았다(Fig. 1a). 대조구로 사용된 멸균수 처리, 과산화수소 처리, NaOCl 처리, 1종 세척제 처리구에서는 미약한 갈변현상이 나타났으며, 특히 시판 1종 세척제와 멸균수 처리구에서 가장 갈변이 심하였다. 색차계를 이용한 색차 분석결과, 말레산과 초산, 과산화수소수를 처리한 경우 색차는 1.29, 3.78, 3.17로 가장 낮았으며, 구연산과 NaOCl 처리구는 4.77~4.87의 색차변화가 나타났고, 1종 세척제와 아스코르빈산 처리구는 7.99 및 6.29의 색차로 갈변이 심하였다(Table 1). 또한 생마의 경우 미생물의 증식에 따른 부패시에 pH의 급격한 상승이 동반되는데, 14일 저장 신선편이의 pH는 초산 및 말레산 처리구에서 5.0 및 5.6으로 나타나 낮은 pH를 유지한 반면, 구연산 및 아스코르



<sup>1</sup>Commercially available washing solution: The product (KFDA approved) was consisted of detergent (27%) and citric acid (73%), <sup>2</sup>YAM-10: *Pseudomonas cepacia* YAM-10, <sup>3</sup>YAM-12: *Pseudomonas rhodasiae* YAM-12.

Fig. 1. Photographs of fresh-cut yams, which were treated with different chemical preservatives or organic acids, after 14-days storage at 4°C.

Table 1. Changes of color, pH, and microbial growth in fresh-cut yam by treatment of chemical preservatives or organic acids.

Color, pH and microbial growth	Fresh-cut yam after 14 days storage at 4°C								
	0 day	Treatments							
		S.W <sup>1</sup>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <sup>2</sup>	G-1 <sup>3</sup>	NaOCl <sup>4</sup>	AA <sup>5</sup>	MA <sup>6</sup>	CA <sup>7</sup>	AsA <sup>8</sup>
L	75.4	71.98	75.05	69.35	72.14	73.15	76.38	71.25	70.11
a	-1.32	0.34	1.71	2.15	1.76	1.58	-0.95	-0.98	-1.16
b	10.88	7.36	10	14.79	12.78	9.97	10.13	13.21	14.24
E <sup>9</sup>	-	5.18	3.17	7.99	4.87	3.78	1.29	4.77	6.29
pH	6.2	6.4	7.8	6.2	6.2	5.0	5.6	6.2	6.5
Log CFU/g	2~3	7~8	7~8	6	8	3	3	6	7~8

<sup>1</sup>S. W: sterilized water, <sup>2</sup>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 100 ppm hydrogen peroxide, <sup>3</sup>G-1: Commercially available washing solution, <sup>4</sup>NaOCl: 100 ppm sodium hypochlorite, <sup>5</sup>AA: acetic acid, <sup>6</sup>MA: maleic acid, <sup>7</sup>CA: citric acid, <sup>8</sup>AsA: ascorbic acid. <sup>9</sup> $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ , where L, a, and b represent lightness, redness, and yellowness, respectively.

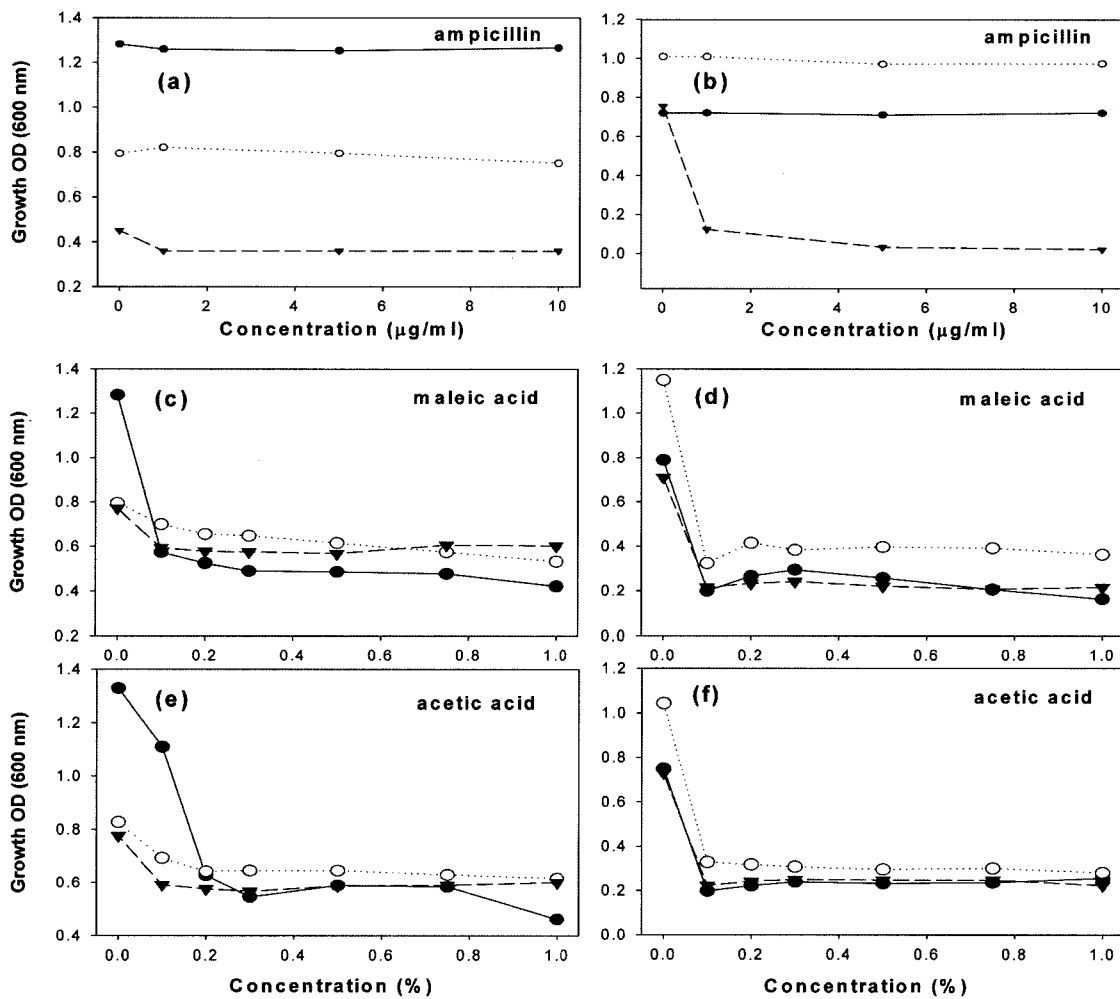
빈산 처리의 경우 6.2, 6.5를 나타내어 무처리 또는 멸균수 처리구와 유사한 pH를 보였다. 미생물의 성장 역시, 초기 무처리 생마에서  $10^{2-3}$  CFU/g의 세균이 초산 및 말레산 처리에서는 14일 후  $10^3$  CFU/g 이하로 나타나 부패억제능이 나타났으며, 그 외 처리구에서는  $10^6$  CFU/g 이상으로 증식되어, 부패 억제능이 미약함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 생마에서 갈변현상과 미생물 성장이 동일하게 진행되지는 않음을 나타내며, 현재 사용되고 있는 1종 세척제와 NaOCl, 과산화수소 및 아스코르빈산 처리가 생마 신선편이의 미생물 제어와 갈변억제에는 효과적이지 못함을 나타낸다.

한편 인위적으로 저온부패균 YAM-10 및 YAM-12를 오염시킨 생마 신선편이에 동일하게 유기산을 처리하고 14일간 저온 저장한 경우에는, 초산 및 말레산 처리를 제외한 모든 처리구에서 심한 갈변현상이 나타났으며, 특히 YAM-12 처리구에서는 더욱 심한 갈변 및 부패가 나타났다(Fig. 1b, 1c). 초산 및 말레산 처리구 중에서는 말레산 처리구가 더욱

**Table 2. Changes of color, pH, and microbial growth in artificially contaminated fresh-cut yam by treatment of sterilized water or maleic acid.**

Color, pH and microbial growth	Artificially contaminated fresh-cut yam after 14 days storage at 4°C				
	0 day	YAM-10 <sup>1</sup> inoculation		YAM-12 <sup>2</sup> inoculation	
		S.W <sup>3</sup>	MA <sup>4</sup>	S.W	MA
L	75.4	66.57	74.66	61.41	74.76
a	-1.32	3.20	-0.72	3.32	0.11
b	10.88	27.59	9.90	20.52	9.09
E <sup>5</sup>	-	19.43	1.36	17.61	2.37
pH	6.2	8.5	5.78	8.4	5.64
Log CFU/g	5	8	<3	7	<3

<sup>1</sup>YAM-10: *Pseudomonas cepacia* YAM-10, <sup>2</sup>YAM-12: *Pseudomonas rhodesiae* YAM-12. <sup>3</sup>S. W: sterilized water, <sup>4</sup>MA: maleic acid, <sup>5</sup> $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$  where L, a, and b represent lightness, redness, and yellowness, respectively.



**Fig. 2. Cell growth inhibition at 4°C (a, c and e) and 30 (b, d, and f) by treatment of ampicillin (a and b), maleic acid (c and d) and acetic acid (e and f) against psychrotrophic yam-putrefactive bacteria [*Pseudomonas cepacia* YAM-10 (●) and *Pseudomonas rhodesiae* YAM-12 (○)], and *Escherichia coli* (▼).**

우수한 갈변 억제효과를 나타내었다. YAM-10 오염 및 YAM-12 오염의 경우, 멸균수 처리구에서 색차 변화는 각각 19.43 및 17.61로 매우 심각하였으나, 말레산 처리구에서는 각각 1.36 및 2.37로 색차변화가 미미하였다(Table 2). 또한 미생물 총균수 역시, 초기  $10^5$  CFU/g에서 멸균수 처리시  $10^7$  CFU/g 이상으로 증가되었으나, 말레산 처리구에서는 오히려  $10^3$  CFU/g 이하로 감소되어 살균효과가 있음을 알 수 있었다. 말레산 처리구의 pH는 초기 생마 pH 6.2에서 5.64~5.78로 약산성을 나타내었으나, 멸균수 처리구에서는 pH 8.4~8.5의 알칼리 상태를 나타내어 저온부패균에 의한 부패가 심각함을 확인하였다(Table 2).

#### 생마 저온 부패균의 생육억제를 위한 유기산 최소 처리 농도 결정

생마 저온부패균 제어에 필요한 유기산의 최소 농도를 결정하고자, 생마 저온부패균에 다양한 농도의 초산 및 말레산을 처리한 후 4°C에서 96시간 및 30°C에서 24시간 배양 후 부패균의 생육도를 확인하였다. 먼저 4°C에서 배양한 경우, 시판 항생제 ampicillin은 대장균의 경우 1 µg/ml 농도에서부터 생육억제가 나타났으나, 생마 부패균들에서는 거의 영향을 미치지 않았다(Fig. 2a). 이러한 현상은 4배양보다 대장균의 생육이 활발한 30°C에서 배양한 경우 더욱 두드러지게 나타났으며(Fig. 2b), 생마 부패균들이 저온성이며 항생제 내성을 가지고 있음을 알 수 있었다. 한편 말레산 및 초산 처리구에서는, *P. cepacia* YAM-10을 4°C에서 배양한 경우를 제외한 모든 실험구에서 0.1% 농도로도 대장균과 생마 부패균에 모두 강력한 생육저해를 나타내었다(Fig. 2c~2f). 유기산의 항균기작이 유기산의 이온화와 관련되며 균주에 따라 내성이 달라지지만[8], 생마 저온 저장 중 저온 부패균 YAM-10을 제어하기 위해서는 최소한 0.1% 이상의 말레산 또는 0.2% 이상의 초산처리가 필요함을 알 수 있으며, 30°C의 상온 저장 중에는 0.1% 농도 처리로 저온균에 의한 부패를 억제할 수 있을 것으로 추측된다.

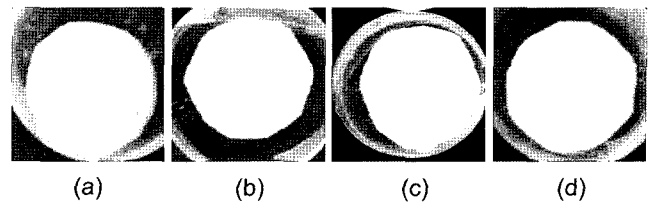


Fig. 3. Photographs of fresh-cut yams, which were treated with (a) distilled water, (b) sodium hypochlorite (100 ppm), (c) acetic acid (0.1%) and (d) maleic acid (0.1%), after 14-days storage at 4°C.

#### 0.1% 말레산 또는 초산용액 처리 신선편이의 갈변억제 및 부패방지 효과

생마의 부패 및 갈변 억제능이 우수한 초산 및 말레산의 최소처리 농도 0.1% 용액에, 건전 생마 신선편이를 각각 3분간 침지 처리한 후, 4도에서 14일 동안 저장하면서 갈변 억제와 부패 방지를 평가한 결과는 Table 3 및 Fig. 3에 나타내었다. 무처리 및 멸균수 처리의 경우, 색차변화는 8.74 및 6.37로 갈변이 진행된 반면, 초산 및 말레산 처리의 경우 각각 1.25 및 2.79의 색차로 갈변이 거의 나타나지 않았다. pH 측정의 경우에도 초산 및 말레산 처리시에 5.5~5.6을 나타내어 부패가 진행되지 않았음을 알 수 있었으며, 미생물 총균수 역시, 초기  $10^2$  CFU/g 이하에서, 무처리 및 멸균수 처리구에서는  $10^8$  CFU/g으로 증가되었으나, 0.1% 초산 및 말레산 처리구에서는  $10^5$  CFU/g을 나타내어 부패 억제효과를 확인하였다(Table 3). Brix 변화에 있어서는 무처리, 멸균수, NaOCl, 초산 및 말레산 처리구 모두가 5.9에서 5.0~5.1로 감소하였다. 한편 생마 신선편이에 저온 부패균 *P. rhodasiae* YAM-12를 인위적으로 접종하여 오염시킨 경우, 14일간의 저장 후, 무처리, 멸균수 처리 및 NaOCl 처리 생마 신선편이에서 색차변화가 각각 21.38, 27.36 및 25.39로 심각하게 갈변되었으며, pH는 7.6~8.4로 증가되고 미생물 총균수는  $10^8$  CFU/g 이상으로 나타나 상품성을 완전히 상실하였다(Table 4). 그러나, 초산 및 말레

Table 3. Changes of color, pH, brix and microbial growth in fresh-cut yam after treatment of 0.1% acetic acid or 0.1% maleic acid. After treatments, the fresh-cut was stored at 4°C for 14 days.

Color, pH and microbial growth	Without treatment		Treatments							
			Sterilized water		NaOCl (100 ppm)		Acetic acid (0.1%)		Maleic acid (0.1%)	
	0	14d	0	14d	0	14d	0	14d	0	14d
L	75.20	73.02	74.96	74.61	74.68	74.90	74.89	74.84	75.13	74.35
a	-1.96	-0.09	-2.04	-1.61	-1.44	-1.65	-1.82	-0.78	-2.44	-0.31
b	3.71	11.96	4.18	10.05	2.58	4.90	2.52	3.90	2.44	5.79
$E^1$	-	8.74	0.53	6.37	1.35	1.26	1.24	1.25	1.36	2.79
pH	6.16	6.16	6.15	6.65	6.82	6.67	5.60	5.55	5.65	5.62
Brix (%)	5.9	5.1	5.9	5.0	5.9	5.0	5.9	5.0	5.9	5.0
Log CFU/g	<2	8	<2	8	<2	8	<2	5	<2	5

<sup>1</sup>  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ , where L, a, and b represent lightness, redness, and yellowness, respectively.

**Table 4. Changes of color, pH, brix and microbial growth in artificially contaminated fresh-cut yam by treatment of 0.1% acetic acid or 0.1% maleic acid.** Initial microbial contamination with *Pseudomonas rhodasiae* YAM-12 was adjusted to  $10^6$  CFU/g-yam, and the fresh-cut was stored at 4°C for 14 days.

Color, pH and microbial growth	Without treatment		Treatments							
			Sterilized water		NaOCl (100 ppm)		Acetic acid (0.1%)		Maleic acid (0.1%)	
	0	14d	0	14d	0	14d	0	14d	0	14d
L	72.43	61.15	73.19	63.00	70.72	58.36	73.54	65.19	73.64	68.13
a	-2.05	1.12	-1.10	-4.32	-1.46	-1.26	-1.94	-2.83	-1.94	-2.31
b	3.82	21.70	4.09	29.40	0.01	24.94	2.96	23.44	3.68	18.41
$E^1$	-	21.38	1.24	27.36	4.22	25.39	1.41	20.93	1.22	15.21
pH	6.16	7.65	6.16	8.43	6.98	7.69	5.68	7.52	5.90	7.60
Brix (%)	5.9	2.8	5.9	3.4	5.9	1.8	5.9	4.0	5.9	3.4
Log CFU/g	6	8	4	8	4	8	4	5	4	5

$^1 \Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ , where L, a, and b represent lightness, redness, and yellowness, respectively.

산 처리구에서는 색차변화가 각각 20.93 및 15.21로 갈변 정도가 감소되었으며, pH 7.5~7.6의 미약한 증가와 함께 미생물 증식은  $10^5$  CFU/g으로 나타났다. Brix 측정 결과, 무처리 및 NaOCl 처리구가 초기 5.9에서 2.8 및 1.8로 감소한 반면, 멸균수, 초산 및 말레산 처리구에서는 각각 3.4, 4.0 및 3.4로 감소정도가 상대적으로 미미하였다. 이러한 결과는 생마 자체가 심각하게 오염 되지 않은 경우, 0.1% 초산 및 말레산 처리가 생마 신선편이의 갈변 억제 및 부패 억제에 효율적임을 제시하고 있다. 향후 진공포장 또는 저농도 유기산 침지포장 등의 적절한 포장방법의 개발과 품미 향상방안이 마련된다면, 유기산을 처리하여 생마 및 근채류 신선편이의 갈변 및 부패억제를 통한 장기간 저온 유통이 가능할 것으로 판단된다.

## 요 약

생마의 이용성과 저장성을 증대시키기 위해, 유기산을 처리한 생마 신선편이 제품을 제조하였다. 저온 부패미생물의 초기오염이 없는 생마 신선편이의 경우, 1% 농도의 초산, 구연산, 말레산 및 아스코르빈산을 각각 처리한 후 4°C에서 14일간 저장한 경우, 구연산 및 아스코르빈산 처리구에서는 갈변 및 부패가 유의적으로 진행되었으나, 초산 및 말레산 처리구에서 우수한 갈변 및 부패 억제 활성이 나타났다. 이러한 억제활성은 기존에 사용되고 있는 NaOCl(100 ppm), 과산화수소수(100 ppm) 및 1종 세척제(L사, 한국)처리보다 우수하였으며, 특히 초기 부패미생물이  $10^5$  CFU/g 이상 오염된 신선편이의 경우에도 초산 및 말레산은 강력한 부패억제 및 갈변억제효과를 나타내었다. 생마의 저온 부패미생물 (*Pseudomonas rhodasiae* YAM-12 및 *P. cepacia* YAM-10)을 대상으로 초산 및 말레산의 최소처리농도를 조사한 결과 4°C에서는 0.1% 처리로 우수한 항균력이 나타남을 확인하였으며, 실제 오염되지 않은 신선편이의 경우 0.1% 처리로 유의적인 갈변 및 부패현상 없이 14일간 저온저장이 가

능하였다. 이러한 결과는, 초기 저온 부패미생물의 오염이 심각하지 않은 신선편이의 경우에는, 0.1% 초산 및 말레산 처리로 4°C에서 14일 장기저장이 가능함을 나타내며, 적절한 진공포장 등이 병행된다면 생마 및 근채류 신선편이 농산물의 장기간 저온 유통이 가능할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 2006년도 농림기술센터의 농림기술개발과제 (2006-0049)지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Ahn J.-H., K. H. Son, H. Y. Sohn, and S. T. Kwon. 2005. In vitro culture of adventitious roots from *Dioscorea nipponica* Makino for the production of steroidal saponins. *Kor. J. Plant Biotechnol.* **32**: 217-223.
- Hong, S. I., S. M. Son, M. S. Chung, and D. Kim. 2003. Storage quality of minimally processed onions as affected by seal-packaging methods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **35**: 1110-1116.
- Hwang, J. B., D. B. Shin, and Y. C. Lee. 2003. The inhibition of green discoloration in garlic by conditioning. *Kor. J. Food. Sci. Technol.* **35**: 1007-1016.
- Kang, K. J., G. S. Oh, Y. S. Go, I. W. Seo, Y. J. Kim, and D. H. Park. 2003. Inhibition of enzymatic browning in medicinal herbs(crude drug materials) by organic acid. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **35**: 532-535.
- Kim, C. R., J. S. Kim, D. H. Koh, W. J. Choi., K. R. Lee. U. R. Kang, and K. H. Kim. 1998. Microbiological evaluations of refrigerated flatfish treated with organic acids. *Kor. J. Food. Nutr.* **11**: 329-333.
- Kim, D. M. and S. I. Hong. 2004. The current status and development of fresh-cut agricultural products. *Food Storage Processing Industry.* **3**: 18-22.
- Kim M. W. 2001. Effects of H<sub>2</sub>O-fraction of *Dioscorea*

- japonica* Thunb and selenium on lipid peroxidation in streptozotocin-induced diabetic rats. *Kor. J. Soc. Food Cookery Sci.* **17**: 344-352.
8. Kong Y. J., B. K. Park, and D. H. Oh. 2001. Antimicrobial activity of *Quercus mongolica* leaf ethanol extract and organic acids against food-borne microorganisms. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **33**: 178-183.
  9. Kubo, Y., S. Nonaka, and H. Yoshida. 1988. Allergic contact dermatitis from *Dioscorea batatas* Decaisne. *Contact Dermatitis* **18**: 111-112.
  10. Kum, E. J., S. J. Park, B. H. Lee, J. S. Kim, K. H. Son, and H. Y. Sohn. 2006. Antifungal activity of phenanthrene derivatives from aerial bulbils of *Dioscorea batatas* Decne. *J. Life Sci.* **16**: 647-652.
  11. Kwon, C. S., F. Y. Sohn, S. H. Kim, J. H. Kim, K. H. Son, J. S. Lee, J. K. Lim, and J. S. Kim. 2003. Anti-obesity effect of *Dioscorea nipponica* Makino with lipase-inhibitory activity in rodents. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **67**: 1451-1456.
  12. Kwon, E. G., E. M. Choe, and S. J. Gu. 2001. Effects of mucilage from yam (*Dioscorea batatas* DECENE) on blood glucose and lipid composition in alloxan-induced diabetic mice. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **33**: 795-801.
  13. Kwon, J. Y., S. S. Kim, and G. H. Kim. 2006. Effect of washing methods and surface sterilization on quality of fresh-cut chicory. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **38**: 28-34.
  14. Lee, B. Y. and H. K. Kim. 1998. Quality properties of korean yam by various drying methods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **30**: 877-882.
  15. Lim, J. H., J. H. Choi, S. I. Hong, M. C. Jeong, and D. Kim. 2005. Quality changes of fresh-cut potatoes during storage depending on the packaging treatments. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **37**: 933-938.
  16. Park H. S., M. J. Kim, and H. B. Moon. 1994. Occupational asthma caused by two herb materials, *Dioscorea batatas* and *Pinellia ternata*. *Clin. Exp. Allergy* **24**: 575-581.
  17. Ryu, H. Y., Y. S. Kim, S. J. Park, B. H. Lee, S. T. Kwon and H. Y. Sohn. 2006. Isolation and characterization of yam-putrefactive psychrotrophic bacteria from rotted yam. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **34**: 109-114.
  18. Ryu, H. Y., S. J. Park, B. H. Lee, and H. Y. Sohn. 2007. Control of yam putrefactive psychrotrophic bacterium using clove oil and preparation of functional Fresh-cut. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **35**: 66-72.
  19. Shin, S. R. 2004. Changes on the components of yam snack by processing methods. *Kor. J. Food Preservation* **11**: 516-521.
  20. Stohs, J. S., C. L. Wegner, and H. Rosenberg. 1975. Steroids and saponinins of *Dioscorea deltoidea* tissue cultures. *Planta Med.* **28**: 101-105.

(Received Mar. 25, 2007/Accepted May 1, 2007)