

Effect of PE film thickness and storage temperature in MAP deastringency of ‘Sanggamdungsi’ astringent persimmon

Il-Ho Kim¹, Ji-Young Kim¹, Hyun-Jin Nam¹, Ki-U Lee²,
Doo-Hyun Cho², Yong-Jae Lee^{1*}

¹Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

²Sangju Persimmon Research Institute, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Sangju 37268, Korea

PE 필름 두께와 온도에 따른 ‘상감등시’ 감의 MAP 탈삽 효과

김일호¹ · 김지영¹ · 남현진¹ · 이기우² · 조두현² · 이용재^{1*}

¹부산대학교 원예생명과학과, ²경상북도농업기술원 상주감연구소

Abstract

We investigated the effect of PE film thickness on the modified atmosphere packaging (MAP) deastringency of ‘Sanggamdungsi’ (*Diospyros kaki* cv.) astringent persimmon at room temperature (25°C) and low temperature (-1°C). The fruits were individually packaged with PE film of which the thickness is 60, 80, 100, 115 or 130 µm and stored at room or low (-1°C) temperature. At room temperature, firmness shows the highest value (23.3-26.5) at 100 µm thickness. Top flesh browning and decay was monitored at 20 days after storage, and peel blackening and style-end softening was negligible at optimal thickness. Therefore, optimal film thickness of deastringency at room temperature is 80-100 µm. At this thickness, the astringency was removed after 5 days and the fruits can be distributed until 10 days after the MAP. At low (-1°C) temperature, firmness was maintained regardless of film thickness. However, the firmness is higher as the film is thicker. Top flesh browning and decay was not occurred even after 90 days after storage. Peel blackening and style-end softening was monitored at 90 days after storage. Off-flavor was monitored at 115 and 130 µm thickness. Therefore, optimal film thickness of deastringency at low (-1°C) temperature is 80-100 µm. At this thickness, the astringency was removed after 50 days and the fruits can be distributed until 80 days after the MAP.

Key words : astringent persimmon, deastringency, MAP, storage temperature, quality

서 론

우리나라에서 많이 생산되는 과실 중의 하나인 감은 수확 시 샅미의 유무에 따라 떫은감과 단감으로 구분된다. 떫은감은 감말랭이, 반건시 및 꽃감에 대한 수요 증가로 2004년경부터 생산량이 급속히 증가하여 2016년 현재 218,076 M/T에 이르고 있다(1). 최근에는 수요에 비해 공급

이 과잉되면서 떫은감을 이용한 새로운 제품 개발이 요구되고 있는데, 생과 상태에서 떫은맛을 제거한 탈삽 생과가 하나의 대안이 될 수 있을 것으로 생각된다.

떫은감은 단감과 비교하여 과육 내의 가용성 당이 많으며(2), 품종이 많아 다양한 맛과 숙기를 가진다. 특히, 좋은 품질의 조생종 단감이 거의 없는 현 상황에서 조생종 탈삽 생과는 그 가치가 크다. 또한 떫은감은 단감에 비해 다수성이며 병충해와 내한성이 강해 재배에도 유리하다(3). 일본에서는 육질이 부드럽고 당도가 높은 떫은감인 ‘핑핵무(Hiratanenashi)’와 ‘도근조생(Tonewase)’을 탈삽하여 생과로 많이 이용하고 있고(4), 이스라엘은 떫은감인 ‘Triumph’ 품종을 탈삽하여 ‘Sharon’이라는 상표명으로 세계시장에 수출하고 있다(5). 국내에서도 떫은감 탈삽 생과의 생산과

*Corresponding author. E-mail : yjl@pusan.ac.kr
Phone : 82-55-350-5524, Fax : 82-55-350-5529
Received 3 August 2017; Revised 18 September 2017; Accepted 12 October 2017.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

수출에 대한 시도가 있었으나 탈삼 후 빠른 연화와 과피흑변 등의 장애 발생과 탈삼 과실에 대한 소비자의 인식 부족 등으로 아직 그 실적이 미미한 실정이다.

뽕은감에서 느끼는 뽕은맛은 폴리페놀의 일종인 가용성 타닌(tannin)에 의한 것이다. 타닌 세포에서 용출된 타닌이 허의 단백질과 결합하여 윤회작용이 약해지면서 뽕고 마른 맛을 느끼게 된다. 뽕은맛이 없어지는 탈삼은 acetaldehyde에 의한 것(6,7)과 감이 홍시가 될 때 생성된 펙틴 물질 등의 세포벽 분해산물과 타닌과의 결합에 의한 것(8,9)이 있다. Acetaldehyde에 의한 탈삼은 acetaldehyde가 가용성 타닌과 축합하고 중합하여 뽕은맛을 느낄 수 없는 고분자의 불용성 타닌으로 되는 것이다(6).

Acetaldehyde와 타닌의 축합과 중합 원리를 이용한 인위적인 탈삼에는 ethanol을 처리하는 방법(10,11), CO₂를 처리하는 방법(11-14) 및 modified atmosphere packaging(MAP)를 이용하는 방법(15,16)이 사용되고 있다. 이중 MAP 탈삼은 포장과 과실의 호흡을 통해 조성된 혐기 및 고농도 이산화탄소 조건으로 acetaldehyde를 생성시켜 탈삼하는 방법이다. MAP를 이용한 탈삼은 특수한 시설이 필요치 않으며 품종 특성에 맞는 적절한 포장 조건이 이루어지면 탈삼과 저장을 동시에 할 수 있다. 더불어 MA 포장된 상태에서 유통과 판매가 되므로 상품성 유지에도 효과적이다.

본 연구는 대과종인 ‘상감동시’를 대상으로 MAP를 이용한 탈삼을 수행하였다. ‘상감동시’는 상주감연구소에서 김천지방에 분포하는 지방종 우량계통을 선발한 품종으로, 내한성이 비교적 강하고 꼭지가 크고 단단한 특징을 지니고 있다. 중량은 300 g 이상으로 대과이며 연시, 반건시용으로 우수한 특징이 있다. 이 ‘상감동시’를 대상으로 상온과 저온에서 효과적인 MAP 탈삼을 위한 필름의 적정 두께를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 ‘상감동시’는 경상북도 상주시 상주감연구소에서 2015년 10월 14일 수확하여 당일 대학 실험실로 운반하였다. 운반한 과실은 25°C 실험실에서 overnight하면서 약 10시간 정도 온도 평형을 거친 후 상처나 흠이 없는 과실을 선별하여 실험에 사용하였다. 사용된 과실의 중량은 330±28.6 g, 경도는 31.5±3.6 N 이었다.

실험처리

‘상감동시’를 대상으로 상온(25°C)과 저온(-1°C)에서 각각 탈삼에 적절한 PE 필름의 두께를 구명하고자 상온 탈삼 시험은 60, 80, 100, 115, 130 μm 두께의 polyethylene(PE) 필름을, 저온 탈삼 시험은 80, 100, 115, 130 μm 두께의

PE 필름으로 날개 포장하였다. 포장 규격은 14.5 cm×18.0 cm이었으며 진공포장 하였다. 포장 후 상온과 저온에서 탈삼을 진행하면서 조사하였다.

탈삼 및 품질 조사

탈삼은 탈삼지수(astringency index)로 나타내었다. 탈삼지수는 5% FeCl₃용액에 침지하여 건조한 filter paper에 과실의 종단면을 압착시켜 균청색으로 착색된 정도에 따라 육안으로 등급을 판단하였다(17). 발색 정도가 심한 것은 4(탈삼되지 않은 것), 발색이 전혀 나타나지 않는 것은 0(탈삼된 것)으로 설정하여 다섯 등급으로 나누었으며, 식용이 가능한 상태를 1이하로 판정하였다.

과육의 경도는 물성분석기(TA-XT2, SMS, Surrey, England)를 이용하여 과실 적도 부위의 마주보는 두 곳을 측정하였다. 이 때 과피는 약 1 mm 제거하였고 직경 5 mm의 탐침으로 5 kg의 힘을 가하면서 10 mm까지 측정하여 최고값으로 나타내었다. 색도(color chart)는 경상남도 농업기술원 단감연구소에서 제작한 단감 색도계를 이용하여 3(황색)-7(적색)의 index값으로 표현하였다. 과피흑변과(peel blackening), 과경부연화과(style-end softening), 과육갈변과(top flesh browning), 부패과 발생률은 다년간 탈삼 연구를 수행해온 전문가 1인이 육안으로 관찰하여 전체과실에 대한 발생과실의 백분율로 나타내었다.

통계 분석

실험 처리구는 완전임의배치법으로 처리당 상온 시험구는 12과 저온 시험구는 10과씩 처리하고 조사하였다. 실험 결과의 통계분석은 IBM SPSS Statistics(22, IBM Corp., Armonk, NY, USA) program으로 ANOVA 분석과 p<0.05수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

MAP 상온(25°C) 탈삼 시 과실의 탈삼지수, 경도 및 색도

‘상감동시’를 MAP하여 상온에 보관하면서 필름 두께에 따른 탈삼지수, 경도 및 색도의 변화를 조사하였다(Fig. 1). 필름 두께가 두꺼울수록 탈삼이 빨라지는 경향을 보였으나 두께에 관계없이 모든 처리구에서 5일만에 식용이 가능한 상태로 탈삼되었다. 이는 3-4일 만에 탈삼되는 constant temperature short duration(CSTD, 95-98% CO₂, 24 h, 25°C) 탈삼(18)과 비슷한 시간에 탈삼된 것으로 상온에서 MAP 처리를 통하여 비교적 짧은 시간에 탈삼이 가능한 것으로 확인되었다. 필름이 두꺼울수록 탈삼 속도가 빠른 것은 두꺼울수록 기체투과도가 낮아 포장 내 저농도 산소와 고농도 이산화탄소 조건이 빠르게 조성되고 이로 인하여 혐기호흡

의 산물인 acetaldehyde가 빠르게 축적되어 탈삼 속도의 차이를 보인 것으로 판단된다(15,20). 10일에 가장 얇은 60 μm 두께에서 탈삼지수가 오히려 낮은 것은 상대적으로 호흡속도가 높아 숙성이 빨리 진행되어 펙틴 등의 세포벽

분해 물질이 타닌과 결합한 것(8,9)이 다소의 영향을 미친 것으로 사료된다.

경도는 탈삼 기간이 길어질수록 다소 감소하는 경향이었으나 비교적 높은 경도를 유지하였다. CTSD 탈삼에서는 탈삼 후 과실이 빨리 연화되는 것이 매우 큰 문제이나(20), 본 MAP 탈삼에서는 이러한 문제가 발생되지 않았다. 이는 95-98% CO_2 를 24시간 처리 후 바로 해제하는 CTSD 탈삼과 달리 포장을 계속 유지하는 MAP에 의한 지속적인 호흡억제(15)를 통하여 생리대사를 억제시킨 결과로 해석된다. 탈삼감으로서 '상감동시' 감의 상품성의 한계 경도는 약 15 N으로 판단되었는데, 모든 두께에서 20일까지 한계 정도 이상은 유지되었으나 100 μm 두께에서 가장 높은 값(23.3-26.5)을 나타냈다.

색도는 모든 처리구에서 5일까지 증가하다 이후 유지되는 경향을 보였다. 3일까지는 필름 두께가 두꺼울수록 다소 높은 경향이었으나 5일부터는 두께에 따른 차이는 크게 나타나지 않았으나 60 μm 두께가 가장 높았다(Fig. 1C).

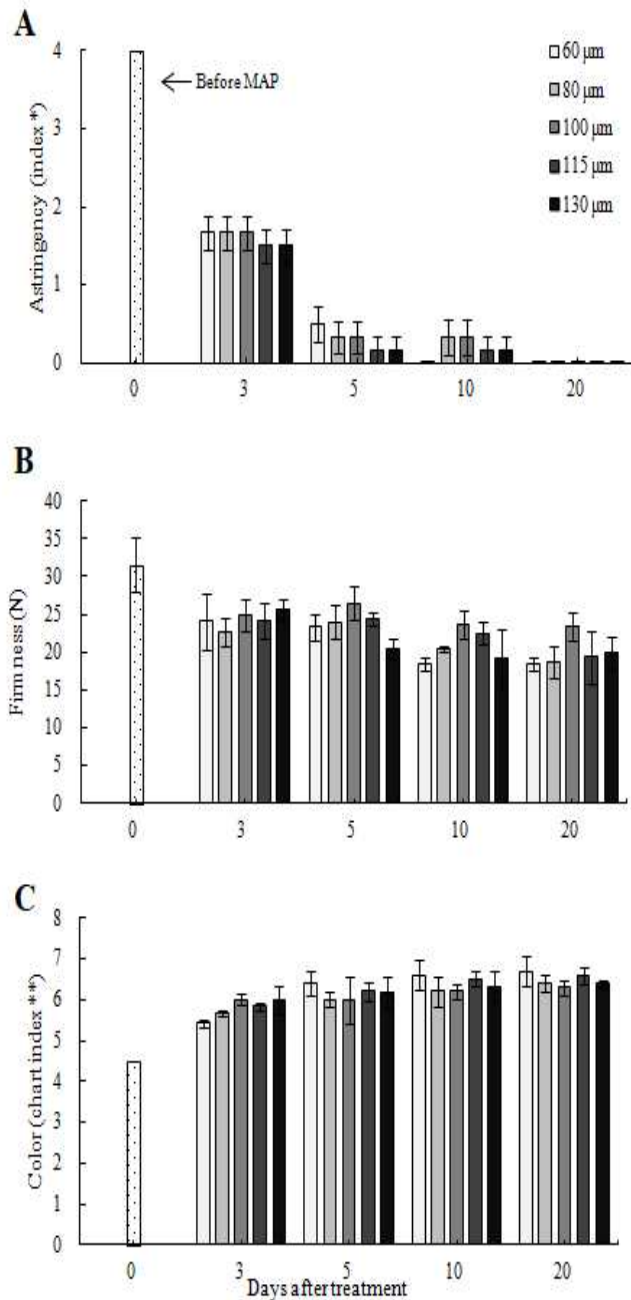


Fig. 1. Changes in degree of astringency (A), flesh firmness (B) and peel color (C) of 'Sanggamdungsi' persimmon affected by PE film thickness of 60, 80, 100, 115, 130 μm during vacuum packaged individually stored at room temperature (25°C).

*Astringency was graded to index value from 0 (non-astringency) to 4 (most astringency). Values of 1 or less indicate that fruit was edible.

** Color was measured to index value from 3 (yellow) to 7 (red) by color chart. Vertical bars indicate SE.

MAP 상온(25°C) 탈삼시 과피흑변, 과정부연화, 과육갈변 및 부패 발생률

MAP 후 상온에서 탈삼되는 과정에서 과피흑변, 과정부연화, 과육갈변 및 부패가 발생되었다(Table 1). 과정부연화는 과정부의 과육이 연화되는 것으로 연화되지 않으면서 갈변되는 과육갈변과는 구별되었다(Fig. 2). 과정부연화는 3일부터 발생되기 시작하였으며 발생률이 높지는 않았다. 탈삼일수나 필름두께와 상관없이 발생하였는데, 이는 MAP가 직접적인 원인이 아니라 단감에서 보고된 것(21)과 같이 품종의 유전적 특성과 더불어 재배 시 칼슘부족이 원인으로 생각된다. '상감동시'는 칼슘에 민감한 품종으로 생각되며 차후 칼슘시비와 과정부연화와의 관계에 관한 연구가 필요할 것으로 보인다.

과피흑변은 과피내에 존재하는 타닌성 물질의 일종인 polyphenol이 그 산화 효소인 polyphenol oxidase와의 반응에 의하여 생기는데, 수소가 수용체가 되어 분자상의 산소를 흡수하여 polyphenol이 quinone 형태로 산화되고 이러한 quinone류의 물질이 중합하여 흑색 색소인 melanin을 형성하여 발생하는 것으로 알려져 있다(22,23). 과피흑변은 처리 5일까지는 발생되지 않았으나 처리 10일에는 60 μm 포장의 과실에서 50%로 가장 많이 발생하였으며 80 μm 에서는 발생되지 않았고 100, 115, 130 μm 포장의 과실에서 각각 16.7, 16.7, 33.3% 발생하였다. 20일에는 필름 두께에 관계없이 모든 과실에서 발생하여 상품성이 크게 저하되었다. 60 μm 에서 높은 것은 필름의 기체투과도가 높아 포장내로 산소가 많이 투과된 것이 원인으로 생각되고, 130 μm 에서 높은 것은 수분 투과도가 낮아 포장내 습도가 높은 것이 원인이 아닌가 생각된다. 전체적으로 과피흑변은 필름 두께 보다는 시간에 더 큰 영향을 받는 것으로 판단되었다.

과육갈변은 10일까지는 발생되지 않았으며, 20일에서 60, 80 μm 에서는 발생되지 않았고 100, 115, 130 μm 에서 각각 16.7, 16.7, 50.0%가 발생하여 필름의 두께가 두꺼울수록

Table 1. The effect of MAP on the quality of ‘Sanggamdungsi’ persimmon affected by PE film thickness of 60, 80, 100, 115, 130 μm during vacuum packaged individually stored at room temperature (25°C)

Days after MAP (day)	Film thickness (μm)	Peel Blackening (%)	Style-end softening (%)	Top flesh browning (%)	Decay (%)
3	60	0.0 ¹⁾	0.0 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	80	0.0 ^c	16.7 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	100	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	115	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	130	0.0 ^c	33.3 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
5	60	0.0 ^c	16.7 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	80	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	100	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	115	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	130	0.0 ^c	16.7 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
10	60	50.0 ^b	16.7 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	80	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	100	16.7 ^{bc}	16.7 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	115	16.7 ^{bc}	33.3 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
	130	33.3 ^{bc}	16.7 ^a	0.0 ^c	0.0 ^b
20	60	100.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^c	16.7 ^{ab}
	80	100.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^c	16.7 ^{ab}
	100	100.0 ^a	0.0 ^a	16.7 ^b	50.0 ^a
	115	100.0 ^a	16.7 ^a	16.7 ^b	33.3 ^{ab}
	130	100.0 ^a	16.7 ^a	50.0 ^a	50.0 ^a
Significance					
Days after MAP (A)	NS ²⁾	***	**	***	
Film thickness (B)	NS	NS	NS	NS	
A×B	***	NS	*	NS	

¹⁾Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

²⁾NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $p < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

많이 발생하는 경향을 보였다. 이는 필름의 두께가 두꺼울수록 기체투과도가 낮아 포장 내부의 산소농도가 더 빨리 낮아지기 때문으로 생각된다. 과육갈변은 단감 MAP 저장에서 포장내 산소농도가 0.3% 이하에서 다량 발생하는 저농도 산소 장해로 알려져 있다(24).

부패는 10일까지는 발생되지 않았으나 20일에는 16.7-50.0%의 발생률을 보였다. 필름 두께 보다는 시간에 더 큰 영향을 받는 것으로 판단되었다.

이상의 결과와 연구자가 조사를 하면서 느낀 것과 데이터 값의 증가와 감소의 기울기 등을 고려하여 종합적으로 살펴보면 ‘상감동시’ 상온 MAP 탈삼은 PE 필름 80-100 μm 두께에서 5일 만에 탈삼되며 10일까지 상품성 있는 유통이 가능한 것으로 추정되었다.

MAP 저온(-1°C) 탈삼시 과실의 탈삼지수, 경도 및 색도

‘상감동시’를 MAP하여 저온에서 탈삼 시 필름 두께에 따른 탈삼지수, 경도 및 색도를 조사하였다(Fig. 3). 탈삼은 30일까지는 필름 두께가 두꺼울수록 탈삼 속도가 빨랐으며, 상온 탈삼 보다 필름 두께에 따른 탈삼 속도 차이가 더 크게 나타났다. 30일에 115, 130 μm 포장의 과실에서는 식용이 가능한 상태로 탈삼되었으나 나머지 필름에서는 탈삼지수 1.8-2.3수준으로 탈삼이 완료되지 않았다. 60일에는 모든 처리구에서 탈삼지수가 0.0으로 나타났는데 50일 경에 완전히 탈삼된 것으로 판단된다. 상온에서 5일만에 탈삼된 것에 비해 비교적 긴 시간이 걸렸으나 저온에서는 50일 정도에 탈삼이 가능한 것으로 판단되었다.

경도는 시간이 길어질수록 다소 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3B). 두께에 따른 큰 차이는 없었으나 두께가 두꺼울수록 경도가 높은 경향을 보였다. 이는 필름 두께가 두꺼울수록 호흡이 더 많이 억제되어 숙성이 지연되는데 기인하는 것으로 생각된다. 색도는 모든 처리구에서 시간이 길어질수록 점차 증가하는 경향을 보였으며, 필름 두께에 따른 차이는 크지 않았다.

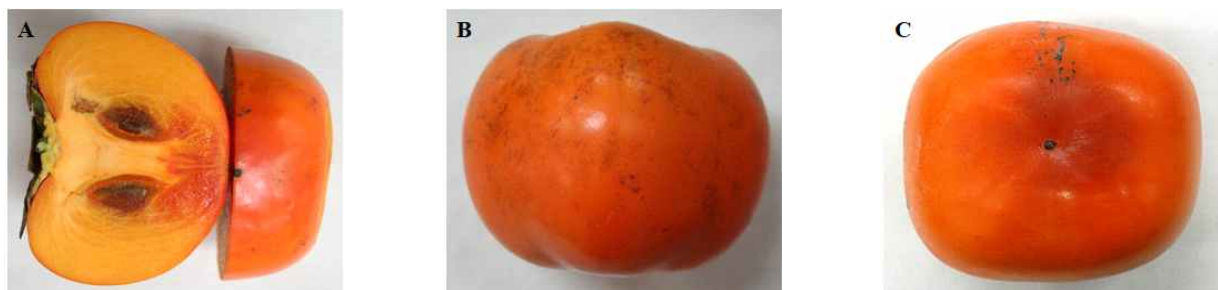


Fig. 2. Types of disorder of ‘Sanggamdungsi’ persimmon affected by PE film thickness at room temperature (25°C).

A, style-end softening; B, peel blackening; C, top flesh browning.

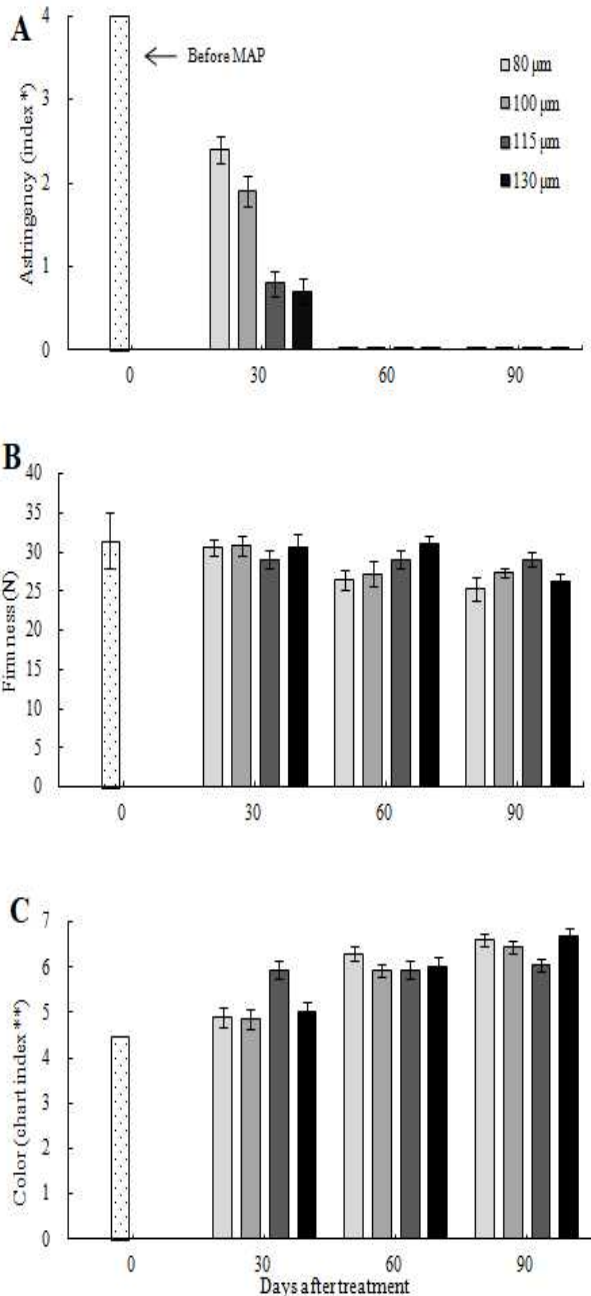


Fig. 3. Changes in degree of astringency (A), flesh firmness (B) and peel color (C) of ‘Sanggamdungsi’ persimmon affected by PE film thickness of 80, 100, 115, 130 μm during vacuum packaged individually stored at room temperature (-1 °C).

* Astringency was graded to index value from 0 (non-astringency) to 4 (most astringency). Values of 1 or less indicate that fruit was edible.

** Color was measured to index value from 3 (yellow) to 7 (red) by color chart. Vertical bars indicate SE.

MAP 저온(-1 °C) 탈삼시 과피흑변, 과정부연화, 과육갈변 및 부패 발생률

‘상감동시’를 MAP 후 저온에서 탈삼 시 저장 90일까지 과육갈변과 부패는 발생되지 않았으나 과정부연화와 과피흑변이 발생되었으며(Table 2), 90일에 115와 130 μm에서

이취가 발생하는 문제가 있었다(data not shown). 과정부연화는 60일까지는 거의 발생되지 않았으며 90일에는 115 μm 포장의 과실을 제외한 나머지 처리구에서 30-50% 발생되었다. 과피흑변은 60일까지는 발생되지 않았으나 90일에 발생되었으며 필름이 두꺼울수록 많이 발생되었다. 45-60 μm 두께의 PE 필름을 사용하는 단감 MAP 저장에서 과피흑변은 두께가 얇을수록 포장 내 산소농도가 높아 산화가 촉진되어 많이 발생하는 것으로 알려져 있는데(25,26), 본 연구에서는 필름 두께가 두꺼울수록 과피흑변이 많이 발생하는 상이한 결과를 나타내었는데 이는 상온과 마찬가지로 일정 두께 이상에서는 이미 낮아진 산소 농도보다 높은 습도가 과피흑변 발생에 더 큰 영향을 미친 것으로 생각된다.

과육갈변은 저온에서는 발생되지 않았다. 이는 상온에 비해 저온에서 포장내 저농도 산소조건이 급속도로 진행되지 않기 때문으로 판단된다.

부패는 모든 필름 두께에서 90일까지 전혀 발생되지 않았다. 이는 저온과 MAP 조건이 부패균의 발생을 강하게 억제한 효과로 해석된다.

이상의 결과와 연구자가 조사를 하면서 느낀 것과 데이터 값의 증가와 감소의 기울기 등을 고려하여 종합적으로 살펴보면 ‘상감동시’ 감의 저온 MAP 탈삼은 PE 필름

Table 2. The effect of MAP on the quality of ‘Sanggamdungsi’ persimmon affected by PE film thickness of 80, 100, 115, 130 μm during vacuum packaged individually stored at room temperature (-1 °C)

Days after MAP (day)	Film thickness (μm)	Peel Blackening (%)	Style-end softening (%)	Top flesh browning (%)	Decay (%)
30	80	0.0 ^{d1)}	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^a
	100	0.0 ^d	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^a
	115	0.0 ^d	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^a
	130	0.0 ^d	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^a
60	80	0.0 ^d	10.0 ^{ab}	0.0 ^a	0.0 ^a
	100	0.0 ^d	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^a
	115	0.0 ^d	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^a
	130	0.0 ^d	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^a
90	80	30.0 ^c	30.0 ^{ab}	0.0 ^a	0.0 ^a
	100	50.0 ^b	50.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
	115	50.0 ^b	0.0 ^c	0.0 ^a	0.0 ^a
	130	70.0 ^a	40.0 ^{ab}	0.0 ^a	0.0 ^a
Significance					
Days after MAP (A)		*** ²⁾	**	NS	NS
Film thickness (B)		NS	NS	NS	NS
A×B		***	*	NS	NS

¹⁾Mean separation within each columns by Duncan’s multiple range test at p<0.05.

²⁾NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at p<0.05, 0.01 or 0.001, respectively.

80-100 μm 두께에서 약 50일 만에 탈삽되며 80일까지 상품성을 유지한 유통이 가능한 것으로 추정되었다.

요 약

상온(25°C)과 저온(-1°C)에서 modified atmosphere packaging (MAP)를 이용한 ‘상감동시’ 감의 탈삽처리를 통하여 각 온도에서 PE 필름의 적정 두께를 구명하고자 하였다. 60(상온에서만 사용), 80, 100, 115, 130 μm 두께의 PE 필름을 이용하여 날개 진공포장 후 각각 상온과 저온에서 탈삽하였다. 상온에서 탈삽은 필름 두께가 두꺼울수록 속도가 빠른 경향이었으나 모든 처리구에서 두께에 관계없이 5일 만에 식용이 가능한 상태로 탈삽되었다. 경도는 모든 처리구에서 비교적 높게 유지되었다. 과육갈변(top flesh browning)과 부패는 20일에 발생되었으며 과피흑변(peel blackening)과 과정부연화(style-end softening)는 적정 두께에서 거의 문제 되지 않았다. 상온 MAP 탈삽의 적정 PE 필름 두께는 80-100 μm 로, 이 두께에서 5일만에 탈삽되어 10일까지 상품성을 유지한 유통이 가능한 것으로 판단되었다.

저온에서의 탈삽도 필름 두께가 두꺼울수록 속도가 빨랐으며 50일경에 두께에 관계없이 완전히 탈삽되었다. 경도는 필름 두께에 따른 큰 차이는 없었으나 두꺼울수록 높은 경향을 보였다.

과육갈변과 부패는 필름 두께와 관계없이 모든 처리구에서 90일까지 발생되지 않았다. 과피흑변과 과정부연화는 90일에 발생되었으며 115와 130 μm 두께에서 이취가 발생되었다. 저온 MAP 탈삽의 적정 PE 필름 두께는 80-100 μm 로, 이 두께에서 50일만에 탈삽되어 80일까지 상품성을 유지한 유통이 가능한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ01166403)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

References

1. Korea Statistical Information Service. http://kosis.kr/ups/ups_01List.jsp?pubcode=IG (accessed August 2017)
2. Nam HC, Lee HJ, Hong SJ, Kim SJ, Kim TC (1998) Varietal differences in fruit characteristics of sweet and astringent persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.). Hort Environ Biotechnol, 39, 707-712
3. Hong SG, Hwang J (1980) Difference in Freezing

Resistance between Common and Sweet Persimmon. J Forest sci and technol, 48, 25-28

4. Itamura H, Zheng Q, Akaura K (2004) Industry and research on persimmon in Japan. In : Proceedings of the third international symposium on persimmon, Park YM, Kang SM (Editors), ISHS, Acta Horticulturae 685, 37-43
5. Llácer G, Badenes ML (2002) Persimmon production and market. In : Bellini E, Giordani E (Editors), First Mediterranean symposium on persimmon, CIHEAM, Zaragoza, Spain, 51, 9-21
6. Matuo T, Ito S, Ben-Arie R (1991) A model experiment for elucidating the mechanism of astringency removal in persimmon fruit using respiration inhibitors. J Japan Soc Hort Sci, 60, 437-442
7. Sohn TH, Choi CJ, Cho RK, Seog HM, Seong CH, Seo OS, Ha YS, Kang JH (1978) Studies on the utilization of persimmons: (Part 5) Investigation of the optimum thickness of film bag for poly ethylene film storage of astringent variety. Korean J Food Sci and Technol, 10, 73-77
8. Taira S, Ono M (1997) Reduction of astringency in persimmon caused by adhesion of tannins to cell wall fragments. In : Proceedings of the first international symposium on persimmon, Subhadrabandhu S (Editor), ISHS, Acta Horticulturae, 436, 235-241
9. Taira S, Ono M, Matsumoto N (1997) Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. Postharvest Biol Technol, 12, 265-271
10. Kato K (1990) Astringency removal and ripening in persimmons treated with ethanol and ethylene. HortScience, 25, 205-207
11. Kim AJ (1994) Studies on the deastringency of astringent persimmon fruit. MS Thesis, Seoul University, Korea
12. Pesis E, Levi A, Ben-Arie R (1988) Role of acetaldehyde production in the removal of astringency from persimmon fruits under various modified atmospheres. J Food Sci, 53, 153-156
13. Byun HS, Park SH, Roh YK, Sung JJ (1999) Changes in the quality of astringent persimmon during removal of astringency by carbon dioxide. Korean J Postharvest Sci Technol, 6, 392-397
14. Ham YJ, Park YM (2003) Evaluation of astringency removal process in carbon dioxide flushing system and storability of ‘Sagoksi’ persimmon fruits. J Korean Soc Hort Sci, 44, 417-421
15. Pesis E, Levi A, Ben-Arie R (1986) Deastringency of persimmon fruits by creating a modified atmosphere in

- polyethylene bags. *J Food Sci*, 51, 1014-1016
16. Seong JH (1994) Investigation on the condition of the removal of astringency during MA storage of astringent persimmon variety. *Korean J Postharvest Sci Technol Agric Products*, 1, 15-20
 17. Gazit S, Levy Y (1963) Astringency and its removal in persimmons. *Israel J Agr Res*, 13, 125-132
 18. Kim HC, Bae KS, Hong JU, Kim TC (2005) Shelf-life of de-astringent fruits with treating high carbon dioxide in astringent persimmon cultivars. *Kor J Hort Sci Technol*, 23, 413-417
 19. Seong JH, Goo MS, Chung HS (2008) Changes of quality and astringency of persimmon due to modified atmosphere packaging. *Korean J Food Preserv*, 15, 225-230
 20. No JK, Lee MH (1998) Removal of astringency in persimmons by chitosan. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 27, 648-652
 21. Moon BW, Kang IK, Lee YC, Choi JS (2002) Effects of tree-spray of liquid calcium compounds on the mineral nutrients, blossom-end browning and quality of non-astringent persimmon fruits. *Hortic Environ Biotechnol*, 43, 54-57
 22. Thomson RH (1964) Structure and reactivity of phenolic compounds. In : *Biochemistry of phenolic compounds*, Harborne JB (Editor), Academic Press, London, England, p 1-32
 23. Macheix JJ, Fleuriet A, Billot J (1990) Changes and metabolism of phenolic compounds in fruits. In : *Fruit phenolics*, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA, p 149-221
 24. Lee YJ (2004) Optimal dimension of PE film bag according to fruit size in MAP storage of 'Fuyu' persimmon fruit. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 733-739
 25. Lee YJ (1998) Developmental aspects and casual factors affecting the incidence of black stain and flesh browning disorder during storage of 'Fuyu' persimmon (*Diospyros kaki* T.). Ph D Thesis, Donga University, Korea
 26. Park JE (1999) Observation of the discolored tissues and occurrence of blackening and flesh browning disorder of persimmon (Fuyu) according to the PE film thickness. Ph D Thesis, Donga University, Korea, p 10-12