

오존수 세척이 포장 참외의 품질에 미치는 영향

황태영¹ · 박연주² · 문광덕^{2*}
¹CJ(주), ²경북대학교 식품공학과

Effects of Ozone-Water Washing on the Quality of Melon

Tae Young Hwang¹, Yoen Ju Park² and Kawng Deog Moon²

¹CJ Foods R&D Fresh Foods Division, Seoul 152-050, Korea

²Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 701-702, Korea

Abstract

For increasing shelf-life, melons with different washing and packaging were evaluated during storage at room temperature. Hardness and weight of melon was decreased during storage period and, after 12 days, severe rotten or decay appeared on melons except melon with ozone-water. Organoleptic test on color, appearance, taste and texture showed maximum values on melons with ozone-water washing. Particularly, spots have been shown on all packaged melons in the later storage, except melons washed with ozone-water. According to these results, ozone-water washing was effective for keeping the high quality of melons.

Key words : oriental melon, ozone-water, washing, packaging

서 론

참외(*Cucumis melo* L. var. *Makuwa*)는 당도가 높고 칼슘, 인 등의 무기질과 비타민 A, C의 함량이 많아 여름과일로 소비되고 있다(1). 참외는 수확시기가 여름에 집중되어 있고 주로 생과 형태로 소비되고 있으나 저온에서 생육장애를 일으켜 오랫동안 저장 및 유통하지 못하는 과실류로서 적절한 가공을 통한 저장성 향상 및 다양한 상품으로의 개발방안이 필요하다(2). 지금까지 참외의 상품가치를 증대시키기 위한 연구들이 보고 되고 있으나 참외주스의 제조(3), 유산균을 이용한 참외 발효식품의 제조(4), 전처리 방법에 따른 건조참외의 품질조건 설정(5) 등 대부분 가공제품의 개발 연구가 대부분이다. 수확 후 관리 및 가공에 대한 연구로는 참외의 MA 저장 시 필름종류와 저장온도에 따른 저장성 비교(6)에 대한 연구가 보고되었다.

오존은 강한 살균력과 염소살균에 의해 야기되는 이미, 이취가 발생하지 않아 식품살균법으로 주목받고 있다. 또한 오존은 불안한 상태의 고 에너지 분자이므로 상온의

수중에서 자연적으로 산소로 분해되기 때문에 처리 후 잔존에 대한 우려가 없고 전기적으로 생성 가능하므로 처리수에 다른 화합물을 첨가할 필요가 없다. 그리고 제초제 등의 농약류와 염소 화합물의 부산물과 같은 화학 잔류물의 분해력을 가진 것으로 알려져 있다(7). 이러한 오존의 특성을 이용하여 차의 탈색(8), 식품의 품질 및 위생성 향상(9), 딸기의 저장연장(10)에 대한 연구가 보고 되고 있으며 또한 열처리가 곤란한 과일 및 생 야채류의 안전성을 확보하기 위한 오존수 처리와 낮은 농도의 오존 가스를 이용한 절단 양상치의 미생물 감소(11) 등 오존 살균을 이용한 식품의 저장성 향상 및 안전성 확보를 위한 연구들이 보고 되고 있다. 본 연구에서는 오존의 살균효과를 이용하여 포장참외의 저장 및 유통기간을 연장시키고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 연구에 사용된 참외(*Cucumis melo* L. var. *Makuwa*)는 경북 성주에서 생산된 것으로 실험 당일 현장에서 직접 구하여 Table 1과 같이 각 처리구 별로 처리하고 실온(20℃),

*Corresponding author E-mail : kdmooon@knu.ac.kr,
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

에서 저장하면서 품질 변화를 관찰하였다. 한편 오존발생 장치는 (주)호동전자에서 생산한 이온샘 청수기(HD-950)를 사용하였다. (풍량 60 L/min, 소비전력 300 W, 사용압력 0.15 kg/cm², 음이온 발생수 5 x 10⁶ EA/sec, 오존 발생량 4.0 g/hr 이상)

Table 1. Experimental treatments for melon

Treatment	Container	Packaging material	Washing	No. of melons per unit pack
N	carton	none	none	20
N/P	carton	PE(polyethylene) film	none	20
W	carton	none	tap water	20
O	carton	none	O ₃ water	20

전처리 및 포장

참외는 물과 오존을 충분히 발생시킨 오존수에 각각 30분씩 침지하여 세척하고 종이타월로 물기를 제거하여 각각 5 kg 들이 골판지 박스(400×300×100 mm)에 각각 16개씩 1단으로 포장하였다. 대조구로 비세척 참외를 같은 박스에 포장하였으며 포장 방법을 달리하기 위하여 박스 포장 전에 박스 사이즈와 같은 비닐 포장재(PE)를 이용하여 포장하여 박스 포장한 구를 제조하였다(Table 1). 이렇게 제조된 참외는 모두 상온에서 저장하면서 저장 중 품질 변화를 조사하였다.

중량감소율

저장 3일 간격으로 각 구의 중량을 측정하여 처리 직후 즉, 저장 전 시료의 중량에서 측정 시 중량을 뺀 값을 처리 직후 중량에 대한 백분율로 나타냈으며 계산식은 다음과 같다.

$$\text{중량감소율(\%)} = (\text{저장 전 중량} - \text{저장 후 중량}) / \text{저장 전 중량} \times 100$$

경도

과육 경도는 각 처리구에서 4개씩을 취하여 측정 압력이 1 kg인 과실 경도계(日本竹村工業, Hardness Tester FHM-1, Japan)를 사용하여 과육의 끝과 표면을 모두 측정하고 평균값으로 나타내었다.

당도

각 처리구의 시료를 마쇄하여 착즙한 후 여과하여 얻은 액을 굴절당도계(Atago Hand Refractometer, N1, Japan)를 사용하여 측정하였다.

pH

pH는 시료와 증류수를 1:1로 혼합하여 균질화 한 다음 여과하여 pH meter(Model 420A, Orion, Inc. USA)로 측정하

였다.

관능검사

관능검사는 패널요원 10명을 선발하여 각 처리 후 저장 3일 간격으로 색(color), 맛(taste), 조직감(texture) 및 외관(appearance)에 대하여 10점 척도법에 의하여 10점 만점으로 하여 5점은 보통, 1점은 매우 나쁘다로 하여 평가하였다. 또한 각각의 관능 소견을 기재하도록 하였다.

통계 처리

포장 참외의 품질 특성은 SAS 통계 프로그램을 이용하여 Duncan's multiple range test (p≤0.05)를 통해 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

물리화학적 특성

세척방법 및 포장방법에 따른 포장참외의 저장 중 중량감소율의 변화는 Fig. 1과 같다. 즉, 세척을 하지 않고 박스 포장을 한 참외 및 필름 포장 후 박스 포장한 처리구의 중량감소율이 크게 나타난 반면, 오존 처리구의 경우 저장 12일 경에도 중량감소율이 극히 미미하였다. 이러한 결과는 오존수를 이용하여 세척한 경우 변패 등 품질열화로 인해 야기되는 중량의 변화가 거의 일어나지 않았음을 시사한다. 일반적으로 과실의 중량 감소는 조직 내 수분이 외부로 증산되어 손실되거나 호흡에 따른 당과 유기산의 분해 등이 원인인 것으로 알려져 있다. 또한 저장 중 중량 감소는 숙성, 황화를 촉진하며 경도, 비타민 A와 C의 감소를 가져오며, 외관상 품질저하의 원인이 된다(12). 따라서 오존수

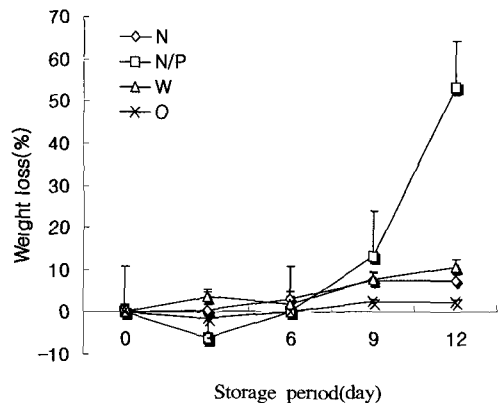


Fig.1. Change in weight loss of packaged after washing according to treatments during storage.

Abbreviations are same as Table 1

를 이용하여 세척을 행한 경우 이러한 증량감소율이 매우 낮게 나타났으므로 오존수 세척을 통해 참외의 유통 중 각종 성분 분해 등을 저해할 수 있을 것으로 추측된다.

처리에 따른 저장 중 참외 과육의 경도 변화는 Fig. 2와 같다. 모든 구에서 저장 12일을 경과하여서는 부패로 인한 과육의 물러짐 및 짓무름 현상이 두드러졌다. 이는 저장 중 미생물 변패에 의한 것으로 세척을 행하지 않은 구에서는 악취와 함께 과육의 손상 등이 발생하였는데 반해 오존수 세척 및 물 세척을 행한 경우 이러한 미생물적 변패를 방지하여 저장 중 과육의 경도 변화에 긍정적인 영향을 미쳤다. 즉, 물 세척구의 경우 과육의 경도 변화가 가장 적었고 과육의 부패 현상이 가장 두드러졌던 film 포장구의 경우 경도 변화가 가장 심하였다. 콩나물 재배에서 오존수를 사용한 콩수침 시 무처리 콩나물에 비해 높은 경도값을 보였다고 한다(13).

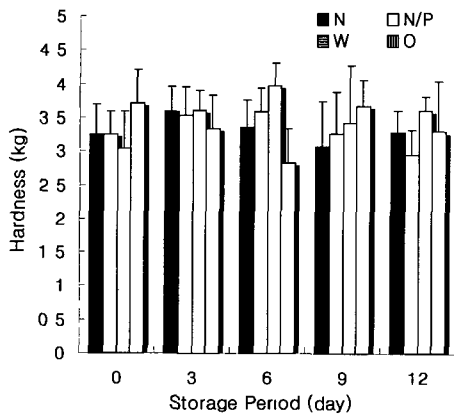


Fig. 2. Change in hardness of package according to treatments during storage.

Abbreviations are same as Table 1

세척 및 포장 처리에 따른 저장 중 참외의 pH 변화는 Fig. 3과 같다. 일반적으로 과일의 저장 시 미생물에 의한 변패로 인해 pH가 변화하게 되는데 저장 후기 가장 심한 pH 변화를 나타낸 처리구는 비세척 후 박스포장 한 대조구였고 오존 및 기타 처리구의 pH는 저장 경과에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 복숭아의 오존수 침지에 대한 실험에서 저장 중 복숭아의 pH 측정 시 오존수 처리에 따른 유의적인 변화가 나타나지 않았다는 보고(14)와 상이한 결과로서 참외의 경우 저장기간의 경과에 따른 부패가 빠르게 진행되었기 때문이라 여겨진다.

한편 가용성 고형분 함량의 변화는 Fig. 4와 같다. 일반적으로 과실의 저장 중 가용성 고형분 함량은 수확 후 후숙 중 전분 등의 고분자 물질의 분해로 인해 저장 초기에 증가 후 감소하는 것으로 알려져 있다. 본 연구결과에서도 대조구의 경우 이러한 경향과 일치하였으며 film 포장구의 가용성 고형분 함량이 저장 후기에 가장 낮게 나타났고 오존

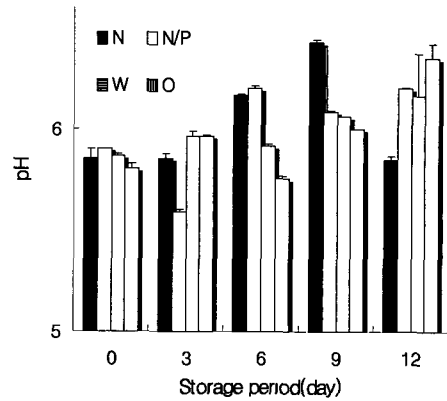


Fig. 3. Change in pH of packaged according to treatments during storage at atmosphere temperature.

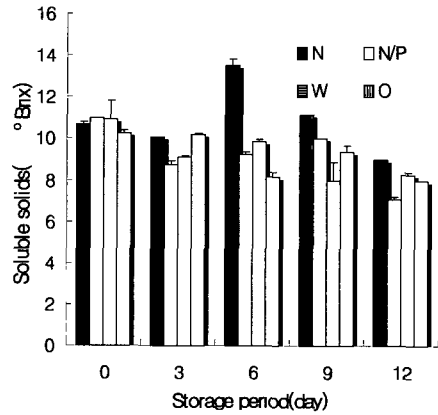


Fig. 4. Change in soluble solids of packaged according to treatments during storage during storage at atmosphere temperature.

Abbreviations are same as Table 1.

세척구와 물 세척구의 경우 저장 후기의 변화 양상이 유사하게 나타났는데 가용성 고형분 함량의 감소가 가장 적게 나타났다.

관능적 품질

처리에 따른 저장 중 관능적 특성의 변화를 조사한 결과는 Table 2와 Table 3과 같다. 저장 9일 이후로는 모든 처리구에서 부패가 심화되어 맛(taste)을 볼 수 없었으므로 외관을 통한 관능검사만이 가능하였다. 저장 초기부터 오존 세척구가 외관, 맛, 조직감, 색에서 가장 높은 점수를 얻었으며 관능 조건에서도 가장 좋은 평가를 얻었다. 특히 참외 저장 중 껍 사이에 발생하는 반점이 저장 9일 까지 거의 발생하지 않아 대조구 등에서 반점 및 부패과의 발생 현상과 대비되었다(Table 2). 오존의 경우 미생물의 감소 및 세척수의 2차 오염을 방지하는 효과가 있는 것으로 나타나고 있는데 오존수를 이용한 세척이 참외 표면의 미생물을 억제하여 부패 및 반점 형성을 저해하는 것으로 사료된다. 대조구의 경우

Table 2. Melon appearance according to treatments during storage

Storage day	Treatment ¹⁾			
	N	N/P	W	O
1	fine	fine	fine	fine
3	spot/rotten	softening	fine	fine
6	mold	decay	spot	fine
9	not good for use	softening severe rotten	severe rotten	mold
12	not good for use	offensive odor	severe mold	severe mold

¹⁾Abbreviations are same as those in Table 1

저장 3일 경과 후부터 반점의 발생, 과부 형성 및 과실의 하부에서 부패가 발생하기 시작하여 6일 이후로는 상품성이 손실되었으며 film 포장의 경우 6일 경부터 과실 표면 및 과육의 변화가 발생하기 시작하여 9일 경우 부패 정도가 매우 심화되었는데 film의 특성 상 통기가 원활하지 않은 때문으로 사료된다. 한편 물세척의 경우 6일까지는 양호한 상태를 나타내었으나 6일 경 과피에 반점이 발생하기 시작하여 상품 가치가 하락하기 시작하였다. 또한 저장 6일의 참외에 대한 맛, 외관, 색, 조직에 관한 전체적인 관능평가의 결과 세척구가 비세척구에 비해, 물세척보다는 오존수 세

Table 3. Sensory evaluation on melon according to treatments during storage

Sensory quality / Storage days	Treatment ¹⁾				
	N	N/P	W	O	
Appearance	0	10.00 ^a	10.00 ^a	10.00 ^a	10.00 ^a
	3	4.75 ^b	6.25 ^b	5.75 ^b	8.75 ^a
	6	1.50 ^c	4.00 ^b	4.50 ^b	7.25 ^a
	9	1.25 ^a	1.00 ^a	0.75 ^a	1.25 ^a
	12	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
Color	0	10.00 ^a	10.00 ^a	10.00 ^a	10.00 ^a
	3	5.25 ^b	6.00 ^{ab}	6.00 ^{ab}	8.00 ^a
	6	2.75 ^b	4.75 ^b	4.75 ^b	7.00 ^a
	9	1.75 ^a	2.00 ^a	1.50 ^a	1.75 ^a
	12	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
Taste	0	10.00 ^a	10.00 ^a	10.00 ^a	10.00 ^a
	3	3.75 ^b	7.25 ^a	5.50 ^{ab}	8.50 ^a
	6	2.75 ^c	4.25 ^b	5.00 ^b	6.75 ^a
	9	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	12	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
Texture	0	10.00 ^a	10.00 ^a	10.00 ^a	10.00 ^a
	3	4.25 ^b	6.75 ^a	5.75 ^{ab}	8.00 ^a
	6	3.25 ^b	4.75 ^{ab}	5.75 ^{ab}	6.50 ^a
	9	0.75 ^a	0.75 ^a	0.75 ^a	0.75 ^a
	12	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a

¹⁾Abbreviations are same as those in Table 1

^{a-c)}Duncan's multiple range test within column ($p \leq 0.05$) Means with the same letter are not significantly different

척구가 높은 값을 나타냈다(Table 3). 오존수를 이용한 배추의 세척효과에 대한 보고에 의하면 0.5 ppm의 오존수 처리 시 상온에서 30분 처리를 통해 오염균이 현저하게 감소함을 나타내었다. 또한 Gibson 등은 사과저장 시 오존을 처리가 사과의 곰팡이 번식억제에 효과적임을 보고하였다(15). 따라서 저장 6일 이상 양호한 관능적 특성을 나타낸 오존수 세척구가 가장 좋은 품질 특성을 나타내었다. 또한 상품성 가치가 본 연구가 상온에서 저장하면서 실험한 것을 감안한다면 저온유통 시 더 장시간 동안 좋은 품질을 나타낼 것으로 기대된다.

요 약

저장 중 포장 참외의 품질 유지를 위하여 포장과 세척 방법을 달리하면서 참외에 대한 품질 평가를 실시한 결과, 저장기간의 경과에 따라 중량 및 경도는 감소하였으며 저장 12일 후부터는 오존수를 이용하여 세척한 처리구를 제외한 모든 구에서 심한 부패 및 손상이 발견되었다. 또한 관능평가 결과, 오존수 세척구에서 색, 외관, 맛, 조직감 모두 가장 높은 점수를 얻었으며 저장 후기도 반점이 거의 생성되지 않고 부패정도가 가장 미비하여 외관에 대한 우수한 관능적 평가를 얻었다. 따라서 오존수 세척 후 통기성 있도록 박스 포장을 하는 것이 참외의 유통 중 품질 유지에 효과적이라고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2002년도 경북대학교특성화사업팀(KNURT) 연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. R.D.A. (1993) '92 Agriculture and livestock criterion profit. Press of RDA. p.10-13
2. Park, J.D., Hong, S.I., Park, H.W. and Kim, D.M. (2000) Extending shelf-life of oriental melon(*Cucumis melon* L.) by modified atmosphere packaging. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 481-490
3. Shin, K.H., Koo, Y.J., Kim, C.O., Min, B.Y. and Suh, K.B. (1978) Studies on the production of watermelon and cantaloupe melon juice. Korean J. Food Sci. Technol., 10, 215-223
4. Cha, S.K., Chun, H.I., Hong, S.S., Kim, W.J. and Koo, Y.J. (1993) Manufacture of fermented cantaloupe melon

- with lactic starter culture. Korean J. Food Sci Technol., 25, 386-390
5. Kim, J.G., Jeong, S.T., Jang, H.S. and Kim, Y.B. (1997) Quality properties of dried melon with different pretreatments. Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri Products, 4, 147-153
 6. Kim, H.M. and Park, K.W. (2000) Comparison of store ability on film sources and storage temperature for oriental melon in modified atmosphere storage. J. Kor. Hort Sci., 41, 143-146
 7. Langlais, B., Reckhow, D.A. and Trink, D.R. (1991) Practical application of ozone: principle and case study. In Ozone in water treatment. Lewis Publishers. Chelsea, Mich.
 8. Rice, R.G. and Rowning, M.E. (1981) Ozone treatment of industrial wastewater. Noyes Data Corporation, N.Y., p.85
 9. Kim, J.G., Yousef, A.E., and Dave, S. (1999) Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A review. J. Food Prot., 62, 1071-1087
 10. Berger, A. and Hansen, H. (1995) Storage of strawberries in ozone containing air. Die industrielle Obst- und Gemüseverwertung, 15, 5
 11. Kim, J.G., Yousef, A.E. and Chism, G.W. (1999) Use of ozone to inactivate microorganism on lettuce. J. Food Safety, 19, 17-33
 12. Lee, S.K. (1996) Postharvest physiology of horticultural crops(Korean). Sungkunsu, Suwon.
 13. Kim, I.D. (2000) The effect of ozone treatment on growth and quality of soybean sprouts. Ph D. thesis, Daegu Catholic Univ.
 14. Cho, J.W., Kim, I.S., Choi, C.D., Kim, I.D. and Jang, S.M. (2003) Effect of ozone treatment on the quality of peach after postharvest. K. J. Food Preservation., 10, 454-458
 15. Park, M.J., Kim, S.D., Kim, M.K. and Kim, I.D. (1997) Microbial contamination of materials, washing of chinese cabbage by ozone treatment and fermentation of *kimchi*. J. Food Sci. and Technol., 9, 25-32

(접수 2005년 3월 11일, 채택 2005년 5월 20일)