

MA포장재 이용한 지역별 사과의 품질 안전성에 관한 연구

홍상태*

*평택대학교 국제물류학과

A Study on the Quality Safety of Apples by Region Using MA Packaging Materials

Hong Sang Tai*

*Department of International Logistics, Pyeongtaek University

Abstract

Apples are one of the most produced fruits in Korea, with 2,423,000 tons of fruits produced in Korea in 2018, of which 365,000 tons (MAF, 2018) account for about 15% of the total production. For quality safety after harvesting apples, the application of MA(modified atmosphere) packaging technology (Mostofi et. al., 2008) is being actively studied. In addition, the effects of functional packaging materials that have added functions such as fireproof, antibacterial, high-blocking, degradability, and far-infrared radiation have been studied (Chung et al., 2009). In addition, there are reports of the effects of quality changes (Park et al., 2007) and MA storage methods on the quality of apples by packing apples with functional MA films((Park et al., 2004). But there are only few reports on quality safety by analyzing the correlation between the change of reducing sugar and total sugar and preference during storage by packing Geochang, Yeongju, and Yesan apples in functional MA film. Therefore, this study aims to propose a method to secure the quality safety of apples by investigating the effect of sugar change on the preference of apples during storage by packing apples in three regions in functional MA films.

Keywords : Preference test, Reducing sugar, Functional MA film. Quality safety of storage apples

1. 서론

사과는 국내에서 가장 많이 생산되는 과일 중의 하나로 2018년 국내에서 생산된 과일류 2,423천 톤이며 사과는 365천 톤으로(MAF, 2018) 전체 생산량의 약 15%를 차지하고 있다. 사과는 생과용이나 주스 쥬스 등 가공용으로도 다양하게 이용되고 있다. 사과 수확 후 품질안전을 위한 연구는(Park et al., 2000) Expanded Polystyrene Box로 포장한 후지 사과의 신선도, MA(modified atmosphere) 포장기술 적용(Mostofi et. al., 2008)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. MA 포장방법은 과실의 생리 대사로 인하여 발생하는 가스에 의해 포장재 내에 가스조성이 변하므로 생리 대사가 진행됨에 따라 가스농도가 지속적으로 조절된다. 그 외에도 방담, 항균, 고차단, 분해성, 원적외선 방사 등의 부가적인 기능을 부여한 기능성 포장재의 효과가 연구되고 있다(Chung et al., 2009). 또한 기능성

MA 필름으로 사과를 포장하여 저장 중 품질변화(Park et al., 2007)와 MA 저장법이 사과의 품질에 미치는 영향 (Park et al., 2004) 등이 보고되어 있을 뿐이며 거창, 영주, 예산 사과를 기능성 MA 필름에 포장하여 저장 중 환원당과 총당 변화와 기호도 간의 상관성을 분석하여 품질 안전성에 관한 보고된 것은 거의 없어 본 연구에서는 3개 지역 사과를 기능성 MA 필름에 포장하여 저장 중 당 변화가 사과의 기호도에 미치는 영향을 조사하여 사과의 품질 안전성을 확보하기 위한 방안을 제시하는 것이다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

사과는 경남 거창, 경북 영주, 충남 예산에서 생산한 후

지사과를 구입하여 크기나 색깔이 비슷하고 수확시기가 같은 것으로 선별하여 사용하였다.

2.2 시험방법

2.2.1 기능성 MA 필름제조

기능성 필름제조를 위해서는 먼저 소재를 생산하는데 경복구룡산 제올라이트를 Jaw Crusher(Model 59892, Bico. Eng.)로 조쇄한 후 Roll crusher(Model 04-177574-001-1, Denver Co.)로 습식 마쇄하여 105℃에서 건조 후 체로 쳐서 15mesh 이하의 것을 사용하였다. 여기에 1 N HCl 용액으로 100℃에서 1시간 동안 처리한 시료를 기능성 소재로 사용하였다. 소재와 LLDPE resin(한양화학, Grade No. 3120)을 7:3의 중량비로 섞어 스타믹 Mixing roll에 넣고 150℃, 5min, air pressure 7kg/cm²의 조건으로 3차례 혼합한 후 펠릿 상태로 절단하여 마스터 뱃치를 만들었다. 필름생산은 가공한 기능성 소재 분말의 혼입량이 생산된 필름중량의 5%가 되도록 LLDPE resin을 추가 혼입시켜 inflation 필름압출기(신화공업 주식회사, Model SE-70)에 넣고 170℃로 압출하여 필름을 제조하였다. 이때의 압출 조건은 die 온도 170℃, die 직경 200mm, rotating speed 450rpm, 필름 폭은 90cm, 두께 25 μm의 필름을 생산(Park, 1994)했다.

2.2.2 포장방법

저장용 사과를 포장하지 않은 대조구(C)와 기능성 MA필름으로 포장한 시험구(MA)로 2개의 포장구로 하였고, 포장용 필름 크기는 90×90cm 크기의 기능성 MA(modified atmosphere) 필름에 15kg 씩 사과를 포장하여 0℃에 24주간 저장하면서 시험용 시료로 사용하였다

2.2.3 환원당 정량

환원당 측정은 각 처리구당 동일한 조건의 시료 10개를 개당 1/8 조각씩 Mixer(Osterizer, Philips사, USA)로 마쇄, 여과한 후 일정량을 취하여 Somogyi-Nelson method을 이용하여 540 nm에서 spectrophotometer(V-530, Jasco, Japan)을 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.2.4 총당 정량

총당 측정은 각 처리구당 동일한 조건의 시료 10개를

개당 1/8조각씩 Mixer(Osterizer, Philips사, USA)로 마쇄, 여과한 후 일정량을 취하여 Phenol-H₂SO₄ method을 이용하여 540nm에서 spectrophotometer(V-530, Jasco, Japan)을 이용하여 470nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.2.5 기호도 평가

기호도 조사는 현지에서 농민, 소비자, 농협직원 등 230명을 대상으로 직접 실시하였다. 조사 항목으로는 외관(appearance), 딱딱함(hardness), 단맛(sweetness), 신맛(sour), 향(flavor), 조직감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)에 대하여 10점 채점법으로 실시하였으며, 기호도는 10 : '매우 좋음', 5 : '보통', 1 : '매우 나쁨'으로 평가하였다. 기호도의 변화 정도를 살펴보고자 초기치 평점은 10점으로 하였다. 평가 시료는 껍질을 벗겨내고 적당한 크기로 썬 사과를 tray에 담아내었고, 각 시료마다 무작위로 선택한 세 자리 숫자를 표시하였다.

2.2.6 통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 측정하였으며 시험결과는 평균값± 표준 편차로 나타냈다. 처리 평균 간의 유의성 검정은 SAS(statistical Analysis System, 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) program을 이용하여 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test 방법을 사용하여 통계 처리하였다.

3. 결과 및 고찰

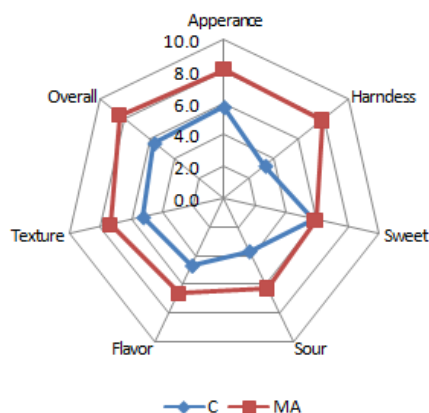
3.1 거창사과

거창 사과의 환원당과 총 당 변화를 조사한 것은 <Table 1>과 같다. 사과 초기 환원당은 10.11mg% 생체 중이었으며, 저장 4주 후 2개 포장구 모두 7.12mg% 생체 중으로 초기 값에 비해 29.6% 감소하였고 저장 8주 후 대조구에서 환원당 감소가 더 심하게 나타났다. 저장 16주 후 환원당은 대조구는 5.87mg% 생체 중으로 41.9%가 감소하였고 기능성 MA필름 포장구는 6.74mg% 생체 중으로 33.3%가 감소하였다. 저장 24주 후는 대조구는 5.48mg%로 45.8% 감소했고 기능성 MA 필름 포장구는 6.38mg%로 36.9%가 감소한 것으로 나타났다. 저장 24주 후 기호도 조사를 한 것은 [Figure 1]과 같다. 저장 24주 후 경도의 경우 대조구 1.8점으로 초기 치에 비해 82%

<Table 1> Changes in the reducing sugar and total sugar of 'Fuji' apples produced at Geochang during storage at 0°C. (Unit: mg%)

Storage (Week)		0	4	8	12	16	20	24
RS1	C	10.11±0.6	7.12±0.2	6.54±0.2	6.14±0.2	5.87±0.3	5.79±0.5	5.48±0.3
	MA	10.05±0.61	7.12±0.60	7.08±0.33	6.73±0.42	6.74±0.24	6.61±0.22	6.38±0.41
TS2	C	13.50±0.30	8.90±0.50	8.40±0.40	8.11±0.10	7.30±0.31	6.50±0.20	5.51±0.30
	MA	13.50±0.30	9.10±0.10	8.71±0.22	8.22±0.41	7.62±0.20	6.80±0.10	6.10±0.31

1. RS; Reducing sugar 2. TS: total sugar
 3. All values are expressed as mean ± SD (n=5). Means separation within a column by Duncan's multiple range test (p=0.05).



<Fig. 1> Preference test of 'Fuji' apples produced at Geochang during 24 weeks storage at 0°C.

감소했으며, 기능성 MA 포장구는 8.0점으로 20% 감소한 것으로 나타났다. 그 외에 외관, 신맛, 향, 조직감도 대조구보다 기능성 포장구에서 높게 나타났으며, 종합적 기호도는 대조구는 3.8점으로 초기 치에 비해 62% 감소했으며 기능성 MA 포장구는 8.2점으로 18% 정도만 감소한 것으로 나타났다. Oh et al. (2015)도 단호박을 8°C와 15°C에 180일 동안 저장하면서 기호도를 조사한 결과 저장 60일 후 부터는 향맛 분질감은 물론 전체적인 기호도에서 낮은 수치를 나타냈다는 보고와도 일치하고 있다.

<Table 1>에서 거창지역 사과 초기 총 당은 13.50mg%이었으며, 저장 16주 후 총 당은 대조구는 7.30mg%로 초기 치에 비해 45.9%가 감소하였고 기능성 MA필름 포장구는 7.62mg%로 43.6%가 감소하였다. 저장 24주 후는 대조구는 5.51mg%으로 초기 치에 비해 59.2% 감소했고 기능성 MA 필름 포장구는 6.10mg%로 54.8%가 감소한 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 거창사과의 환원당 변화가 낮은 사과에서 종합적인 기호도 또한 높은 것으로 나타났다. Park et al. (2009)은 참다래를 0°C에 24주간 저장하면서 재배형에 따른 과실의 환원당과 전분함량 변화를 조사한 결과 환원당은 저장 초에 10.0~10.8mg/g 생체 중 수준이었으나 저장 10주까지는 증가하였으나 그후 완만하게 증가하였으며 14주째에는 최대치를 나타내었다.

이러한 결과는 아열대 과일인 참다래의 생리특성에 의한 것이라고 판단되었다. Lee et al. (2008)은 한라봉을 LDPE 포장재로 포장하여 저온과 7°C에 150일간 저장하면서 포장재별 환원 당의 변화를 조사한 결과 상온저장은 포장재에 따른 변화를 없었으나 7°C에 저온저장 한 것은 상온 저장에 비해 환원당의 감소가 적었다고 보고 했으며, 상온 저장 보다는 저온 저장에서 비교적 함량이 높았고 저장 60일까지는 다소 증가하다가 그 후에는 일정한 수치를 유지하고 있었다는 보고와 일치하였다.

3.2 영주사과

영주 사과의 환원당과 총 당 변화를 조사한 것은 <Table 2>와 같다. 사과 초기 환원당은 11.01mg%이었으며, 저장 4주 후 대조구는 5.18mg%으로 초기 치에 비해 52.9%가 감소했고, 기능성 MA 포장구는 6.70mg%로 39.1%가 감소하여 기능성 포장구에서 13.8% 더 높게 유지되고 있었다. 저장 16주 후 환원당은 대조구는 4.72mg%로 55.6%가 감소하였고 기능성 MA 필름 포장구는 6.20mg%로 43.7%가 감소하였다. 저장 24주 후는 대조구는 4.42mg%으로 59.8% 감소했고 기능성 MA 필름 포장구는 6.05mg%으로 45.0%가 감소한 것으로 나타났다. 저장 24주 후 기호도 조사한 것은 [Figure 2]와 같다. 외관, 경도, 단맛, 신맛, 향, 조직감, 모두 기능성 MA 포장구에서 대조구보다 기호고 평가가 높게 나타났으며 특히, 종합적 기호도에서 대조구는 4.5점으로 초기 치 기호도에 비해 55% 감소했으며, 기능성 MA 포장구는 7.5점으로 25% 감소한 것으로 나타났다. "Table 2"에서 사과 초기 총 당은 14.41mg%이었으며, 저장 8주 후 총 당은 대조구는 8.09mg%로 초기 치에 비해 43.9%가 감소하였고 기능성 MA필름 포장구는 8.55mg%로 40.7%가 감소하였다. 저장 24주 후는 대조구는 5.02mg%으로 초기 치에 비해 65.2% 감소했고 기능성 MA 필름 포장구는 5.50mg%으로 61.8%가 감소한 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 환원당 변화가 적은 사과에서 기호도가 높게 나타나 환원당과 기호도 간에 상관성이 높은 것으로 판단되었다. Kim

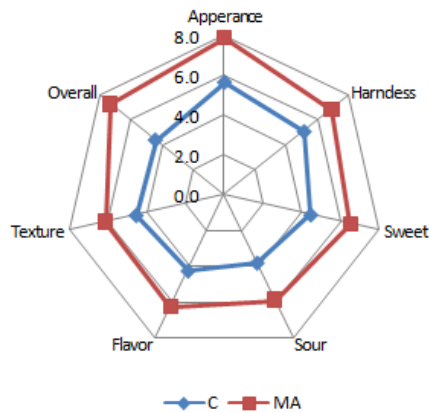
<Table 2> Changes in the reducing sugar and total sugar of 'Fuji' apples produced at Yeongju during storage at 0°C.

(Unit: mg%)

Storage (Week)		0	4	8	12	16	20	24
RS1	C	11.01±1.50	5.18±0.78	4.89±0.43	4.57±0.32	4.72±0.41	4.93±0.16	4.42±0.21
	MA	11.01±1.50	6.70±0.77	6.57±0.32	6.25±0.41	6.20±0.30	6.18±0.23	6.05±0.25
TS2	C	14.41±0.80	8.72±0.43	8.09±0.67	7.72±0.11	6.64±0.33	6.01±0.62	5.02±0.52
	MA	14.41±0.80	9.23±0.41	8.55±0.72	7.93±0.10	7.11±0.30	6.22±0.21	5.50±0.52

1. RS: Reducing sugar 2. TS: Total sugar

3. All values are expressed as mean±SD (*n*=5). Means separation within a column by Duncan's multiple range test (*p*=0.05).



<Fig. 2> Preference test of 'Fuji' apples produced at Yeongju during 24 weeks storage at 0°C.

et al. (2002)은 온주 밀감을 칼슘처리, 키토산 처리하여 상온과 4°C에 100일간 저장하면서 환원당 함량변화를 조사한 결과 저장 중 환원당은 저장 기간이 경과 할수록 감소하였다는 보고와도 일치하고 있었다. Park et al. (2006)은 거창사과를 칼슘처리 후 기능성 MA 필름으로 포장한 포장구와 대조구 간에 0 °C에 18주 동안 저장하면서 기호도 변화를 조사한 결과 대조구에 비해 기능성 MA 필름 포장구에서 저장 18주 후 종합적인 기호도가 대조구는 4.3 점 이었고 포장구는 7.4점으로 나타났다는 보고와도 같은 경향을 나타내고 있다.

3.3 예산사과

예산 사과의 환원당과 총 당 변화를 조사한 것은 <Table 3>과 같다. 사과 초기 환원당은 12.80mg% 이었으며, 저장 4주 후 대조구와 기능성 포장구는 10.10mg% 으로 초기 치에 비해 21.1%가 감소했고, 저장 16주 후 환원당은 대조구는 6.50mg%로 49.2%가 감소하였고 기능성 MA 필름 포장구는 7.01mg%로 45.2%가 감소하였다. 저장 24주 후는 대조구는 5.30mg%으로 58.6% 감소했고 기능성 MA 필름 포장구는 6.02mg%으로 52.9%가

감소한 것으로 나타났다. 저장 24주 후 기호도 조사를 한 것은 [Figure 3]과 같다. 기호도 변화에서 경도, 단맛, 향, 조직감의 경우 두 가지 포장구 간에 차이가 거의 없었다. 저장 24주 후 종합적 기호도에서 대조구는 5.1점으로 초기 기호도 보다 36.2% 낮아졌고 기능성 포장구에서 7.1점으로 11.2% 낮아져 대조구 보다 기호도 변화가 적은 것으로 나타났다. <Table 3>에서 총 당은 초기치는 14.60mg%였고 저장 4주 후 대조구는 13.82mg%, 기능성 MA 포장구는 13.81mg% 이었다. 저장 16주 후 대조구는 7.93mg%, 기능성 MA 포장구는 8.72mg% 이었으며, 저장 24주 후 대조구는 5.91mg%로 초기 치에 비해 59.5% 감소했으나, 기능성 MA 포장구는 7.27mg%으로 49.7% 감소한 것으로 나타나 대조구 보다 9.5% 정도 총 당의 변화가 적은 것으로 나타났는데 이 차이가 종합적 기호도 평가에 영향을 미친 것으로 사료된다. 이는 Oh et al. (2015)과 Park et al. (2006)의 보고와도 일치하고 있다. 또한, Lee et al. (2013)은 황도 복숭아(*Prunus persica* L. Batsch)를 충청북도 음성군 음성읍에서 수확하자마자 바로 구매하여 외관상 상처가 없고 색상, 사이즈 및 형태가 유사한 것을 선별하여 실험에 사용하여 열풍처리 후에는 실온에서 6일 동안 저장하면서 실험한 결과 종합적 기호도의 변화에서는 대조군 및 열풍처리군 모두 저장 2일까지는 차이를 보이지 않았으나, 저장 4일차부터는 대조군의 기호도가 가장 낮았고, 열풍처리군은 대조군보다 유의적으로 높은 기호도를 나타내었다고 보고한바 있으며, Jang et al. (2012)은 복숭아의 저장성 증진을 위하여 수확 후 UV-C를 처리하여 저장하면서 저장 기간에 따른 맛, 향, 색, 조직감 및 종합적 기호도를 측정하고 맛의 경우 대조군 및 UV-C 처리군 모두 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타나 UV-C 처리에 의한 맛의 변화는 없는 것으로 나타났다. 또한 저장기간에 따른 맛의 변화에서는 모든 실험군에서 저장기간이 증가할수록 감소하였다고 한다. 이상의 결과에서 3개 지역 모두 환원당 변화가 적은 지역에서 종합적인 기호도가 높게 나타나 환원당 변화와 종합적인 기호도 간에는 상관성이 높은 것으로 나타났다.

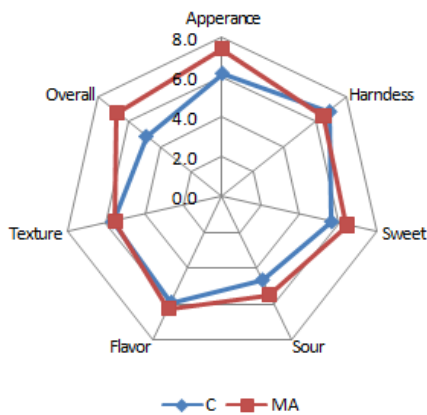
<Table 3> Changes in the reducing sugar and total sugar of 'Fuji' apples to producing Yesan during storage at 0°C.

(Unit: mg%)

Storage (Week)		0	4	8	12	16	20	24
RS	C	12.80±0.10	10.10±0.21	7.30±0.11	7.10±0.12	6.50±0.11	6.01±0.13	5.30±0.11
	MA	12.8±0.00	10.10±0.01	7.70±0.21	7.41±0.16	7.01±0.21	6.70±0.18	6.02±0.13
TS	C	14.60±0.31	13.82±0.22	9.12±0.11	8.33±0.21	7.93±0.16	6.73±0.24	5.91±0.15
	MA	14.60±0.31	13.81±0.22	9.53±0.08	9.12±0.15	8.72±0.07	7.83±0.16	7.33±0.09

1. RS; Reducing sugar TS: Total sugar

3. All values are expressed as mean±SD (n=5). Means separation within a column by Duncan's multiple range test (p=0.05)



<Fig. 3> Preference test of 'Fuji' apples produced at Yesan during 24 weeks storage at 0°C.

4. 결과

거창, 영주, 예산에서 생산된 후지 사과를 기능성 MA 필름으로 포장한 것과 대조구를 대상으로 0°C에 24주 간 저장하면서 환원당과 총 당의 변화가 기호도에 미치는 영향을 조사하였다. 환원당의 경우 거창사과는 초기 환원당은 10.01mg% 이었으나 저장 24주 후 거창 사과는 대조구는 5.48mg%(△45.8%), 기능성 MA 필름 포장구는 6.38mg%(△36.9%)로 나타났고, 총 당도 초기 13.50mg% 이었으며 대조구는 초기에 비해 5.51mg%(△59.2%), 기능성 MA 필름 포장구는 6.10mg%(△54.8%)한 것으로 나타났다. 따라서 기호도인 경도의 경우 초기 치에 비해 82% 씩이나 감소한 반면, 기능성 MA 포장구는 20% 감소되었고, 그외에 외관, 신맛, 향, 조직감도 대조구 보다 기능성 포장구에서 높게 나타났으며, 종합적 기호도는 대조구 3.8점으로 초기 치에 비해 62.0% 감소한 반면, 기능성 MA 포장구는 8.2점으로 18.0% 정도만 감소하였다.

영주 사과는 초기 환원당은 11.01mg% 이었으나 저장 24주 후는 대조구는 4.42mg%(△59.8%), 기능성 MA 필름 포장구는 6.05mg%(△45.0%)로 나타났고, 초기 총 당 14.41mg%을 기준으로 하여 대조구는 5.02mg%(△65.2%)인 반면, 기능성 MA 필름 포장구는 5.50mg%(△61.8%)

으로 나타났다. 외관 및 경도 등에서도 기능성 MA 포장구에서 대조구 보다 기호도 평가가 높게 나타났으며 특히, 종합적 기호도에서 대조구는 55.0% 감소 되었으나 기능성 MA 포장구는 25.0%만이 감소하였다.

예산 사과는 사과 초기 환원당은 12.80mg% 이었으며, 저장 24주 후는 대조구 5.30mg%(△58.6%)로 기능성 MA 필름 포장구는 6.02mg%(△52.9%)이며, 총 당은 초기치는 14.60mg%였으며, 저장 24주 후 대조구는 5.91mg%(△59.5%), 기능성 MA 포장구는 7.27mg%(△49.7%)으로 대조구 보다 9.5% 정도 총 당의 변화가 적은 것으로 나타났다. 기호도에서는 별 차이가 없었고, 종합적 기호도에서 대조구는 초기 기호도 보다 36.2% 낮아졌으며, 반면 기능성 포장구에서 11.2% 낮아져 대조구 보다 기호도 변화가 적은 것으로 나타났다. 따라서 이상의 결과로부터 환원당 및 총 당의 변화와 기호도 간의 상관성은 대조구 보관보다 기능성 MA 필름 포장저장이 환원당 변화율이 낮은 것으로 나타났고, 종합적 기호도에서도 기능성 MA 포장처리된 사과의 선호도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 사과 품질평가 인자로 환원당 변화를 사용할 수 있을 것으로 사료되었다. 따라서 MA 필름 포장구를 적용할 경우 사과의 품질 안전성도 높을 것으로 추정된다.

<Table 4> Test result(Store at 0°C for 24 weeks)

(Unit: mg%, %, Point)

Division		Geochang	Yeongju	Yesan
RS	I	10.11	11.01	12.8
	C	5.48 (△45.8%)	4.42 (△59.8%)	5.38 (△58.6%)
	MA	6.38 (△36.9%)	6.05 (△45.0%)	6.02 (△52.9%)
TS	I	13.50	14.41	14.6
	C	5.51 (△59.2%)	5.02 (△65.2%)	5.91 (△59.5%)
	MA	6.10 (△54.8%)	5.50 (△61.8%)	7.27 (△49.7%)
GP	C	△62.0%	△55.0%	△36.2%
	MA	△18.0%	△25.0%	△11.2%

1. RS; Reducing sugar 2. TS: Total sugar

3. General preference 4. I: Initial Value

5. References

- [1] H. W. Park, J. D. Park, D. M. Lim, J. Choi(2000), "Freshness Extension of 'Fuji' Apple packed with EPS Box." *Korean Journal of Packaging Science & Technology*, 6(1):47-52.
- [2] Y. Mostofi, H. S. Hajizadeh, A. Talaie, E. Z. Mousavi(2008), "Modified atmosphere packaging (MAP) effects on quality maintenance and storage life extension of local Iranian apple 'olab Kohanz'." *Acta Hort*, 768:103-109.
- [3] D. S. Chung, Y. S. Lee(2009), "Applications of Functional Tray Form Packaging to Extend the Freshness of High-Quality 'uji' Apples." *Korean J Food Preserv.*, 16(6):817-823.
- [4] H. W. Park, J. Y. Yoon, Y. H. Kim, S. A. Lee, H. S. Cha(2007), "Customer Preference for 'Fuji' Apples Stored Using Functional MA Film." *Korea J Food Preserv.*, 14(1):105-108.
- [5] H. W. Park, S. H. Kim, H. S. Cha, Y. H. Kim, M. R. Kim(2004), "Effet of MA Packaging on Quality of 'Fuji' Apple." *Korean J Food Preserv.*, 11(4): 468-471.
- [6] H. W. Park(1994), "Studies on the Development of Modified Atmosphere Packaging Films for Fruits and Vegetables." Ph.D. Korea University.
- [7] B. Y. Oh, B. Y. Jo, G. S. Lee, Y. S. Kang, I. S. Hwang(2015), "Quality Change of Mini Sweet Pumpkins (suppress cultivation, fall planting) during Storage at Different Conditions." *Korean J Food Preserv.*, 22(6):779-787.
- [8] Y. S. Park, D. G. Lim, B. G. Heo(2009), "Changes in the Fruit Quality of Organic and Low-level Agrochemical-grown Kiwifruit during Storage." *Korean J Food Preserv.*, 16(3):327-332.
- [9] S. H. Lee, J. H. Kim, H. E. Jeong(2008), "Changes in Fruit Quality of Hallabong Tanger by Film Packaging during Storage." *Korean J Food Preserv.*, 15(2):185-190.
- [10] S. H. Kim, I. H. Ko, J. S. Koh(2002), "Quality Changes of Over-wintering Satsuma Mandarin during Storage by Chitosan and Calcium treatment and Storage Warehouse." *Korean J Food Preserv.*, 9(1):85-91.
- [11] H. W. Park, Y. H. Kim(2006), "Effects on Quality of Fuji Apple by Dipping of Calcium Solution and MA Packaging." *Korean J Food Preserv.*, 13:95-101.
- [12] K. H. Lee, J. H. Park, Y. J. Lee, K. E. Ban(2013), "Application of Hot Air for Shelf-Life Extension of Peach(*Prunus persica* L. Batsch)." *Korean J Food & Nutr.*, 26(4):731-736.
- [13] J. H. Jang, J. H. Park, K. E. Ban, K. H. Lee(2012), "Changes in the Quality of Peaches (*Prunus persica* L. Batsch) Treated by UV-C Irradiation during Storage." *J Korean Soc Food Sci Nutri.*, 41(12): 1798-1804.
- [14] MAFRA.(2018), *Agriculture, Food and Rural Affairs Statistics Yearbook.*

저자 소개



홍상태

명지대학교 산업공학 박사학위취득
 평택대학교 국제물류학과 초빙교수 재직
 관심분야 : 식품콜드체인, 물류센터건설 및
 운영 등