

# MA포장용기를 이용한 딸기 및 상추의 품질 안전성에 관한 연구

홍상태\*

\*평택대학교 국제물류학과 초빙교수

## A Study on the Quality and Safety of Strawberries and Lettuce Using MA Packaging Container

Sang-Tai Hong\*

\*Pyeongtaek university international logistics department

### Abstract

As of 2018, total yield of lettuce and strawberry amounted to 93,543 tons (representing 1.0 percent) and 183,639 tons (2.0 percent), respectively, among total yields worth 9,185,889 tons in South Korea. Lettuce is affected by a combination of numerous elements such as varieties, cultivation methods and pests during each growth phase (Lee et al., 1999). It is mainly cultivated in spring and fall. Especially due to respiration rate after harvest leading to reduced quality and poor storage, maintaining annual supply is unavailable (Jang et al., 2018). With the distribution of new varieties, forcing culture and indoor insulated facilities for plant cultivation during winter, strawberries are produced every year except for late summer and early fall. Due to active respiration, transpiration, soft flesh and high water content, the fruit is vulnerable to go bad and get rotten compared to other fruits. Furthermore, it is difficult to maintain freshness due to the possibility of softening, discoloration and fungi (Lee et al., 2012). In this regard, developing improved storage and package techniques is needed to ensure maintaining quality and safety even just two to three days after harvest. In order to ensure improved quality and safety of strawberries and lettuce after harvest, the present study applied a modified atmosphere packaging (MAP) technology (Mostofi et. al., 2008). Going forward, it compared the quality and safety of the two products while being stored in a way that put them in an MAP-applied container and a plastic container at room temperature and 4 degree Celsius.

**Keywords :** Preference test, Reducing sugar, Functional MA Packaging Container. Quality safety of storage apples

### 1. 서론

2018년 기준 국내 채소류 생산량 9,185,889톤 중에 상추는 93,543톤(1.0%), 딸기 183,639톤(2.0%)을 생산하고 있다.

상추는 품종, 재배방식, 생육시기별 병충해 등의 여러 요소들의 조합에 의해 복합적으로 영향을 받으며 이러한 요인은 수확 후에도 영향을 미친다.(Lee et al., 1999).

봄과 가을에 주로 재배되고 있고, 특히, 수확 후 높은 호흡률로 인해 급격한 상품 품질이 떨어져 저장성이 낮아

연중 안정적 공급에는 한계성이 있다(Jang et al., 2018).

딸기는 최근 신품종의 보급과 축성재배, 겨울철 보온시설의 발달 등으로 인해 늦여름과 초가을을 제외하고는 연중 생산되고 있다. 딸기는 수확 후 활발한 호흡 및 증산작용과 연관 과육과 수분함량이 높아서, 다른 과일에 비해 변질되기 쉽고, 과실의 연화, 변색, 곰팡이 발생으로 선도 유지관리에 어려움이 있다.(Lee et al., 2012) 따라서 수확 후 2~3일 이상 지나도 선도유지 및 안전성이 보장될 수 있는 포장 보관기술 개발이 요구된다.

따라서 본 연구에는 딸기와 상추의 수확 후 선도유지

†Corresponding Author : Sang-Tai Hong, 3825 Seodong-daero Pyeongtaek-si Gyeonggi-Do, Korea, E-mail : hong386@hanmail.net  
Received: November 23, 2020; Revision Received: December 15, 2020; Accepted: December 16, 2020

및 안정성을 보장하기 위해 MA(modified atmosphere) 포장기술을 적용(Mostofi et. al., 2008)하여, MA처리된 보관용기와 시판중인 일반 플라스틱제 용기에 포장하여 상온(실온)과 저온(4℃)에 저장하면서 저장 기간 동안의 품질과 안정성에 대하여 비교하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

경남 산청에서 생산된 딸기와 상추를 농협 성남하나로 마트에서 당일 수송된 선도 있는 상품을 구입하여 사용하였다.

### 2.2 시료 선별

가스치환방식(Modified atmosphere, MA)의 포장 용기란 진공포장에 대한 개선책으로 개발된 방법으로 포장 용기 내에 공기를 모두 제거한 후 그 대신 인위적으로 조성된 가스를 채워 넣어 미생물의 성장을 감소시키며, 효소에 의한 오염을 지연시켜 결과적으로 신선식품의 저장 기간을 연장시키는 포장방법이다. 이 방식에 사용되는 가스의 조성비에 따라 미생물의 성장 속도와 종류가 영향을 받으며, 저장 기간이 달라지게 된다. 사용되는 주요 가스는 산소(O<sub>2</sub>), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 질소(N<sub>2</sub>)이며, 통상적으로 이들의 혼합가스를 사용한다.

본 연구에서는 일반 포장 용기와 MA처리된 포장용기에 시료 20개를 설정하여, 각 시료마다 지속적으로 체크하여 품질이 비슷한 것으로 각각 6개씩 시료만을 시험용으로 선별하여 사용하였다.

### 2.3 포장 및 저장 및 포장용기

선별된 시료를 두 가지 용기에 적정량을 넣고 뚜껑을 닫아 상온(실온)과 4℃ 냉장고에 저장하였다. 포장용기는 K사에서 제공한 LDPE에 세라믹 소재(Seiki Chmeical Ltd., Japan)가 5% 함유되도록 하여 제조한 용기로 크기는 14(W)×22(L)×12(H)cm 였고, 용기의 두께는 2.0mm였다. 뚜껑도 같은 재질로 동일한 두께로 제조된 것을 제공 받아 사용하였고, 대조구 용기는 시중에서 판매되고 있는 세라믹이 첨가되지 않은 동일한 재질로 같은 규격의 용기를 사용하였다.

## 2.4 품질 평가

### 2.4.1 증량변화

기능성 증량변화율은 각 포장구 당 10개를 샘플링하여 상온(실온)저장인 경우에는 2일 간격으로 증량을 측정하였으며, 저온저장(4℃)인 경우에는 2일 간격으로 시험구마다 3개 용기의 증량을 측정하여 초기증량에 대한 증량변화의 평균값을 백분율로 나타내었다.

### 2.4.2 당도, 적정 산도 및 pH

당도는 과육 100g을 마쇄하여 착즙한 후 과즙을 굴절 당도계(Atago Co., Ltd. Japan)를 사용하여 3회 반복하여 측정하였으며, 적정 산도의 측정은 과육 50 g을 Mixer(Osterizer, Philips Co., Ltd. USA)로 마쇄, 여과한 후 일정량을 취해 0.1N NaOH으로 pH 8.1까지 측정하여 소비된 량을 citric acid(구연산)으로 환산하였으며, 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

### 2.4.3 호흡율

딸기와 상추의 상온(실온)에서의 호흡율을 측정하기 위해 각 포장구의 뚜껑에 직경 5 mm로 구멍을 뚫고 실리콘으로 밀봉 후 GC(GC-14A, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 산소와 이산화탄소 농도를 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다.

### 2.4.4 Vitamin C

Vit.C 함량 측정은 상온(실온)저장인 경우 2일 간격, 저온 저장인 경우에는 3~4일 간격으로 측정하였으며, 그 측정 방법은 AOAC법으로 하였다.

### 2.4.5 클로로필(Chlorophyll)

저온저장에서는 딸기의 경우 일반 용기의 증량 감소율은 0.07%, MA처리된 용기는 0.15%로 극히 미미하였다. 상추의 경우는 일반 용기는 0.32%, MA처리 용기는 0.17%의 증가를 보였다.

### 2.4.6 색택

색택은 상온(실온)저장과 저온저장으로 나누어 측정하였으며, 상온(실온)은 2일 간격, 저온은 4일 간격으로 색

차계(CR-200, Minolta Co., Japan)로 5회 측정하여 평균값으로 나타내었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 중량변화

상온(실온)저장인 경우를 살펴 보면 딸기의 경우 일반 용기의 중량 감소율은 0.29%, MA처리 용기는 0.37%로 극히 미미하였다. 상추의 경우도 일반 용기는 0.17%, MA처리 용기는 0.05%의 감소율을 보였다.

저온저장에서는 딸기의 경우 일반 용기의 중량 감소율은 0.07%, MA처리 용기는 0.15%로 극히 미미하였다. 상추의 경우는 일반 용기는 0.32%, MA처리 용기는 0.17%의 증가를 보였다.

#### 3.2 당도, 적정 산도 및 pH 변화

딸기의 당도, 산도 및 pH 변화는 다음 <Table 1>과 같다. 딸기의 초기 당도는 12.3 Brix에서 저장 중 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. MA처리한 용기가 다소 높게 유지되고 있었다. 초기 pH는 4.0이었으며 저장 중 전반적으로 증가하는 경향을 보였으며, 두 용기 간에 차이는 없었다. 적정 산도 역시 저장 중 전반적으로 감소하고 있었으며, 두 용기 간에 뚜렷한 차이는 없었다.

<Table 1> Changes of soluble solid content, titratable acidity and pH of straw berry stored at room temperature

		Initial
SSC (° Brix)	general container	12.3
	MAprocessing	12.3
pH	general container	4.0
	MAprocessing	4.0
TA (%)	general container	0.6
	MAprocessing	0.6

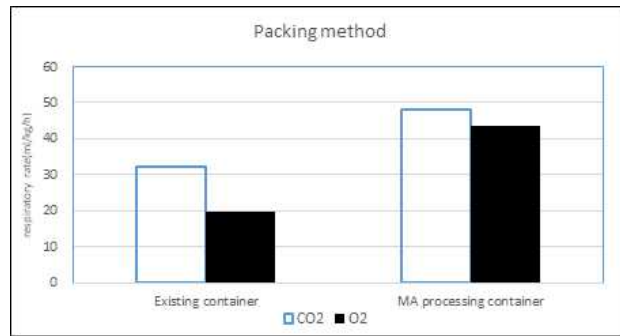
#### 3.3 호흡율

딸기와 상추의 호흡율을 측정하기 위해 각 용기에 일정량의 시료를 담아 상온(실온)에 저장하면서 GC로 산소와 이산화탄소의 농도를 측정하여 <Table 2>와 같이 호흡율을 구하였다.

<Table 2> Gas concentration of packed straw berry in containers

Container	Gas	5 hours	27 hours	R.Q.
general container	O <sub>2</sub>	16.6	11.4	1.64
	CO <sub>2</sub>	4.6	14.2	
MAprocessing	O <sub>2</sub>	17.1	4.6	1.10
	CO <sub>2</sub>	3.5	17.5	

1. Gas contraction: %, 2. R.Q.: Respiratory quotient (CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>)



[Figure 1] Breathing rate (room temperature) of strawberries

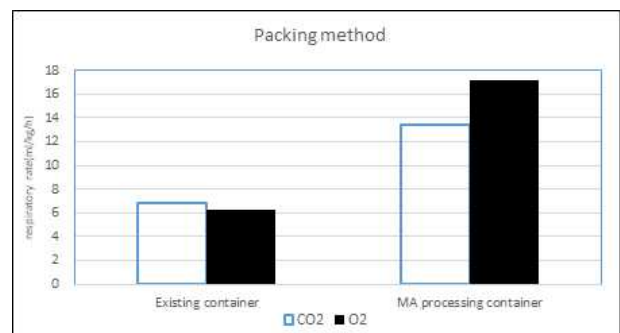
딸기의 호흡율은 일반 용기의 경우 산소는 19.6 ml/kg/h, 이산화탄소는 32.2 ml/kg/h로 나타났으며, MA처리 용기의 경우는 43.7 ml/kg/h, 48.2 ml/kg/h로 나타났다.

포장된 상추의 용기 내 가스 농도를 측정하는 것은 <Table 3>과 같다. 일반 용기의 30시간 후 산소의 농도는 19.2%에서 103시간 후에는 18.9%로 낮아졌으며, MA처리 용기는 18.2%에서 16.8%로 낮아졌다. 그 이유는 일반 용기에 비해 MA처리 용기의 밀폐도가 더 뛰어났기 때문으로 추정되었다.

<Table 3> Gas concentration of packed lettuce in containers

Container	Gas	30 hours	103 hours	R.Q.
general container	O <sub>2</sub>	19.2	18.9	1.08
	CO <sub>2</sub>	1.1	1.6	
MAprocessing	O <sub>2</sub>	18.2	16.8	0.78
	CO <sub>2</sub>	1.6	2.8	

1. Gas contraction: %, 2. R.Q.: Respiratory quotient (CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>)



[Figure 2] Breathing rate (room temperature) of Lettuce

상추의 호흡율은 일반 용기의 경우 산소는 6.3 ml/kg/h, 이산화탄소는 6.8 ml/kg/h로 나타났으며, MA처리 용기의 경우는 17.1 ml/kg/h, 13.4 ml/kg/h로 나타났다.

### 3.4 Vitamin C 변화

딸기와 상추의 상온(실온)저장 중 Vitamin C의 함량변화는 <Table 4>와 같다. 딸기의 경우 일반 용기는 초기치 74.26 mg%에서 저장 5일 후에는 48.26 mg%로 35%가 감소하였으며, MA처리 용기는 74.26 mg%에서 52.66 mg%로 29%가 감소하였다.

상추의 경우 일반 용기는 초기치 47.98 mg%에서 저장 3일 후에는 21.62 mg%로 55%가 감소하였으며, MA처리 용기는 47.98 mg%에서 22.77 mg%로 53%가 감소하여, 용기 간에 Vitamin C 함량변화는 큰 차이가 없었다.

<Table 4> Vitamin C content of straw berry stored at room temperature (unit:mg%)

Storage Container	initial	3 day	5 day
general container	74.26	56.86	48.26
processing	74.26	64.08	52.66

<Table 5> Variation in Vitamin C content of stored lettuce at room temperature (unit:mg%)

Storage Container	initial	3 day
general container	47.98	21.62
MAprocessing	47.98	22.77

딸기와 상추의 저온저장 중 Vitamin C의 함량변화는 <Table 6, 7>과 같다. 딸기의 경우 5일째까지는 포장구간의 큰 차이가 없었으나, 저장 9일 후 초기치 74.26 mg%에서 48.10 mg%로 35%가 감소하였고, 저장 13일 후에는 32.12 mg%로 57%가 감소하였으나, MA처리 용기는 초기치 74.26 mg%에서 저장 9일 후 56.75 mg%로 24%가 감소하였고, 저장 13일 후에는 45.38 mg%로 39% 감소한 것으로 나타났다.

상추의 경우 일반 용기는 초기치 47.98 mg%에서 저장 5일 후에는 29.74 mg%로 38%가 감소하였으며, 저장 13일 후에는 13.60 mg%로 72%가 감소하였다. MA처리 용기는 초기치 47.98 mg%에서 저장 5일 후에는 34.71 mg%로 28%가 감소하였고, 저장 13일 후에는 20.76 mg%로 57%가 감소한 것으로 나타났다.

<Table 6> Variation in Vitamin C content of low temperature stored strawberries (unit:mg%)

Storage Container	initial	5 day	9 day	13 day
general container	74.26	63.64	48.10	32.12
MAprocessing	74.26	64.30	56.75	45.38

<Table 7> Variation in Vitamin C content of low temperature stored lettuce (unit:mg%)

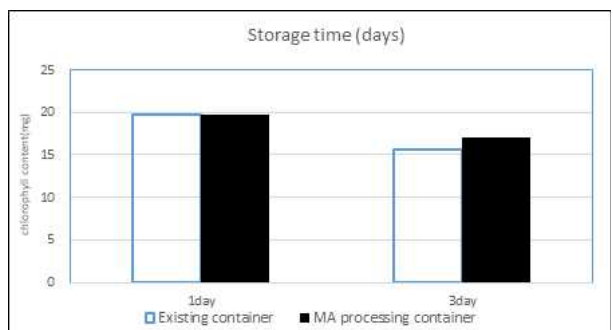
Storage Container	initial	5 day	9 day	13 day
general container	47.98	29.74	21.62	13.60
MAprocessing	47.98	34.71	29.74	20.76

### 3.5 클로로필(Chlorophyll) 함량 변화

각 용기에 일정량의 상추를 담아 상온(실온)에서 저장하면서 저장 기간에 따른 상추의 클로로필 함량을 클로로필 분석기(Minolta SPAD-502, Japan)로 각각의 용기마다 30회 반복하여 평균 값으로 나타낸 저장 3일 후의 결과는 <Table 8, 9>, [Figure 3, 4]와 같다. 상온(실온) 저장 3일 후 일반 용기는 초기치 19.68 mg에서 저장 3일 후 15.70 mg으로 20%가 감소되었으나 MA처리 용기의 경우는 19.68 mg에서 17.12 mg으로 13%가 감소되었다. 저온저장인 경우 저장 13일 후에는 일반 용기는 19.68 mg에서 14.66 mg으로 26% 감소되었으며, MA처리 용기는 19.68 mg에서 16.18 mg으로 18%가 감소된 것으로 보아 상추의 신선도가 그만큼 더 양호한 상태로 유지되고 있음을 알 수 있다.

<Table 8> Chlorophyll contents of lettuce stored at room temperature (unit: mg)

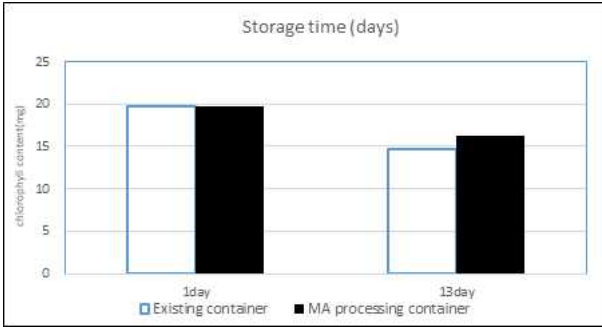
Storage Container	initial	3 day
general container	19.68±1.55	15.70±2.55
MAprocessing	19.68±1.55	17.12±1.75



[Figure 3] Chlorophyll content of stored lettuce at room temperature

<Table 9> Chlorophyll contents of lettuce stored at low temperature stored lettuce (unit: mg)

Storage Container	initial	13 day
general container	19.68±1.65	14.66±1.95
MAprocessing	19.68±1.65	16.18±1.26



[Figure 4] Chlorophyll content of stored lettuce at low temperature stored lettuce

### 3.6 색택의 변화

각 상온(실온) 저장 3일 후 딸기의 색택은 일반 용기의 경우 L 값은 초기치 36.33에서 34.76, a값은 36.56에서 40.57, b값은 17.37에서 21.02이었으며, MA처리 용기의 경우 L값은 초기치 34.94에서 37.71, a값은 40.00에서 43.09, b값은 18.11에서 20.31이었다. 상온(실온) 저장 3일 후 상추의 색택은 일반 용기의 경우 L값은 초기치 60.34에서 75.59, a값은 -16.54에서 1.02, b값은 33.62에서 42.93이었으며, MA처리 용기의 경우 L값은 초기치 65.13에서 69.15, a값은 -18.89에서 -14.24, b값은 35.75에서 39.52이었다.

이상의 결과들에서 상추와 딸기의 저장 3일 후 Lab 값에는 두 용기 간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

<Table 10> Changes on Lab value of straw berry stored at room temperature

Storage	Package	L	a	b
initial	general	36.33±2.43	36.56±2.82	17.37±2.85
	MA	34.94±2.23	40.00±2.88	18.11±1.80
3 day	general	34.76±1.79	40.57±2.99	21.02±2.92
	MA	37.71±3.58	43.09±2.44	20.31±4.11

<Table 11> Color change of lettuce stored at room temperature (Lab value)

Storage	Package	L	a	b
initial	general	60.34±2.80	-16.54±2.69	33.62±3.24
	MA	65.13±1.34	-18.89±5.41	35.75±3.72
3 day	general	75.59±2.14	1.02±2.27	42.93±1.86
	MA	69.15±3.39	-14.24±5.01	39.52±5.29

저온저장 3일 후 딸기의 색택은 일반 용기의 경우 L값은 초기치 34.43에서 34.55, a값은 37.77에서 36.36, b값은 16.04에서 16.45 이었으며, MA처리 용기의 경우 L값은 초기치 34.72에서 36.03, a값은 37.65에서 36.10, b값은 16.66에서 17.58이었다.

저온저장 3일 후 상추의 색택은 일반 용기의 경우 L값은 초기치 61.34에서 63.00, a값은 -17.65에서 -16.81, b값은 35.36에서 34.70 이었으며, MA처리 용기의 경우 L값은 초기치 60.67에서 62.89, a값은 -19.03에서 -19.28, b값은 36.71에서 36.59 이었다.

<Table 12> Color change of strawberries stored at room temperature (Lab value)

Storage	Package	L	a	b
initial	general	34.43±1.50	37.77±3.03	16.04±1.39
	MA	34.72±1.38	37.65±2.41	16.66±2.04
3 day	general	34.55±2.68	36.36±2.01	16.45±2.07
	MA	36.03±2.21	36.10±2.03	17.58±3.78

<Table 13> Color change of lettuce stored at low temperature (Lab value)

Storage	Package	L	a	b
initial	general	61.34±1.59	-17.65±2.61	35.36±1.96
	MA	60.67±3.47	-19.03±1.68	36.71±2.78
3 day	general	63.00±4.78	-16.81±1.94	34.70±2.73
	MA	62.89±2.23	-19.28±1.64	36.59±2.29

## 4. 결과

딸기와 상추를 대상으로 일반 용기와 MA처리한 용기에 담아서 상온과 저온 시설에서 일정 기간 동안 보관하면서 품질측정과 식품 안정성에 대하여 측정된 결과,

보관 용기별 상온과 저온 보관 시의 중량변화에 대하여 살펴본 결과 딸기의 경우 상온 보관 시에는 크게 차이가 없었으며, 상추에서는 일반 용기는 0.17% 감소된 반면, MA처리 용기는 0.05%만이 감소되었고, 저온저장에서도 상추는 일반 용기 0.32% 감소한 반면, MA처리 용기는 0.17% 정도 감소되었다.

당도 및 pH 변화에 대한 측정에서도 딸기와 상추의 상온 보관 시 일반 용기는 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나, MA 처리한 용기는 비교적 당도는 높게 유지되고 있었고, 그러나 pH는 4.0 수준으로 두 용기 간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

호흡율에서는 딸기의 경우, 상온과 저온 보관 시에 일반

용기에서 산소 19.6ml/kg/h, 이산화탄소 32.2 ml/kg/h로 나타났으며, MA처리 용기의 경우는 43.7ml/kg/h, 48.2 ml/kg/h로 나타났다. 상추의 경우 호흡율은 일반 용기의 산소 6.3ml/kg/h, 이산화탄소 6.8 ml/kg/h과 MA처리 용기의 경우는 17.1ml/kg/h, 13.4 ml/kg/h로 나타나 MA 처리한 용기기가 더 우수한 것으로 나타났다.

Vitamin C 함량의 변화에서도 딸기의 경우에서는 상온 저장 시 일반 용기에서는 35% 감소한 반면, MA처리 용기는 29% 감소한 것으로 나타났고, 상추에서는 Vitamin C 함량변화가 크지 않은 것으로 나타났다.

그러나 저온 보관 시 동일 조건에서 딸기의 경우 일반 용기에서 57%나 감소한 반면, MA처리 용기는 39%만이 감소하였고, 상추는 일반 용기는 72% 감소한 반면, MA처리 용기는 57%만이 감소되어 Vitamin C 함량변화에서도 MA처리 용기가 우수한 것으로 나타났다.

클로로필(Chlorophyll) 함량의 변화에서도 상추의 경우 동일 조건 하에서 상온보관 시 일반 용기 20%가 감소한 반면, MA처리 용기는 13%만이 감소되었고, 저온 보관 시에는 일반 용기 26% 감소, MA처리 용기는 18%만이 감소하여 상추의 신선도 및 식품 안정성에서도 그만큼 더 양호한 상태로 유지되고 있다고 할 수 있다.

마지막으로 색택의 변화에서는 상온 보관 시 두 용기 간에 큰 차이가 없으나, 저온 보관할 경우 딸기와 상추의 색택에서도 일반 용기에 비해 MA처리한 용기가 다소 우수한 것으로 나타나고 있다.

따라서 상추를 보관하면서 상온(실온)저장 5일 후부터는 일반 용기에서는 부패 및 낱과리 등이 발생하기 시작하여 13일 후에는 다수가 발생하였으나, MA처리 포장 용기에서는 부패 정도가 매우 낮았으며, 낱과리 수도 소수만이 발생하였다.

특히, 과채류는 품질 저하의 주된 원인 중 하나로 호흡과 증산에 의한 감도와 대사에 의한 후숙이라고 할 수 있다.

MA(modified atmosphere)포장 용기는 과채류의 보관 중에 산소농도를 감소시키고, 이산화탄소 농도를 증가시켜 호흡을 억제하여 장기간 선도유지 하는 기능을 지니고 있다. 따라서 과채류의 유통 및 보관 시에 MA포장 용기를 사용할 경우, 선도유지 및 식품 안정성을 높이는 효과가 있다.

## 5. References

- [1] C. R. Joan, A. K. Adel(1989), "Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits." *Journal of Food Science*, 54(3):656-659.
- [2] D. M. Kim, H. S. Kang, K. H. Kim(1986), "On the storability of strawberry in air included the different CO<sub>2</sub> concentrations." *Korean Journal of Food Science and Technology*, 18(1):66-70.
- [3] D. W. Ryu(1998), "The gas permeation model of low density polyethylene packaging films filled with ceramic powder." Doctor's degree thesis, Chonnam National University, 75-99.
- [4] F. S. Noel, J. F. Robert, M. F. Gorden, E. C. Maxie(1973), "Reduction of postharvest losses of strawberry fruits from gray mold." *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 98:285-288.
- [5] H. W. Park, Y. H. Kim(2006), "Effects on quality of fuji apple by dipping of calcium solution and MA packaging." *Korean Journal of Food Preservation*, 13:95-101.
- [6] 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." *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 41(12):1798-1804.
- [7] J. K. Kim, K. D. Moon, T. H. Sohn(1993), "Effect of PE film thickness on MA(modified atmosphere) storage of strawberry." *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 22(1):78-84.
- [8] J. R. Morris, W. A. Sistrunk, C. A. Sims, G. L. Main(1985), "Effects of cultivar, post-harvest storage, pre-processing dip treatments and style of pack on the processing quality of strawberry." *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110:172-177.
- [9] 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)." *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 26(4):731-736.
- [10] MAFRA(2018), *Agriculture, food and rural affairs statistics yearbook*.
- [11] National Statistics Portal of the National Statistical Office(2020, September), Overall management of vegetable production performance. <http://kosis.kr/search/search.do>
- [12] 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 Journal of Food Preservation, 9(1):85-91.

[13] S. H. Lee, J. H. Kim, H. E. Jeong(2008), “Changes

in fruit quality of Hallabong Tanger by film packaging during storage.” Korean Journal of Food Preservation, 15(2):185-190.

## 저자 소개



### 홍상태

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