

1-Methylcyclopropene(1-MCP) 처리가 오이의 신선도 유지에 미치는 영향

양용준^{1*}

Effect of 1-Methylcyclopropene(1-MCP) on the Postharvest Life and Fruit Quality of Cucumber

Yong-Joon Yang^{1*}

요 약 1-MCP(1-methylcyclopropene) 처리에 의한 오이 'Baekdadaki'의 수확 후 품질에 관한 연구를 수행하였다. 1-MCP의 농도별 250ppb, 500ppb, 1,000ppb 처리 후 상온과 저온(10℃)으로 나누어 저장하면서 생리적 특성변화 및 호흡율, 에틸렌 발생율을 조사하였다. 물리화학적 특성변화로 생체중과 경도는 상온, 저온 모두 저장 중 감소하였고 1-MCP 처리중에는 저온의 500ppb 에서 가장 적은 감소율을 보였다. 노화의 지표인 과피 b값은 상온과 저온 모두 1-MCP 250, 1,000ppb에서 가장 높은 증가율을 보였고 저온저장 15일째에 황화와 함께 과실 무름 현상이 나타났다. 오이의 저온저장 15일 동안 1-MCP 500ppb 처리에서 가장 낮은 부패율을 나타내어 상품성을 상대적으로 높게 유지하였다. 호흡율은 1-MCP 250ppb 처리에서 높은 증가율을 보였고, 에틸렌 발생량은 상온 저장된 1,000ppb 에서 저장 6일 동안 가장 높은 증가율을 보였다. 오이 'Baekdadaki' 품종의 수확 후 품질은 1-MCP 500ppb 농도에서 가장 좋은 품질을 유지하였고 여러 농도의 1-MCP 처리에서 에틸렌 생성이 억제되지는 않았다.

Abstract Effects of 1-MCP(1-methylcyclopropene) on the postharvest life and fruit quality of cucumber 'Baekdadaki' were investigated. Cucumber were held at room and cold chamber(10℃) treated with several concentrations of 1-MCP. Physico-chemical characteristics such as fresh weight and firmness were greatly varied during storage, and the treatment with 1-MCP(500ppb) showed the minimal loss of the values at harvest. The peel b value representing a senescence process was higher investigated in 1-MCP(250 and 1,000ppb treatment, and led to the apparent yellowing and softening after cold storage for 15 days. 1-MCP(500ppb) showed lower decay rate and better marketability of cucumber than other treatments after cold storage for 15 days. The respiration rate was higher found in cucumber treated with 1-MCP(250ppb) than in other treatment. Ethylene evolution was most detected in cucumber treated with 1-MCP(1000ppb) after room storage for 6 days. 1-MCP did not affect the production of ethylene in cucumber during room and cold storage.

Key Words : cucumber, firmness, ethylene, storage, respiration, decay

1. 서론

오이는 국내에서 재배되는 과채류 중 재배면적과 생산량으로 볼 때 가장 중요한 채소 중 하나로서, 그 소비가 꾸준히 증가하고 있다.

오이는 수분 후 20일 이후에 climacteric peak를 보이는 climacteric 과실이지만 일반적으로 착과 후 9일에서 15일

이내에 미숙과를 수확하므로 유통 중에는 climacteric peak를 볼 수 없는 작물이며(Abeles 등, 1992) 저장기간이 짧아 저장 관련 실험은 많이 수행되지 않았다.

오이를 대상으로 한 저장관련 연구는 저장전 갈습이나 열처리를 통한 저장성 향상(Chan과 Linse, 1989)이나, CA저장 관련 연구(Pantastico 등, 1975; Stoll, 1973)등은 있으나 1-methylcyclopropene(1-MCP)처리 저장에 관한 연

본 논문은 2007년 상명대학교 연구비로 수행되었음.

¹상명대학교 식물산업공학과

*교신저자 : 양용준(yjyang@smu.ac.kr)

접수일 08년 07월 17일

수정일 (1차 08년 10월 29일, 2차 08년 12월 10일)

재제확정일 08년 12월 16일

구는 거의 없다.

1-methylcyclopropene(1-MCP)은 diazocyclopentadiene(DACP)의 광분해산물 중 하나로서(Sisler와 Blankenship, 1993), 에틸렌 결합부위(binding site)에 대해 비가역적으로 결합하는 것으로 알려져 있으며(Serek 등, 1994), 수확 후 저장과 유통 시 저장 기간과 수명 연장의 목적으로 다양한 작물에서 널리 쓰이고 있다(Dong 등, 2002; Fan 등, 2002; Liguori 등, 2004). 에틸렌은 원예작물의 수명과 품질을 단축시켜 경제적인 손실을 발생시키는데, 1-MCP는 climacteric 작물에서 에틸렌에 의해 유기되는 후숙을 억제하는 것으로 알려져 있고 작물을 CA저장을 할 경우 특히 신선도유지에 효과적인 것으로 보고되어 있다(Watkins 등, 2000). 전형적인 climacteric 과일인 바나나에 1-MCP를 pre-climacteric 상태에 미량으로 처리했을 때 후숙 지연, 호흡률 저하, 에틸렌 발생 억제, 그리고 과피의 클로로필 생성 억제 현상이 나타났다고 보고되었으며(Roh 등, 2000), 100ppb 1-MCP 처리로 아보카도의 저장 기간이 40% 연장되었다고 하였다(Hofman 등, 2001). 1-MCP 처리 시 온도 조건에 따른 효과의 차이에 대한 연구도 있었다. 백합에서 500ppb 1-MCP를 25℃에서 18시간 동안 전처리를 하면 에틸렌에 대한 반응은 완벽하게 차단시킬 수 있었으나 위조, 꽃떨이, 그리고 만개현상 등의 일반적인 노화현상은 억제시킬 수 없었다고 하였다(Celikel 등, 2002). Serek 등(1995)은 절화에서 20℃에서 1000ppb농도의 1-MCP처리가 절화 수명 연장에 매우 유효하였고, 2℃에서는 전혀 효과가 없다고 하였으며, 미량의 1-MCP농도로 처리 시간이 길어지면 고농도 만큼 효과적이었다고 하였다. 또한 쓰가루 사과에 대한 1-MCP의 처리는 수확 후 과실의 품질 저하를 크게 억제하는 것으로 보고된 바 있다(Choi, 2005). 머스크 멜론에서 1-MCP의 효과를 알아 본 실험에서 과실의 에틸렌 발생 억제 및 숙성 지연에 탁월한 효과를 나타내는 것으로 보고된 바 있다(Kim, 2006).

따라서 본 실험에서는 기존의 연구를 바탕으로 1-MCP 처리를 통해 온도 조건에 따른 차이와 농도별 처리가 오이의 저장성과 품질에 미치는 영향을 알아보고자 수행되었다.

2. 실험방법

2.1 실험재료

본 실험에 쓰인 공시재료는 ‘백다다기’(홍농종묘(주))로 천안시 병천면 지역의 개인 농가에서 2007년 6월 7일 수확하여 실험처리를 수행하였다.

2.2 약제 처리 및 저장

본 실험에서는 0.2m³ 아르킬용기에 오이를 넣고 1-MCP를 250ppb, 500ppb, 1,000ppb의 양에 40℃ 증류수를 1:16의 비율로 혼합하여 상온에서 4시간 처리하였다(Serek 등, 1995). 대조구는 1-MCP 처리 없이 동일한 시간 동안 밀폐하였고, 처리구는 각각의 아르킬상자 내에 팬을 설치하여 공기순환을 유도하였다. 1-MCP 처리 후 처리별로 각 개체를 분리, 6.5ℓ 플라스틱 밀폐용기에 담아 상온(25℃)에서 6일간 처리하였으며, 저온(10℃)으로 상대습도(90-95%)에서 15일 동안 저장(각 처리별로 20개)하여 품질을 2일 간격으로 3반복 조사하였다.

2.3 분석방법

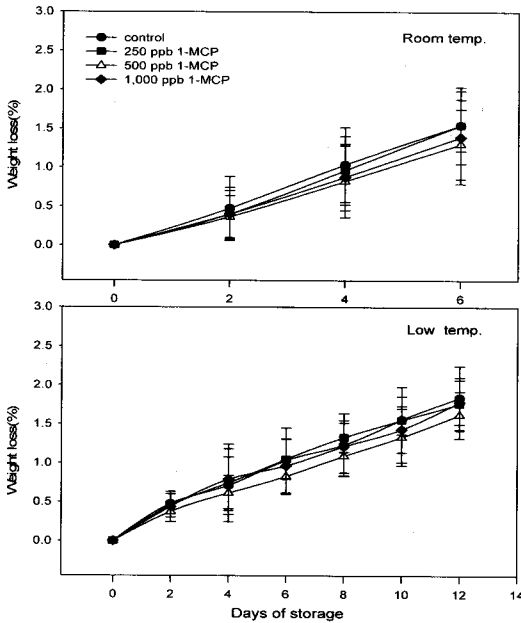
저장기간에 따른 감모율의 변화를 저장 전 과실의 중량을 기준으로 저장 후 감소된 무게를 백분율(%)로 환산하여 표시하였다. 경도는 과실경도계(Atago, Japan)를 8mm인 관통침(plunger)을 사용하여 과피를 제거한 후 과실의 중앙 부위를 과육을 관통할 때 측정되는 최대값을 표시하였다. 그리고 오이의 과피 색도 b값 측정은 표준광원 상태에서 Chromameter(CR-200, Minolta, Japan)을 사용하였다. CO₂와 C₂H₄ 발생량은 각 처리별로 3개체를 선별하여 4ℓ 부피의 아르킬 용기에 옮겨 상온에서 24시간 동안 밀폐한 후, 가스시료를 3ml 씩 취하여 TCD(Shimadzu Model 8APF)와 FID(Shimadzu Model 17A)를 이용하여 CO₂와 C₂H₄를 각각 분석하였다. 부패율은 총 개체 중 눈으로 확인 가능한 곰팡이 발생 개체가 차지하는 비율(%)로 표시하였다. 상품성 조사는 5명의 panelist에 의해 외관적 가치, 냄새, 질감으로 시장성 정도를 5등급(1=very poor, 2=poor, 3=moderate, 4=good, 5=very good)로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

생체중 감소는 저장 중 품질저하에 큰 영향을 미치고(Kays, 1991) 황화, 비타민C 함량 및 경도 감소 등 품질저하에 큰 영향을 미친다고 하였다(Lee, 1996).

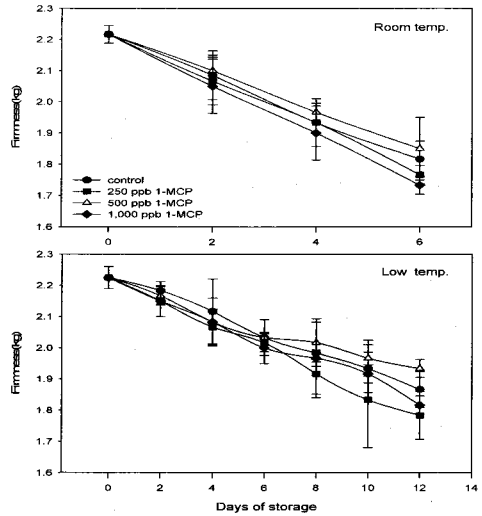
오이의 저장온도별 저장기간에 따른 감모율의 변화를 조사한 결과는 그림. 1에서 보는 바와 같이, 저장기간 중 상온에서의 생체중 감소는 저장 6일째 2.2% 감소되었고, 저온에서는 저장 12일째 1.8% 감소되었다. 상온과 저온 모두 무처리구와 1-MCP 처리 간 유의차는 없었으나 1-MCP 500ppb 처리에서 가장 적은 감소를 보였다. 일반적으로 오이의 생체중 감소 허용치는 7%로 하고 있고

(Kays, 1991) 상온저장에서의 생체중 감소는 10% 및 24% 이상 발생하였다는(Kwon 등, 1999) 보고가 있는데 본 실험에서는 상온(2.2%)과 저온(1.8%) 모두에서 적은 감소율을 보였다. 이는 밀폐용기에 담아 수분증발을 억제함으로써 저장성이 향상된 것으로 판단된다.



[그림 1] 1-MCP 처리에 따른 저장 중 오이 ‘백다다기’의 무게감량 변화.

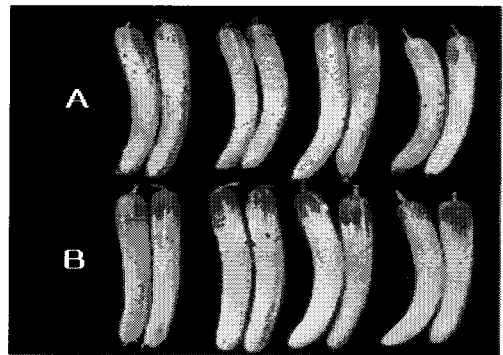
저장기간이 경과함에 따라 상온과 저온 모두에서 경도는 감소하였다(그림. 2). 상온저장의 경우 저장 6일 동안 급격한 감소현상을 보였는데 1-MCP 1,000ppb 처리에서 가장 많은 감소율을 보였다. 반면 저온저장된 오이는 저장기간이 경과함에 따라 1-MCP 250ppb 처리에서 저장 8일째 급격한 감소현상을 보였으며 상대적으로 1-MCP 500ppb 처리에서 가장 낮은 감소율을 보였다. Lee(1996)의 보고에 의하면 저장 중 나타나는 경도감소의 원인은 수분손실과 온도에 영향을 받고 0.5%의 수분손실은 polygalacturonase 등의 펙틴 가수분해 효소의 활성을 증가시키며, 세포벽 분해효소의 활성은 온도가 상승할수록 높아진다고 하였다. 오이 과실에 있어 노화를 의미하는 황화는 상품성에 지표가 되고(Kader, 1992), 이런 황화는 수분손실과 고온이 원인이며(Ryall과 Lipton, 1972) 또한 15.6℃이상의 온도에서는 황화가 촉진된다고 하였다(Salunkhe와 Desai, 1984).



[그림 2] 1-MCP 처리에 따른 저장 중 오이 ‘백다다기’의 경도 변화.

그림. 3 에서 보는 바와 같이 과피 변색정도를 살펴보면 상온저장 6일째에 모든 처리구에서 황화가 나타났다. 저온저장에서는 무처리구와 1-MCP 처리구 모두 녹색을 유지하였으며, 저장 12일째 1-MCP 250ppb와 1,000ppb 처리에서 황화와 함께 과실의 무름현상이 나타났다(그림. 4).

오이의 경우 노화의 지표를 나타내는 Hunter b값을 비교한 결과, 저장 6일째에 상온의 1-MCP 250ppb에서 39.54%가 황화현상을 보인 반면 무처리구에서 가장 낮은 수치를 보였고, 저온에서는 저장 초기 일정한 값을 유지한 후 저장기간이 경과함에 따라 1-MCP 250ppb와 1,000ppb 처리에서 높은 증가율을 보였다(그림. 5).



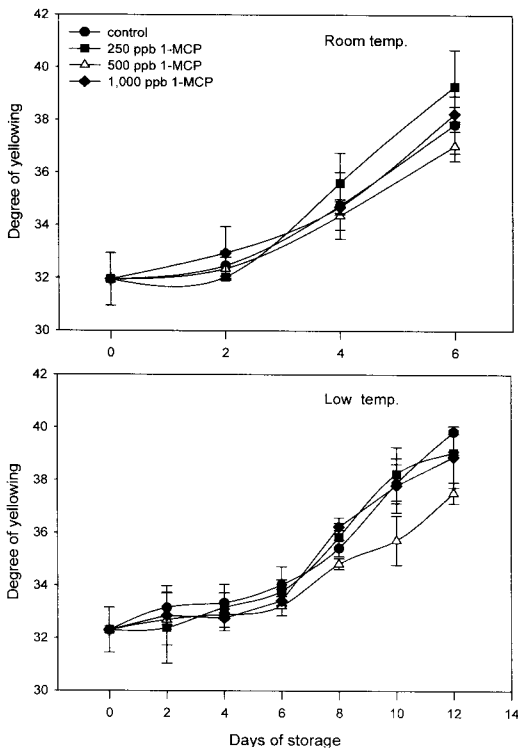
A: 상온, B: 저온(좌로부터 무처리, 1-MCP 250ppb, 500ppb, 1,000ppb)

[그림 3] 1-MCP 처리에 따른 저장 6일째 오이의 과피 색 변화.



(무처리, 1-MCP 250ppb, 500ppb, 1,000ppb)

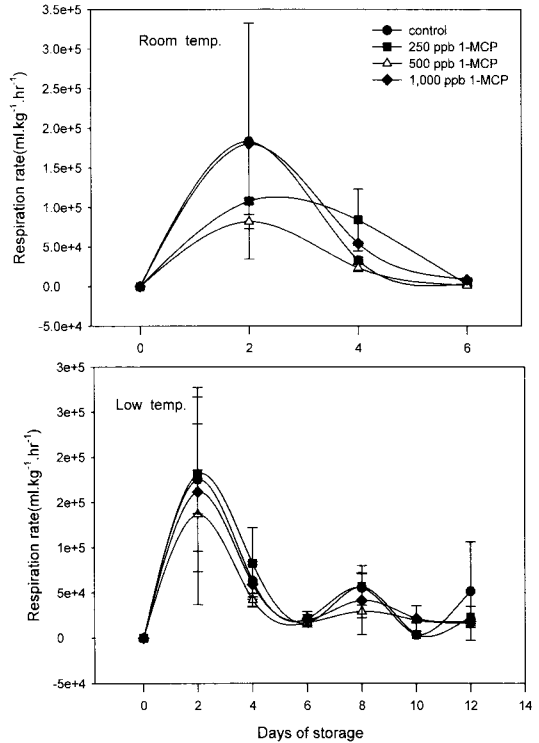
[그림 4] 1-MCP 처리에 따른 저온저장 12일째 오이의 과피색 변화.



[그림 5] 1-MCP 처리에 따른 저장 중 오이 '백다다기'의 색도 b 값 변화.

오이 'Baekdadaki' 에서의 CO₂량은 상온과 저온 모두 저장 2일째 크게 증가하였고, 상온의 경우 1-MCP 250ppb와 1,000ppb 에서 높은 증가율을 보였다(그림. 6). 저온은 무처리구와 1-MCP 처리 모두 저장기간이 경과 할수록 처리별 차이 없이 호흡이 진행되었으며, 1-MCP 250ppb 에서 증가율을 보였다. Tian 등(2000)은 딸기의 경우 조기 수확된 과실과 만기 수확된 과실에 1-MCP 처리를 했을 때 조기

수확된 과실에서 효과가 많은 것을 확인하였고, Dong 등 (2002)은 복숭아와 살구에서 1-MCP 처리에 의한 호흡 억제 효과가 적은 것으로 보고되었다.

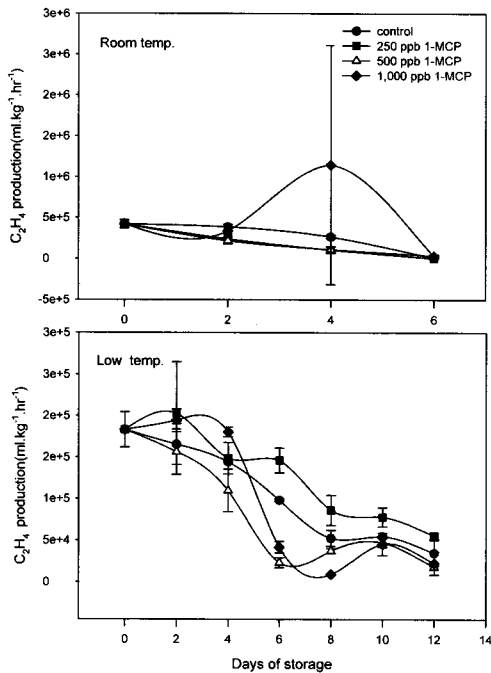


[그림 6] 1-MCP 처리에 따른 저장 중 오이 '백다다기'의 CO₂ 농도 변화.

식물체는 1-MCP에 아주 짧은 기간 동안 미량으로 노출되지만 하여도 내생 에틸렌 또는 외부에서 에틸렌 생합성 반응을 차단시킨다고 보고된 바 있다(Sisler와 Serek, 1997; 1999).

저장 중 1-MCP 처리구와 무처리구의 에틸렌 발생량을 조사한 결과, 상온과 저온 모두 1-MCP 처리에 의해 에틸렌 발생은 억제되지 않았으며 처리 간 유의차도 없었다. 상온저장 6일 동안에 1-MCP 1,000ppb 처리에서 에틸렌 발생량이 높은 증가율을 보였고 무처리구와 다른 처리구에서 유의차는 없었다. 저온저장의 경우 무처리구와 처리구 모두에서 처리별 차이는 없었으며 에틸렌 발생량은 점차적으로 감소하였다(그림. 7).

오이의 부패율과 상품성은 상온저장의 경우 1-MCP 500ppb 처리구에서 부패율이 낮게 나타났고, 저장 6일째에 1-MCP 250ppb와 1,000ppb 에서 75%이상의 높은 부패율을 보여 상품성을 상실하였다(표 1).



[그림 7] 1-MCP 처리에 따른 저장 중 오이 '백다다기'의 C₂H₄ 농도 변화.

저온저장은 저장 12일 동안 1-MCP 250ppb 에서 17%의 부패율을 보였고 500ppb 에서 낮은 부패율을 보여 높은 상품성을 유지하였다.

1-MCP 농도별 처리 결과를 살펴본 결과, 상온과 저온 모두 500ppb처리에서 가장 낮은 부패율을 보였고 외관

으로 보았을 때 전체적인 품질이 가장 우수하였으며, 250ppb처리는 무처리구 및 다른 농도 처리구와 비교해 부패과 발생이 많았거나 외관이 좋지 않아 낮은 상품성을 나타내었다(표 2).

1-MCP 처리에 따른 과실 호흡의 억제제는 여러 과실에서 공통적으로 나타나는 현상으로(Blankenship과 Dole, 2002), 에틸렌 생성의 억제 또는 촉진에 대해서는 과실의 종류와 수확시기 및 농도에 따라 상반된 결과가 보고되어 있기도 하다(Clara 등, 2003; Mathooko 등, 2001).

본 실험에서 오이 'Baekdadagi' 품종은 500ppb 농도에서 1-MCP의 에틸렌 생성 억제로 오이의 노화와 과피의 클로로필 생성 억제로 인하여 적절한 품질을 유지하였으며, 처리별로 약간의 차이는 보였지만 다양한 농도의 1-MCP에 적어도 에틸렌 생성이 억제되지는 않은 것으로 판단되었다.

4. 결론

1-MCP(1-methylcyclopropene) 처리에 의한 오이 'Baekdadagi' 의 수확 후 품질에 관한 연구를 수행하였다. 1-MCP의 농도별 처리에 따른 오이의 신선도 연장 효과를 검증하기 위해 1-MCP를 20℃에서 250ppb, 500ppb, 1,000ppb의 농도로 4시간 동안 처리하였다. 처리 후 상온과 저온(10℃)으로 나누어 저장하면서 호흡율, 에틸렌 발생 및 생리적 특성변화를 조사하였다. 생리적 특성변화로 감도율과 경도의 감소는 상온, 저온 모두 저장 중 감

[표 1] 1-MCP처리에 따른 상온저장 6일째 오이 '백다다기'의 상품성 변화.

Temperature	Room temp.	
	decay(%)	marketability ^z
control	55.0	2.0
250 ppb	75.0	1.0
500 ppb	45.0	2.0
1000 ppb	80.0	1.0

^zFruit marketability was evaluated: 5, very good: 4, good: 3, moderate: 2, poor: 1, very poor.

[표 2] 1-MCP처리에 따른 저온저장 12일째 오이 '백다다기'의 상품성 변화.

Temperature	Cold temp.	
	decay(%)	marketability ^z
control	7.0	3.5
250 ppb	17.0	1.0
500 ppb	5.0	4.0
1000 ppb	12.0	2.0

^zSame as shown in Table 1

소하였고 저온의 1-MCP 500ppb 에서 가장 적은 감소를 보였다. 오이에서 노화의 지표인 과피 b값은 상온과 저온 모두 1-MCP 250, 1,000ppb에서 가장 높은 증가율을 보였고 저온저장 15일째에 황화와 함께 과실 무름 현상이 나타났다. 오이 'Baekdadaki'의 호흡율은 상온과 저온 모두 저장초기에 크게 증가하였고 저장기간이 경과 할수록 처리별 차이 없이 호흡이 진행되었으며 1-MCP 1,000ppb 처리에서 높은 증가율을 보였다. 에틸렌 발생량은 상온 저장된 250ppb에서 저장 6일 동안 가장 높은 증가율을 보였고 상온과 저온 모두 에틸렌 발생량은 점차적으로 감소하였다. 상온과 저온 저장된 오이의 부패율과 상품성을 조사한 결과, 상온저장 7일째 모든 처리구에서 높은 부패율을 보였고 저온저장 15일 동안 무처리구와 1-MCP 500ppb처리가 비슷한 수준을 나타내며 높은 상품성을 유지하였다.

참고문헌

- [1] Abeles, F.B., P.W. Morgan, and M.S. Saltveit, Jr. 1992. Ethylene in plant biology. Academic Press, Inc. pp. 211-213.
- [2] Blankenship, S.M. and J.M. Dole. 2002. 1-Methylcyclopropene: A review. Postharvest Biol. Technol. 28:1-25.
- [3] Celikel, G.F., L.L. Dodge, and S.M. Reid. 2002. Efficacy of 1-MCP(1-methylcyclopropene) and promalin for extending the post-harvest life of oriental lilies(*Lilium X 'Mona Lisa' and 'Stargazer'*). Scientia Horticulturae 93:149-155.
- [4] Clara, P., E. V. de B. Vilas-Boas, M. Benichou, and A.A. Kader. 2003. Variability in responses of partially ripe bananas to 1-methylcyclopropene. Postharvest Biol. Technol. 28:75-85.
- [5] Chan, Jr. H.T. and E. Linse. 1989. Conditioning cucumbers for quarantine heat treatments. Hort. Sci. 24:985-989.
- [6] Choi, S.J. 2005. Comparison of the change in quality and ethylene production between apple and peach fruits treated with 1-methylcyclopropene(MCP). Korean J. Food Preserv. 12:511-515.
- [7] Dong, L., S. Lurie, and H.W. Zhou. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. Postharvest Biol. Technol. 24:135-145.
- [8] Fan, X., L. Argenta, and J.P. Mattheis. 2002. Interactive effects of 1-MCP and temperature on 'Elberta' peach quality. Hort. Sci. 37:134-138.
- [9] Hofman, A., M. Jobin-Decor, C.F. Meiburg, A.J. Macnish, and D.C. Joyce. 2001. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. Aust. J. Exp. Agric. 41:567-572.
- [10] Jiang, Y., Joyce, D.C. and Terry, L.A.(2001) 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. Postharvest Biol.Technol., 23, 227-232.
- [11] Kader, A.A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. University of California. p. 196.
- [12] Kays, S.J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. AVI. New York. p. 337-339.
- [13] Kim, J.K., J.H. Cha, B.H. Hwang, E.J. Lee, and G.P. Lee. 2006. Effect of 1-methylcyclopropene treatment on quality and ethylene production of muskmelon(*cucumis melo L. cv. Reticulatus*) Fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci.24:452-458.
- [14] Kwon, H.R., K.W. Park, and H.M. Kang. 1999. Effect of postharvest heat treatment and calcium application on the storability of cucumber (*Cucumis sativus L.*). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:183-187.
- [15] Lee, S.K. 1996. Postharvest physiology of horticultural crops(Korean). Sungkunsu p.11, 187.
- [16] Liguori, G., A. Weksler, Y. Zutahi, S. Lurie, and Kosto. 2004. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of melting flesh peaches and nectarines. Postharvest Biol. Technol. 31:263-268.
- [17] Mathooko, F.M., Y. Tsunashima, W.Z.O. Owino, Y. Kubo, and A. Inaba. 2001. Regulation of genes encoding ethylene biosynthetic enzymes in peach (*prunus persica L.*) fruit by carbon dioxide and 1-methylcyclopropene. Postharvest Biol. Technol. 21:265-281.
- [18] Pantastico, Er. B., T.K. Chattopadhyay, and H. Subramanayam. 1975. Storage and commercial storage operations, in Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruit and Vegetables. Pantastico, Er. B. Ed., AVI Publishing, p. 325.
- [19] Roh, K.A., Y.L. Ha, K.C. Son, and H.Y. Park. 2000. 1-MCP affects ethylene biosynthesis produced in wound tissue of squash. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:565-568.
- [20] Ryall, A.L. and W.J. Lipton. 1972. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables, Vol. 1, Vegetables and Melons, AVI Publishing.

p.156-157, 426-427.

- [21] Salunkhe, D.K. and B.B. Desai. 1984. Postharvest biology of vegetables. CRC Press, Inc. Volume II.p. 67-68.
- [22] Serek, M., E.C Sisler, and M.S. Reid. 1994. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. J. Amer. soc. Hort. Sci. 119:1230-1233.
- [23] Serek, M., E.C Sisler, and M.S. Reid. 1995. Effect of 1-MCP on the vase life and ethylene response of cut flowers. Plant Growth Regul. 16:93-97.
- [24] Sisler, E.C. and S.M. Blankenship. 1993. Diazocyclopen-tadiene, a light sensitive reagent for the ethylene receptor. Plant Growth Regul. 12:125-132.
- [25] Sisler, E.C. and M. Serek. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. Physiol. Plant. 100:577-582.
- [26] Sisler, E.C. and M. Serek. 1999. Compounds controlling the ethylene receptor. Bot. Bull. Acad. Sin. 40:1-7.
- [27] Stoll, k. 1973. Storage of vegetables in controlled atmosphere(CA), Internatl. Soc. Hort. Sci. Summaries of symposium of vegetable storage, Freising-Weiheinstephen, Sept. 3-7.
- [28] Tian, M.S., S. Prakash, H.J. Elgar, H. Young, D.M. Burmeister, and G.S. Ross. 2000. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene(1-MCP) and ethylene. Plant Growth Regul. 32:83-90.
- [29] Watkins, C.B., J.F. Nock, and B.D. Whitaker. 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene under air and controlled atmosphere conditions. Postharvest Biol. Technol. 19:17-32.
- [30] Watkins, C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Biotechnology Advances 24:389-409.

양 용 준(Yong-Joon Yang)

[정회원]



- 1980년 2월 : 고려대학교 원예학 (농학사)
- 1982년 2월 : 서울대학교 식물생리학(농학석사)
- 1986년 11월 : 독일 Bonn 대학교 저장유통학(농학박사)
- 1988년 ~현재 : 상명대학교 식품산업공학과 교수

<관심분야>

식물 생리학, 저장유통학, 수확후 관리