

에틸렌 처리와 저장조건에 따른 ‘오텀센스’ 다래의 저장성 및 품질특성 변화

오성일 · 김철우 · 김만조*
국립산림과학원 특용자원연구과

Changes of Storability and Quality Characteristics of ‘Autumn Sense’ Hardy Kiwifruit According to Ethylene Treatment and Storage Condition

Sung-Il Oh, Chul Woo Kim and Mahn-Jo Kim*

Division of Special-purpose Trees, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

요약: 본 연구는 에틸렌 처리와 저장조건에 따른 ‘오텀센스’ 다래의 저장성과 품질 변화를 조사하기 위하여 수행하였다. 다래의 저장 중 품질변화를 관찰한 결과, 48시간과 96시간동안 에틸렌을 처리한 모든 처리구에서 경도는 저장기간이 경과함에 따라 급격히 감소하였으나, 당도는 급격히 증가하였다. 산도는 모든 처리구에서 0.7~1.4%수준으로 나타났다. 저장기간 동안 다래의 중량감소율을 조사한 결과, 48시간동안 에틸렌을 처리하고 저장한 다래는 저장 24일 동안 20°C저장구에서 30.9%로 가장 높았으며, 2°C에 상대습도 90%저장구에서 5.9%로 가장 낮게 나타났다. 96시간동안 에틸렌을 처리하고 저장한 다래는 저장 22일 동안 20°C저장구에서 29.4%, 4°C저장구에서 20.7%, 2°C저장구에서 12.1% 그리고 2°C에 상대습도 90%저장구에서 6.0% 감소하였다. 저장기간 동안 다래의 식미는 모든 처리구에서 증가하다 감소하였다. 특히 20°C저장구는 저장 초기에 급격히 증가하다 감소하였고, 2°C에 상대습도 90%저장구는 저장 18일 후에 감소하였다. 부패율은 모든 처리구에서 저장기간 동안 증가하였으며, 20°C저장구는 저장 2일 후, 2°C에 상대습도 90%저장구는 16일부터 급격히 증가하였다. 따라서, 2°C에 상대습도 90%의 저장조건이 다래의 품질을 유지하는데 효과적일 것으로 판단되며, ‘오텀센스’ 다래의 적정 저장조건과 후숙시기를 판단할 수 있을 것이라 생각된다.

Abstract: This study was investigated the changes of storability and quality characteristics of ‘Autumn Sense’ hardy kiwifruit according to ethylene treatment and storage condition. In the results of investigation of changes in hardy kiwifruit quality during storage period, hardness of ethylene treated hardy kiwifruit during 48 and 96 hours was rapidly decreased, but soluble solid content was rapidly increased with the passing of storage period in all treatment groups. The total acid was estimated from 0.7 to 1.4% with storage period in all treatment groups. In the results of investigation of the weight loss rate, ethylene treated hardy kiwifruit during 48 hours was the highest 30.9% in storage at 20°C and lowest 5.9% in storage at 2°C with a relative air humidity of about 90% during storage at 24 days. Ethylene treated hardy kiwifruit during 96 hours was decrease 29.4% in storage at 20°C, 20.7% in storage at 4°C, 12.1% in storage at 2°C, and 6.0% in storage at 2°C with a relative air humidity of about 90% during storage at 22 days. The taste of hardy kiwifruit during storage was reduced to increase in all treatment groups. Particularly, storage at 20°C was rapidly reduced to increase in the early storage and storage at 2°C with a relative air humidity of about 90% was decrease after storage at 18 days. The rotten rate during storage was increased in all treatment groups, storage at 20°C was after storage at 2 days and storage at 2°C with a relative air humidity of about 90% was rapidly increased after storage at 16 days. Thus, it can be recommended that storage at 2°C with a relative air humidity of about 90% is good to maintain quality. Also, we will decide optimal storage condition and after-ripening time of ‘Autumn Sense’ hardy kiwifruit.

Key words: Actinidia arguta, ethylene, after-ripening, low temperature storage, quality

*Corresponding author
E-mail: ottr@forest.go.kr

서 론

다래[*Actinidia arguta*(Siebold & Zucc.) Planchon ex Miq.]는 다래나무과(Actinidiaceae)에 속하는 다래낙엽활엽 덩굴식물로서 동아시아와 시베리아 지역에 널리 분포되어 있으며(Ferguson and Huang, 2007), 북아메리카, 뉴질랜드, 유럽 그리고 일본 등지에서 상업적으로 재배되고 있다(Williams et al., 2003). 다래의 주요 성분은 수분 86%, 100 g당 단백질 0.7 g, 지질 1.9 g, 당질 10 g, 칼슘 23 mg, 칼륨 171 mg 등으로 구성되어 있으며(Okamoto and Goto, 2005), 비타민C의 함량이 레몬과 사과보다 많고(Nishiyama, 2007; Nishiyama et al., 2004) 클로로필, 루틴 및 카로티노이드 함량이 참다래(*Actinidia deliciosa*)보다 많다고 알려져 있다(Nishiyama et al., 2005). 또한 다래는 참다래보다 크기가 작고 털이 없으며 껍질째 식용 가능한 과실이며, 과육의 색상이 화려하고 향미, 단맛, 신맛의 조화가 잘 이루어져 있는 우수한 유실수 중 하나이다.

과실의 성숙(ripening)과정에서 호흡속도의 변화는 크게 두 가지 양상으로 구분할 수 있다. 성숙하는 과정에서 호흡량과 에틸렌 발생이 급등하는 climacteric형과 급등하지 않는 non-climacteric형으로 구분된다(Hansen and Hartman, 1937; Smock, 1948). Climacteric형 과실로는 사과, 복숭아, 멜론, 토마토, 바나나, 참다래 등이 있고, non-climacteric형 과실로는 감귤류, 포도, 딸기 등이 있다. 일반적으로 climacteric형 과실에서 호흡율이 높을 때 과실은 더 빨리 성숙되는 경향을 보이고 non-climacteric형 과실에서도 호흡율이 높으면 유통기간(shelf life)이 짧아진다. 즉 에틸렌 발생이 증가하게 되면서 과실은 호흡의 일시적 급등, 착색의 증진, 향기성분의 생성, 당도의 증가, 과육의 연화 등 노화에 수반되는 여러 가지 생리적 현상이 진행된다(Bapat et al., 2010; Fan et al., 1999; Watkins et al., 2000). 대부분 원예작물의 경우 저장, 유통 중의 수확 후 스트레스나 자연적인 노화 과정 중 발생하는 에틸렌으로 인해 과실의 수명이 단축되고 품질이 저하되어 경제적 손실을 초래한다. 하지만 최근 핵가족화와 1인가구의 증가로 과실의 포장에 1~3kg의 소포장으로 유통되며, 신선하면서도 간편히 먹을 수 있는 과실의 소비량이 증가하고 있다. 이러한 이유로 바나나, 토마토, 참다래 등과 같은 climacteric형 과실은 가정에서 후숙과정을 거쳐 먹기보다는 재배농가에서 수확 후 에틸렌을 처리하여 가정에서 바로 먹을 수 있게 포장하여 소비자에게 판매하는 경우가 늘어나고 있다. 적절한 에틸렌 처리는 과실에서 후숙과 속기를 균일(Kader, 1992)하게하여 최근 상업적으로 이용되고 있는 추세이다.

다래는 참다래와 같은 climacteric형 과실로 에틸렌에 민감하게 반응한다. 하지만 다래에 관한 연구는 기능성이나

가공품에 대한 연구가 진행되었을 뿐 재배생리나 생과용으로 판매하기 위한 저장이나 유통에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 국립산림과학원에서 육성한 조생성이며 대립·고당도 다래 '오텀센스' 품종을 수확한 후 에틸렌 처리 및 저장조건을 달리하여 과실의 품질 변화 및 저장성을 조사하고, 다래의 수확 후 저장 및 유통기한을 증진시키기 위한 기초자료로 사용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 다래는 국립산림과학원 시험림 내 다래 재배지(경기도 화성시 매송면 어천리)에서 T형 덕에 식재된 수세가 비슷한 9년생 '오텀센스' 품종을 5주 선정하였다. 수확은 2013년 9월 9일에 하였으며, 수확 후 과실 표면에 상처가 없고 과실의 크기(20 g ± 1 g) 및 단단함이 균일한 다래를 분류하여 플라스틱 용기 내에서 다래 5 kg 당 에틸렌 발생제(후레쉬라이프, Top Fresh Co., Korea)를 2.5 g 넣고 20°C에서 48시간과 96시간 각각 처리하였다. 저장은 PET 재질로 만들어진 용기에 다래를 10과씩 담아 상대습도 45%의 20°C, 4°C, 2°C로 설정된 저장고 그리고 상대습도 90%의 2°C로 설정된 고습도 저장고에 각각 보관하였다. 과실의 품질 변화는 다래 과실 10과를 1반복구로 하여 3반복씩 2일 간격으로 24일 동안 관찰하였다.

2. 과실 품질 및 특성조사

다래의 중량감소율은 초기중량과 각 처리구별 저장이 종료된 시점에서 측정된 시료의 중량 차이를 초기중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

다래의 경도는 물성측정기(CR-3000EX-S, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 측정하였고, 당도는 과실을 1과씩 분쇄하여 착즙한 후 거름종이로 걸러 디지털당도계(RA-510, Kyoto Electronics MFG Co., Japan)를 이용하여 측정하였으며, 과실 1과를 1반복으로 20반복하여 저장기간 동안 관찰하였다. 다래 과실의 산도는 5과씩 분쇄하여 착즙한 후 whatman NO.2 여과지에 여과한 과즙을 5 mL 채취하여 증류수 20 mL를 섞은 후, 1% Phenolphthalein을 지시약으로 0.1N NaOH로 적정하여 변색점을 종말점으로 하여 citric acid 상당량으로 환산하여 3반복으로 조사하였다. 저장기간 동안 다래의 부패율은 저장시료를 육안으로 관찰하여 부패된 과실의 개수를 전체 개수에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

관능적 품질평가는 5명의 훈련된 평가원에 의해 시료의 식미를 평가하였다. 다래의 식미는 2일 간격으로 개봉 즉시 20반복으로 측정하였으며, Meilgaard et al.(1991)의 방법을 응용하여 식감과 맛(단맛과 신맛)을 종합하여 5점 척

도법(5 = 매우 맛있음; 4 = 맛있음; 3 = 맛있지도 맛없지도 않음; 2 = 맛없음; 1 = 매우 맛없음)으로 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 저장 중 품질 변화

다래의 경도 변화는 에틸렌 처리와 저장조건에 따라 차이가 나타났다. 48시간동안 에틸렌을 처리한 다래의 초기 경도는 7.1 N이었으며, 저장기간이 경과할수록 급격히 감소하여 저장 6일 후 20°C저장구는 1.2 N으로 감소하였고 다른 처리구들은 3.8~4.2 N으로 감소하였다. 96시간동안 에틸렌 처리한 다래는 초기 경도가 5.3 N으로 나타났다. 저장 4일 후 20°C저장구는 1.4 N으로 급격히 감소하였고 2°C에 상대습도 90%저장구에서는 3.2 N으로 다른 처리구보다 경도가 높았다(Figure 1). 경도는 과실의 변형에 대한 저항력의 크기로 과실에 대한 기본적인 품질 특성이다. 과실의 성숙시기와 저장기간 동안 경도의 감소는 polygalacturonase(PG) 활성의 결과로 알려져 있으며, PG

활성은 저장조건과 품종의 유전적 특징에 따라 달라진다(Villarreal et al., 2008; Tavarini et al., 2009). 또한 참다래의 경우 과실의 연화 속도는 에틸렌농도의 영향을 많이 받는다고 하였다(Park, 1996). 따라서 ‘오팀센스’ 다래도 수확 후 에틸렌 처리 기간이 길수록 에틸렌 농도가 증가하여 경도가 급격히 감소하였으며, 저장기간 중 온도가 높을수록 에틸렌발생 증가가 PG와 같은 세포벽분해효소의 활성을 촉진시켰기 때문에 경도가 감소하였다고 판단된다.

당도는 과실의 맛과 품질 그리고 소비자 기호도를 결정하는 중요한 요인 중 하나이다(Krupa et al., 2011). 에틸렌 처리와 저장조건에 따른 다래의 당도 변화는 Figure 2와 같다. 48시간동안 에틸렌 처리한 다래의 당도는 13.1 °Brix로 나타났으며, 모든 처리구에서 저장기간 동안 증가하였다. 20°C저장구는 저장 4일 후 당도가 17.4 °Brix로 급격히 증가하였으며, 4°C저장구는 저장 10일 후, 2°C저장구는 저장 12일 후, 그리고 2°C에 상대습도 90%저장구는 16일 후에 16.0 °Brix이상으로 증가하였다. 96시간동안 에틸렌 처리한 다래의 당도는 48시간동안 에틸렌 처리한 다래

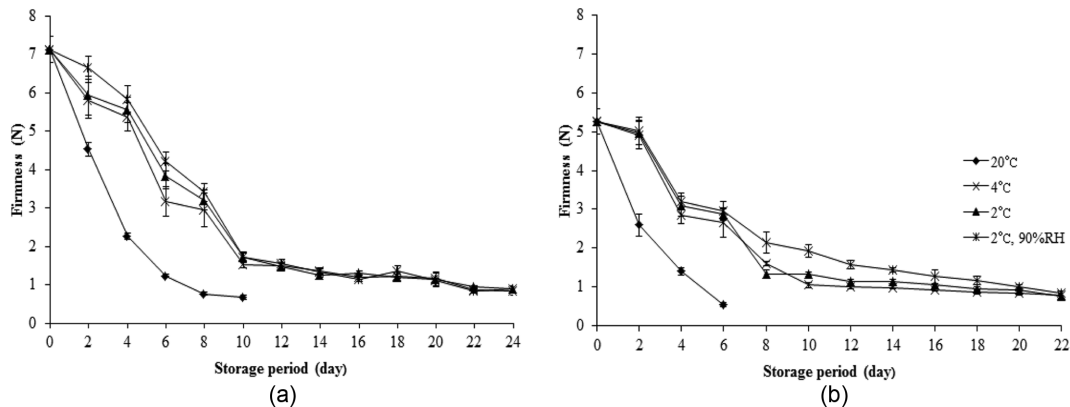


Figure 1. Changes in firmness of ‘Autumn sense’ hardy kiwifruit according to ethylene treatment and storage condition. (a) storage after ethylene treatment during 48 hours, (b) storage after ethylene treatment during 96 hours. Bars represent the standard error of means from 20 replications.

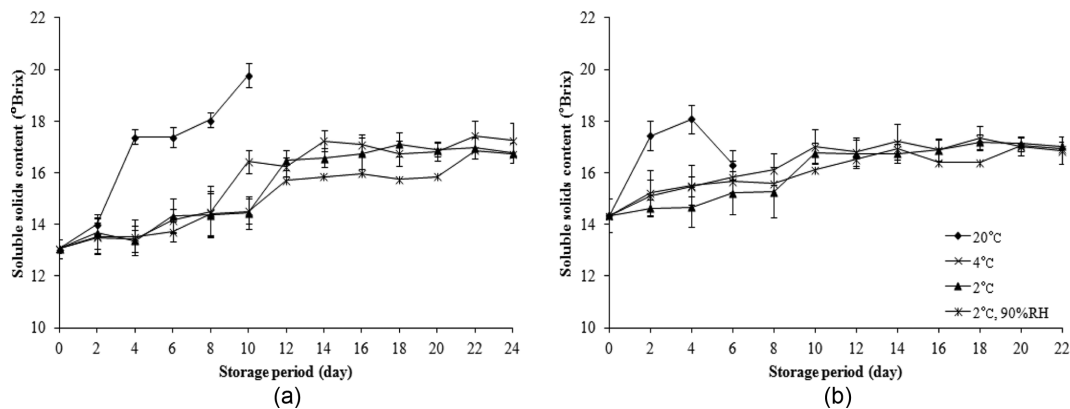


Figure 2. Changes in soluble solids content of ‘Autumn sense’ hardy kiwifruit according to ethylene treatment and storage condition. (a) storage after ethylene treatment during 48 hours, (b) storage after ethylene treatment during 96 hours. Bars represent the standard error of means from 20 replications.

와 유사한 경향을 나타냈다. 20°C저장구는 저장 2일 후 당도가 17.4 °Brix로 급격히 증가하였으며, 4°C저장구는 저장 8일 후, 2°C 및 20°C에 상대습도 90%저장구는 저장 10일 후 16.0 °Brix이상으로 증가하여 48시간 동안 에틸렌 처리한 다래보다 후숙과정이 빨리 진행되었다. 참다래와 다래에서 수확직후 당도가 7.0~8.0 °Brix 수준에서 저장기간이 경과함에 따라 빠르게 증가하였다는 보고(Chong et al., 2000; Fisk et al., 2006)와 유사한 결과를 나타내었다. MacRae et al.(1992)는 glycolytic 효소의 활성이 과육 내 전분을 당으로 전환하여 과실 내 당함량이 증가하며, glycolytic 효소의 활성은 저장온도에 상관없이 성숙기간 동안 증가한다고 하였다(Langenkämper et al., 1998). 본 연구의 결과에서는 저장온도가 높을수록 당도가 급격히 증가하였다. 이는 에틸렌 처리가 다래 과실의 성숙을 촉진시켰으며, 또한 저장온도가 높을수록 호흡속도가 빨라지기 때문에 에틸렌 발생량이 증가하여 다래 과실의 당도를 증가시켰다고 생각된다.

과실의 신맛을 나타내는 산함량은 당도와 마찬가지로 과실의 품질을 결정하는 중요한 요소이다. 산도의 변화는

48시간과 96시간동안 에틸렌을 처리하고 저장조건을 달리하여 저장한 모든 처리구에서 0.7~1.4%수준으로 나타났다(Figure 3). 이는 Marsh et al.(2004)의 연구에서 숙성한 참다래 과실의 산도는 0.8~2.5%수준이라고 보고와 유사하였다. 또한 다래는 저장기간이 경과함에 따라 과실의 산함량이 감소한다고 하였지만(Fisk et al., 2006), 본 연구에서는 48시간 동안 에틸렌 처리한 다래에서 저장 후 약 0.8%정도의 산함량을 유지하다가 20°C저장구에서 저장 6일 후 산함량이 급격히 증가하였고 다른 처리구들은 저장 16일 후 증가하는 경향을 보였다. 96시간 동안 에틸렌 처리한 다래도 저장기간 중 산함량이 증가하는 시기만 빠를 뿐 48시간 동안 에틸렌 처리한 다래와 유사한 결과를 나타냈다. 이는 저장조건에 따라 다래 과실이 과숙되어 과실 내 당이 혐기적 상태에서 알콜로 변환되고 다시 알콜이 호기적 상태에서 초산으로 변하여(Kang et al., 2011) 저장기간이 경과함에 따라 산함량이 증가하였다고 추정된다.

2. 상품성 변화

에틸렌 처리와 저장조건에 따른 ‘오펜센스’ 다래의 중

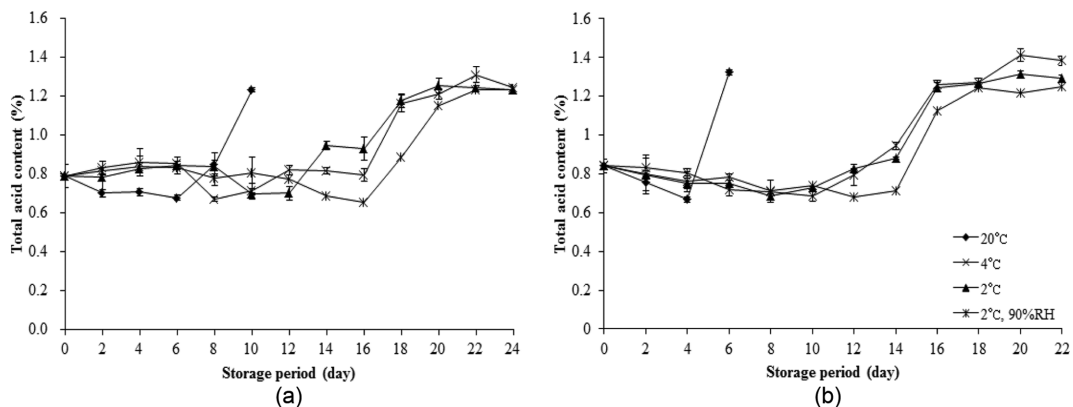


Figure 3. Changes in total acid content of ‘Autumn sense’ hardy kiwifruit according to ethylene treatment and storage condition. (a) storage after ethylene treatment during 48 hours, (b) storage after ethylene treatment during 96 hours. Bars represent the standard error of means from 3 replications.

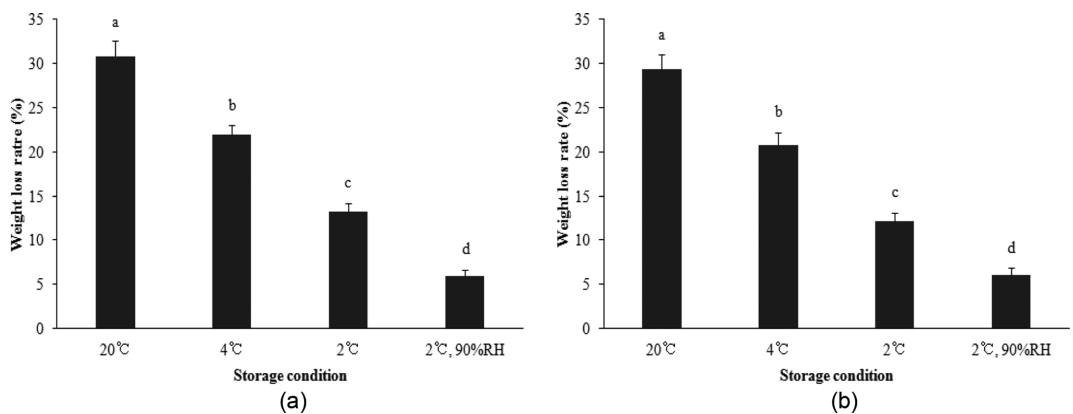


Figure 4. Weight loss rate after storage at 24 (a) and 22 (b) days of ‘Autumn sense’ hardy kiwifruit according to ethylene treatment and storage condition. (a) storage after ethylene treatment during 48 hours, (b) storage after ethylene treatment during 96 hours. Bars represent the standard error of means from 30 replications.

량감소율을 조사한 결과(Figure 4), 48시간동안 에틸렌을 처리하고 저장한 다래는 저장 24일 동안 20°C저장구에서 30.9%로 가장 감소율이 높았으며, 2°C에 상대습도 90%저장구에서 5.9%로 가장 낮았다. 96시간동안 에틸렌을 처리하고 저장한 다래는 저장 22일 동안 20°C저장구에서 29.4%로 높은 중량감소율을 보였으며, 2°C에 상대습도 90%저장구에서 6.0%로 낮게 나타났다. 과실은 실온에서 보관하면 많은 수분이 빠져나가 건조가 쉽게 되고 부패가 일어나고(Oh and Kim, 2014), 과실의 수분 증발 속도는 과실의 상태, 습도, 공기유동, 주위환경에 따라 달라지기 (Shin et al., 2009) 때문에 본 실험에서도 온도가 낮고 상대습도가 높았던 2°C 상대습도 90%의 저장조건에서 다래 과실의 수분손실이 적어 중량감소가 다른 처리구보다 낮았기 때문에 과실의 품질 상태가 우수하였다고 판단된다.

에틸렌 처리와 저장조건에 따른 다래의 저장 중 식미의 변화를 관찰한 결과는 Figure 5와 같다. 48시간동안 에틸렌 처리 후 저장한 다래는 20°C저장구에서 저장초기부터 식미가 급격히 증가하였으며 저장 8일 후 급격히 감소하였고 4°C저장구는 저장 10일 후, 2°C저장구는 저장 12일

후, 2°C에 상대습도 90%저장구는 저장 20일 후 감소하였다. 96시간동안 에틸렌을 처리하고 저장한 다래는 20°C저장구에서 식미가 증가하다 저장 4일 후 급격히 감소하였으며, 다른 저장구들은 저장초기부터 식미가 증가하다 2°C 및 4°C저장구는 저장 14일 후, 2°C에 상대습도 90%저장구는 저장 18일 후 감소하는 것으로 나타났다. 다래 과실의 부패율은 48시간과 96시간동안 에틸렌을 처리하고 저장한 다래에서 모두 저장기간이 경과할수록 증가하였다 (Figure 6). 다래 과실의 저장 한계를 부패율 10%로 보았을 때 48시간과 96시간 동안 에틸렌 처리 후 저장한 다래는 20°C저장구에서 2일, 4°C저장구에서 14일과 12일, 2°C저장구에서 18일과 12일 그리고 2°C에 상대습도 90%저장구에서 20일과 16일 동안 저장이 가능할 것으로 판단되며, 2°C에 상대습도 90% 저장구가 저장기간이 가장 길었다. 사과와 같은 과실류에서 90~95%의 상대습도에서 저온저장 시 저장성이 증가한다고 하였으며(Tu et al., 2000), 다래에서도 저장 시 온도조건도 중요하지만 높은 상대습도 유지도 저장성 향상에 중요하다고 판단된다.

이상의 연구결과에서 ‘오펜센스’ 다래는 에틸렌과 저장

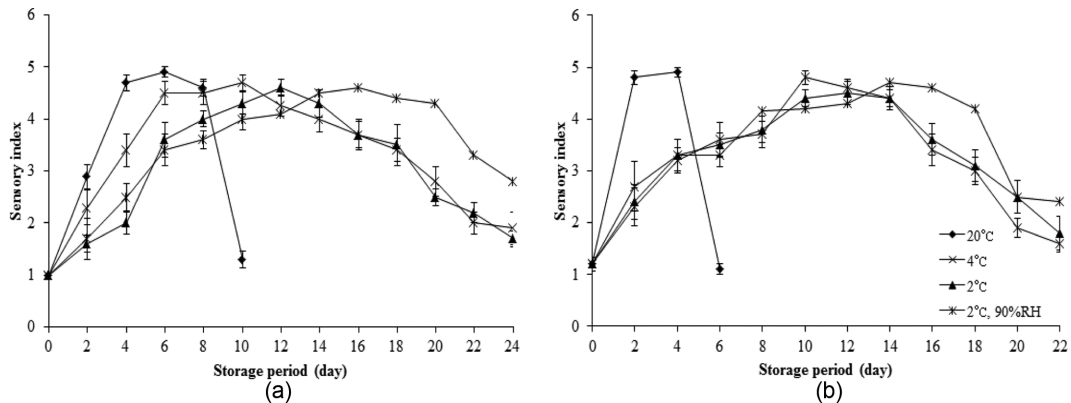


Figure 5. Changes in sensory of ‘Autumn sense’ hardy kiwifruit according to ethylene treatment and storage condition. (a) storage after ethylene treatment during 48 hours, (b) storage after ethylene treatment during 96 hours. Bars represent the standard error of means from 20 replications.

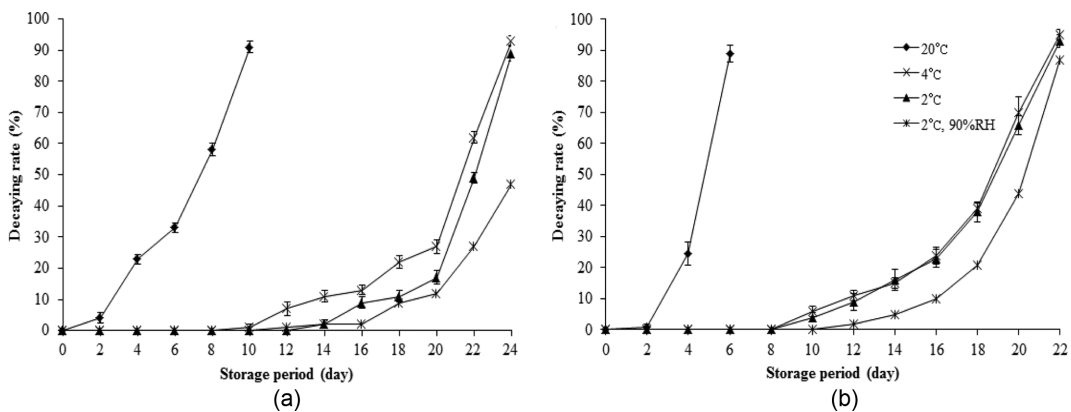


Figure 6. Changes in decaying rate of ‘Autumn sense’ hardy kiwifruit according to ethylene treatment and storage condition. (a) storage after ethylene treatment during 48 hours, (b) storage after ethylene treatment during 96 hours. Bars represent the standard error of means from 20 replications.

조건에 따라 품질 및 저장성의 변화가 민감하게 나타났다. 에틸렌 처리한 다래 과실은 저장온도가 낮을수록 그리고 높은 상대습도에서 저장성이 증가하였으며, 48시간 보다 96시간동안 에틸렌을 처리한 후 저장한 다래가 저장성이 감소하였다. 이는 에틸렌 처리가 과실의 내생 에틸렌과 호흡을 증가시켰으며, 온도가 높을수록 과실 내 호흡이 더욱 증가하여 성숙이 빨리 진행되었기 때문이라고 생각된다. 또한 당도, 산도, 식미 및 부패율 등을 종합적으로 고려하였을 때 48시간과 96시간동안 에틸렌을 처리한 다래는 각각 20°C저장구에서 저장 4일과 2일 후, 4°C저장구에서 저장 10일 후, 2°C저장구에서 저장 12일과 10일 후 그리고 2°C에 상대습도 90%저장구에서 저장 16일과 14일 후 상품성이 가장 우수하였다. 따라서 2°C에 상대습도 90%의 저장조건이 다래의 품질을 오랫동안 유지하는데 효과적인 것으로 판단되며, '오텀센스' 다래의 적정 저장조건과 후숙시기를 판단할 수 있을 것이라 생각된다.

References

- Bapat, V., Trivedi, P., Ghosh, A., Sane, V., Ganapathi, R., and Nath, P. 2010. Ripening of fleshy fruit: Molecular insight and the role of ethylene. *Biotechnology Advances* 28: 94-107.
- Chong, B.M., Kim, H.K., Rho, C.W., and Kang, D.J. 2000. Effect of duration of low temperature storage on fruit quality and ripe rot occurrence in 'Hayward' kiwifruit. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology* 18: 195.
- Fan, X., Blankenship, S., and Mattheis, J. 1999. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124: 690-695.
- Ferguson, A.R. and Huang, H. 2007. Genetic resources of kiwifruit: Domestication and breeding. *Horticultural Reviews* 33: 1-121.
- Fisk, C.L., McDaniel, M.R., Strik, B.C., and Zhao, Y. 2006. Physicochemical, sensory and nutritive qualities of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') as affected by harvest maturity and storage. *Journal of Food Science* 71: 204-210.
- Hansen, E. and Hartman, H. 1937. Effect of ethylene and certain metabolic gases upon respiration and ripening of pears before and after cold storage. *Plant Physiology* 12: 441-454.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest biology and technology: an overview. In: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. A.A. Kader(ed). University of California. Davis, CA, USA.
- Kang, B.K., Shin, E.J., Lee, S.H., Lee, D.S., Hur, S.S., Shin, K.S., Kim, S.H., Son, S.M., and Lee, J.M. 2011. Optimization of the acetic acid fermentation condition of apple juice. *Korean Journal of Food Preservation* 18: 980-985.
- Krupa, T., Latocha, P., and Liwinska, A. 2011. Changes of physicochemical quality, phenolics and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Scientia Horticulturae* 130: 410-417.
- Langenkämper, G., McHale, R., Gardner, R.C., and McRae, E. 1998. Sucrose-phosphate synthase steady-state mRNA increases in ripening kiwifruit. *Plant Molecular Biology* 36: 857-869.
- MacRae, E., Quick, W.P., Benker, C., and Stitt, M. 1992. Carbohydrate metabolism during postharvest ripening in kiwifruit. *Planta* 188: 314-323.
- Marsh, K., Attanayake, S., Walker, S., Gunson, A., Boldingh, H., and McRae, E. 2004. Acidity and taste in kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 32: 159-168.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T. 1991. *Sensory evaluation techniques*. 2nd ed. CRC press.
- Nishiyama, I. 2007. Fruits of the *Actinidia* genus. *Advances in Food and Nutrition Research* 52: 293-324.
- Nishiyama, I., Fukuda, T., and Oota, T. 2005. Genotypic differences in chlorophyll, lutein, and β -carotene contents in the fruits of *Actinidia* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 6403-6407.
- Nishiyama, I., Yamashita, Y., Yamanaka, M., Shimohashi, A., Fukuda, T., and Oota, T. 2004. Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other *Actinidia* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 5472-5475.
- Oh, S.I. and Kim, M.J. 2014. Changes in quality characteristics of peeled chestnut 'Tsukuba' according to storage temperature and peeling method. *Korean Journal of Plant Resources* 27: 072-079.
- Okamoto, G. and Goto, S. 2005. Juice constituents in *Actinidia arguta* fruits produced in Shinjo, Okayama. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture Okayama University* 94: 9-13.
- Park, Y.S. 1996. The shelf life of kiwifruit in room temperature and cold storage following controlled atmospheres storage. *Journal of Korean Society for Horticultural Science* 37: 58-63.
- Shin, S.H., Jung, J.Y., Choi, J.H., Kim, D.M., and Jeong, M.C. 2009. Effect of packaging methods on enoki mushroom qualities. *Korean Journal of Food Preservation* 16: 179-185.
- Smock, E. and Blankenship, S. 1948. A study of maturity indices for McIntosh apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 52: 176-182.
- Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., and Guidi, L. 2009. Polygalacturonase and β -galactosidase activities in Hayward Kiwifruit as affected by light exposure, maturity stage and storage time. *Scientia Horticulturae* 120: 342-347.
- Tu, K., Nicolai, B., and De Baerdemaeker, J. 2000. Effect of relative humidity on apple quality under simulated shelf temperature storage. *Scientia Horticulturae* 85: 217-229.

- Villarreal, N.M., Rosli, H.G., Martínez, G.A., and Civello, P.M. 2008. Polygalacturonase activity and expression of related genes during ripening of strawberry cultivars with contrasting fruit firmness. *Postharvest Biology and Technology* 47: 141-150.
- Watkins, C., Nock, J., and Whitaker, B. 2000. Responses of early, mid, and late season apple cultivars to postharvest application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology* 19: 17-32.
- Williams, M.H., Boyd, L.M., McNeilage, M.A., MacRae, E.A., Ferguson, A.R., Beatson, R.A., and Martin, P.J. 2003. Development and commercialization of 'Baby kiwi' (*Actinidia arguta* Planch.). *Acta Horticulturae* 610: 81-86.
-

(2014년 5월 13일 접수; 2014년 7월 10일 채택)