



Pallet-unit MAP처리에 따른 봄배추의 선도 연장 효과

이영주 · 이해옥 · 김지영 · 김병삼*
한국식품연구원

Effect of Pallet-unit MAP Treatment on Freshness Extension of Spring Chinese Cabbage

Young-Joo Lee, Hye-Ok Lee, Ji-Young Kim, Byeong-Sam Kim*
Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea

Abstract

Chinese cabbage is produced and consumed as a main material for kimchi and as a staple vegetable in Korea throughout the year. However, due to environmental changes unbalance between supply and demand is repeated annually, requiring development of long-term storage technologies. Chinese cabbages, were harvested, put in plastic boxes, and precooled at 2°C for 24 hours using forced air precooler. After precooling, Chinese cabbages were MAP-treated with 0.02 mm HDPE film and functional film and stored at low temperature ($1 \pm 0.5^\circ\text{C}$). The weight-loss rates after 9-weeks of storage were 8.47% in the control group, 4.07% in the HDPE film-treated group, and 3.07% in the functional film-treated group, respectively, suppressing weight loss. Trimming loss rate after 6-weeks of storage was 6.86% in the functional film MAP-treated group and lower than 7.50% in the control group. In the sensory test with 7 points as the limit of commodity, the control group lost it after 6-weeks of storage while the MAP-treated groups retained over 7 points. The functional film MAP-treated group showed over 6 points for processing as kimchi until 9-weeks of storage, proving that Pallet-type MAP storage is effective for extending storage life of spring Chinese cabbage.

Key Words: Chinese cabbage, modified atmosphere packaging, storage

1. 서 론

배추(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*)는 품종과 재배기술의 발전으로 연중 생산되고 있는데, 최근 지구온난화에 따른 기상변화로 인해 생산량 차이가 심하게 발생하여 공급량의 부족으로 배추의 수급 불균형이 반복되고 가격 폭등으로 국민 경제에 큰 영향을 미치고 있으며 유통과정 및 보존성 결여 등의 문제점이 발생하고 있다(Lee et al. 2012). 이러한 이유로 생산 여건의 제한성 때문에 가격의 안정화와 원활한 수급을 위해서는 배추의 저장기간 연장을 위한 기술의 필요성이 높아지고 있다(Kim et al. 2001).

배추의 품질을 저하시키는 주요 원인은 수분손실, 경도변화, 저온장해, 부패 등으로 수확 후 손실로 인해 저장성을 저하시킨다. 배추는 대표적인 엽채류로서 표면적이 넓어 수분증발이 많이 일어나며 수분증발로 인해 무게도 감소하고 외엽의 신선도 저하로 상품성 및 저장성이 현저히 감소하여 장기저장이 어렵고 특히 봄배추의 경우는 수확 후 품온을 떨어뜨리는 예냉 전처리 기술을 적용하고 저장방법에 새로운

기술을 적용하여 현행 저장기간보다 증가할 수 있는 기술이 요구되고 있다(Yang et al. 1993; Kim et al. 2007). 배추와 같은 원예작물의 경우 수확 후 저장이나 유통하는 동안 단일환경조건의 제어만으로 선도유지에 제한적이므로 저장기간을 연장할 수 있는 처리기술이 요구되며(Kim 1995) 온도, 습도, 대기환경 등을 조절하는 주요한 기술로서 산지 예냉과 저온유통기술, 포장기술 등이 필요하다(Kim 1997).

현재 저온저장 시 온습도 관리, 예냉과 포장재의 효과에 관한 연구 등이 다양하게 진행되었고 있으며 배추 선도 유지를 위해서는 저장 중 신선도 유지를 위한 다양한 종류의 선도유지용 필름을 이용한 Modified atmosphere packaging (MAP) 포장기술이 적용되고 있다(Kader et al. 1989). 그러나 저장기간을 연장하기 위하여 포장에 의해 적절한 습도를 유지하는 것이 바람직하나, 부적합한 포장 방법을 이용할 경우 부패가 심해지는 등 오히려 품질저하를 촉진시킬 수도 있다(Hong 2002; Kim et al. 2010). 한편, 상자 단위의 MAP 저장은 작업 비효율성으로 현장 적용성이 떨어져 Pallet단위의 MAP적용기술 개발이 요구되고 있다.

*Corresponding author: Byeongsam Kim, Korea Food Research Institute, 1201-62, Anyangpangyo-ro, Bundang, Seongnam, Gyeonggi, Korea
Tel: 82-31-780-9142 Fax: 82-31-780-9144 E-mail: bskim@kfri.re.kr

따라서 본 연구는 봄배추의 수급안정을 위한 저장기간 연장을 목표로 저장현장에서 적용할 수 있는 플라스틱 필름을 이용한 Pallet형 MAP처리에 의한 선도연장기술을 연구하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 실험재료 및 처리 조건

본 연구의 공시재료는 강원도 평창에서 2015년 5월 2일에 정식하여 관행적으로 재배한 후 7월 10일에 수확한 봄배추 ‘청옥’ 품종을 이용하였다. 수확된 배추는 즉시 플라스틱상자 (가로55×세로 37×높이 32 cm)에 4-5포기씩 세워서 적입한 후 산지형저장시설에 운송하여 수확 후 전처리를 실시하였다. 수확 직후 배추의 품온은 25°C 내외로 측정되었고 품온을 낮추기 위한 예냉처리는 차압예냉장치를 이용하여 냉기 온도 2°C로 24시간 냉각하였다<Figure 1>. 예냉처리를 하지 않고 바로 저온 저장한 경우를 대조군으로 하고 예냉처리 한 배추는 저장성을 향상시키기 위해 플라스틱 필름으로 커버링 처리 하였다. 각 pallet마다 플라스틱박스를 6개씩(2×3개) 7단 적재하고 pallet단위로 미세천공(10 mm 간격)이 있는 0.02 mm 두께의 High density polyethylene (HDPE) 필름 (Taebang patec Co.)과 제올라이트 및 페그마타이트 분말이 함유되어 기체투과성, 투습성을 가진 0.04 mm 두께의 Linear low density polyethylene (LLDPE) 기능성 필름(F-film; Wizfresh Co., Seoul, Korea)으로 커버링하여 1±0.5°C로 유지되는 저온저장고에 보관하면서 실험을 수행하였다<Figure 2>.

2. 품질특성

1) 중량감모율

중량감모율은 배추의 저장 초기 무게와 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기중량에 대한 백분율로 나타내었다.

2) 정선손실율

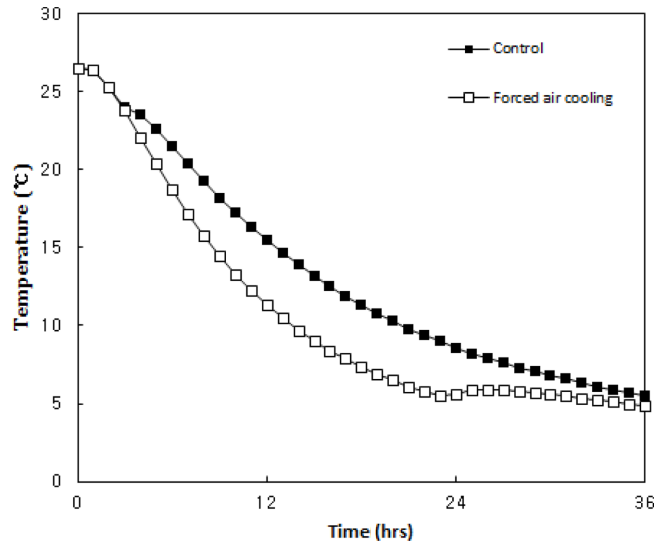
배추의 신선도 및 상품화 가능성 파악을 위해 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 김치제조에 이용이 불가능한 배추의 잎을 제거한 후 배추의 무게를 측정하여 정선손실율을 나타내었다.

3) 수분함량

배추의 수분함량은 105°C 상압건조법으로 drying oven (MOV-212F, Sanyo, Japan)을 이용하여 배추 건조 중량이 항량이 될 때까지 건조하여 측정하였다.

4) 가용성 고형물

가용성 고형물 함량은 정선된 배추를 착즙하여 굴절당도계(PR-1, Atago, Japan)로 측정한 후 °Brix로 표시하였다.



<Figure 1> Changes in temperature of Chinese cabbage during precooling



<Figure 2> Appearance of Pallet-unit MAP Treatment
A, control; B, HDPE film; C, LLDPE F-film

5) 경도

정선한 배추의 최외각 부분과 배추 속을 제외한 줄기 중간 부위를 골라 두께가 약 0.5 cm인 것을 선별하여 동일한 면적으로 절단한 후 (4×6 cm) texture analyzer (TA-XT Express, Stable Micro Systems, UK)를 사용하였고, puncture test를 시행하였다. 측정은 배추 표면의 중앙부분에서부터 100% 관통하면서 받는 최대 강도(hardness)를 측정하였고, 이때 측정 조건은 probe의 직경은 1 mm, pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec으로 하였다.






6) 색도

색도는 정선된 배추의 ① 최외각 중륜부위 ② 절단면 중간부위를 색차계(CR-400, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L, a, b값을 측정하였다.

7) 단축경 길이

단축경 길이 측정은 배추를 반으로 절단한 후 그 길이를 digimatic caliper를 이용하여 측정하였다.

<Table 1> Quality evaluation basis of Chinese cabbage

Characteristics of Quality	Score				
	9	7	5	3	1
External Appearance (Leaf yellowing and decay)	- Outer leaves are not yellow. - Fresh and clean - No yellowing phenomenon	- Keeping clean status - Moisture in outer leaves are decreased a little	- Pressured parts (end of outer leaves or surfaces of overlapping heads) show traces	- Outer leaves are aging, showing yellowing phenomenon - Due to transpiration, texture of midrib is softened.	Severe yellowing phenomenon
Black spot	None	A little	Some	A lot	Very much
Color	- Outer leaves are deep green - Midrib is clear white and glossy	- Gloss of midrib decreased a little - Almost none changes in color	Partially yellowing	Not clear boundary between green and white parts of outer leaves and midrib	Very yellow outer leaves and wholly changing in colors
Off-flavor	None	Very weak	Weak	Strong	Very strong
Texture	Solid	Keeping solidness	Outer leaves and midrib loose their elasticity	Weak elasticity	Decomposed or Deteriorated
Freshness	Very fresh	Comprehensively fresh	Recognized to deteriorating freshness	Quietly deteriorating freshness	Very deteriorating freshness and decomposed
Overall acceptance	Very Good	Good/Marketable	Normal/Possible to process kimchi	Poor	Very poor
Visual image of External Appearance					

8) 관능검사

배추의 관능검사를 위해 품질특성에 대한 교육과 예비검사를 통해 훈련된 패널 요원 중 선정하였으며 연구목적과 취지에 대해 잘 인지하도록 충분히 설명하고 관능검사를 실시하였다. 외관(짓무름, 시들음, 병 발생여부), 색, 이취, 조직감, 신선도, 전반적인 기호도로 구분한 후, 이를 9단계 평정법으로 품질차이특성에 대하여 아주좋음(9점), 좋음(7점), 보통(5점), 나쁨(3점), 아주나쁨(1점)으로 평가하였다<Table 1>.

9) 통계처리

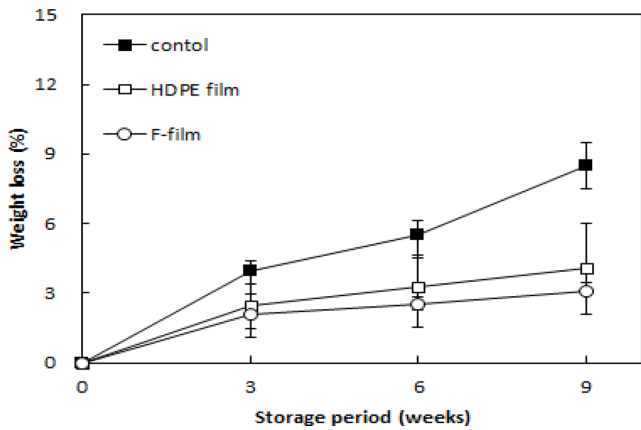
분석된 결과에 대한 통계처리는 SAS/PC+(SAS, 1999)을 사용하여 분산분석을 수행하였고, 시료간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 실시하여 차이를 분석하였다 (p<0.05).

III. 결과 및 고찰

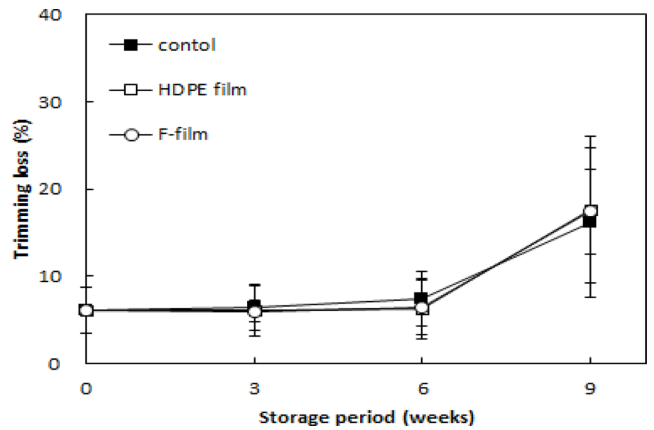
1. 중량감모율

배추 저장 중 외관에 기준한 상품성에 큰 영향을 미치는 인자는 수분손실이다. 수분손실에 의해 시들현상과 탄력의 상실로 조직감이 저하되어 상품성과 김치로서의 가공적성에

도 영향을 미치게 된다. <Figure 3>에 의하면 배추의 중량감모율은 저장기간이 지남에 따라 유의적으로 증가하였으며 (p<0.05), 예냉 후 pallet 단위 MAP처리구가 대조구에 비하여 증가폭이 낮게 나타났다. 대조구의 경우 저장 9주 후 8.47%로 HDPE필름 처리구 4.07%, 기능성필름 처리구 3.07%로 나타난 것에 비해 2배이상 높게 나타났다. 이는 MAP처리가 배추에서 수분방출이 제한되어 중량감소를 억제시킨 것으로 생각되는데, Eum et al.(2013a)은 배추를 liner 처리하였을 때 관행적인 저장방법인 망포장 상태로 저온저장할 경우보다 중량감모율이 현저히 감소한 것으로 보고하였으며, 본 실험에서도 유사한 경향을 나타내었다. 일반적으로 엽채류의 경우 수확 시에는 90-95%의 수분을 함유하여 신선도와 함께 조직의 팽압을 유지하고 있으나 수확 후에는 수분의 공급이 차단됨으로써 수분이 감소하여 중량감소와 동시에 위조현상이 일어나 최후에는 상품성을 상실하게 된다 (Cha et al. 2008). 따라서 생체 중량의 보존은 유통 및 판매 과정에서 신선농산물의 시들 현상을 방지하여 외관 품질을 우수하게 유지하는데 필수적으로 요구되는 사항이다(Park et al. 2012). 따라서 본 실험결과 예냉처리 유무와 MAP처리에 따라 중량감모와 위조 상태에 확연한 차이를 보여, 배추의 저장성을 연장하기 위해서 예냉은 필수적이며 냉기가 배추



<Figure 3> Changes in weight loss of Chinese cabbage during storage



<Figure 4> Changes in trimming loss of Chinese cabbage during storage

에 직접 접촉하지 않으면서 습도조절과 가스조성변화를 위한 MAP처리를 하여 저온장해를 방지하고 배추의 증산작용을 억제하여 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 여겨졌다.

2. 정선손실율

건조되거나 부패된 외부엽을 제거한 후 실제 이용 가능한 배추를 기준으로 조사된 정선손실율은 중량감모율 변화와 비슷한 경향을 보이는데 저장 6주까지 예냉과 MAP처리구에서 약 6.2~6.4%의 정선손실율이 발생하였고, 대조구에서는 7.51%의 정선손실율이 나타났다<Figure 4>. Kim et al. (2001)이 배추의 저장 방법을 달리하여 저장하였을 경우에 폴리에틸렌 필름 포장처리구가 기존의 그물망 포장 저장 방식보다 손실량 등을 기준으로 비교하였을 때 정선손실율이 감소되었다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 저장 9주 이후 모든 처리구에서 정선손실율이 16~17%까지 증가하였고 일부 배추의 경우 외관상으로는 신선하지만 절단할 경우 내부에 생리적장해로 추정되는 중륵 갈변 등이 관찰되어 상품성을 상실한 것으로 판단되었다. 엽채류의 경우 수확전과 수확시의 기상환경이 품질에 직접적인 영향을 미치는데(Eum et al. 2013b), 본 연구의 공시재료인 봄배추의 경우 재배당시 강수량이 적어 가뭄에 의한 배추의 영양생장이 불량하여 나타난 병리장해를 가진 배추에서 특히 이러한 현상이 나타났다.

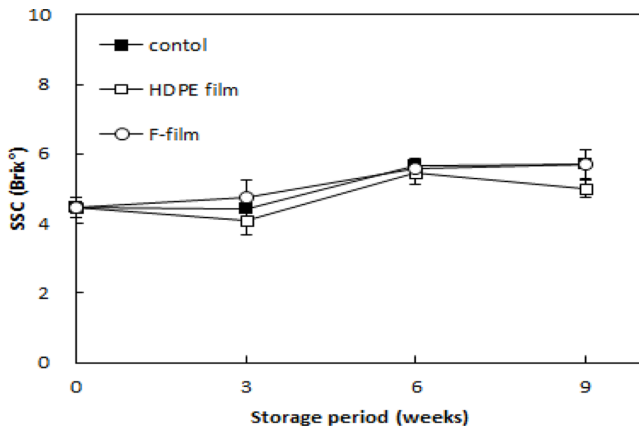
3. 가용성고형물

가용성고형물함량 변화는 <Figure 5>에서 보는 바와 같이 저장 초기에는 4.47°Brix로 나타났는데, 이는 봄 배추 품종별 품질 특성을 비교한 연구에서 봄배추 5품종의 가용성 고형분 함량을 2~3°Brix로 보고하였고(Lee et al. 2013), Bae et al. (2015)은 고랭지배추 ‘춘광’ 품종의 가용성 고형물의 함량을 2~4°Brix로 보고하였는데 본 연구에 사용된 봄배추가 상대적으로 높은 가용성고형물 함량을 나타내었다. 품질 특성 중 가용성 고형물의 함량은 수확 전후의 기상환경에 영

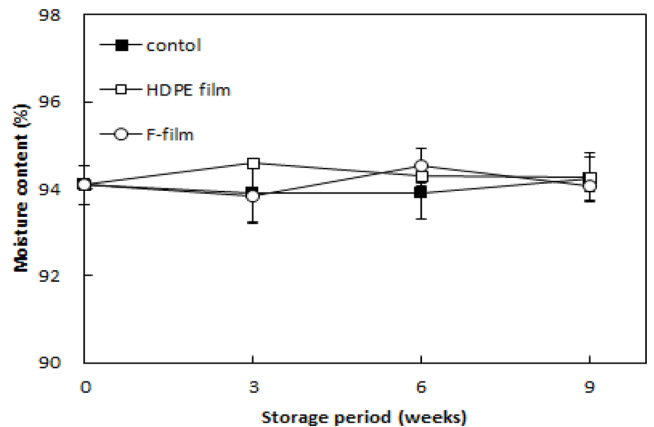
향을 받게 되는데, 수확 전 3일 이상 강우가 없을 때 수확한 양배추에서 높게 나타났다(Eum et al. 2012)는 결과와도 일치하였으며 이는 배추의 재배기간 동안 강우량이 적었던 환경의 영향으로 추정된다. <Figure 5>에서 보면 저장기간동안 모든 처리구에서 가용성 고형물의 함량이 초기와 비슷하게 유지되거나 약간 증가하는 경향을 나타내는데 가용성고형물 함량의 증가는 원예작물의 저장 중 노화의 정도를 확인할 수 있는 주요 요인으로 보고되고 있다(Young et al. 1993). 본 연구에서는 저장 6주후에는 5.43~5.67°Brix로 나타났으며, HDPE필름 MAP처리구에서 상대적으로 증가폭이 낮게 나타났으나 저장기간 전반에 걸쳐서 모든처리구에서 유의적 차이는 낮은 것으로 나타났다.

4. 수분함량

저장 기간 중 배추의 수분함량 변화는 <Figure 6>와 같다. 저장 초기에는 94.08±0.44%로 나타났으며 식품성분표의 노지봄배추(노랑봄배추) 수분함량(95.5%)과 봄배추 품종에 대한 수분함량 조사 연구(Kim et al. 1997; Lee et al. 2008)에 따르면 봄배추의 일반적인 수분함량은 94~96%로 본 연구결과와 유사한 함량을 나타내었다. 수분 함량의 경우 처리구에 따라 가장 큰 차이를 보이는 품질평가 항목인데, 모든 처리구에서 저장기간 전반에 걸쳐 비슷하게 유지되었으며, 처리구간의 유의적 차이를 보이지 않았다(p<0.05). <Figure 6>에서 보면 3주후에는 93.83±0.62~94.59±0.11%, 저장 6주후에는 93.90±0.62~94.53±0.40% 및 저장 9주후에는 94.08±0.16~94.26±0.55%로 나타났다. Ha et al.(2007)에 의하면 저장기간이 길어짐에 따라 호흡작용에 의해 수분함량이 감소하는 경향을 나타낸다고 보고하였는데(Choi et al. 2008), 본 연구에서는 1°C 저온 저장과 MAP처리 등으로 저장기간의 경과와 처리구에 따라 일정한 경향을 보이지는 않았지만 저장기간 동안 일정범위의 수분함량이 잘 유지된 것을 알 수 있었다.



<Figure 5> Changes in soluble solids content of Chinese cabbage during storage



<Figure 6> Changes in moisture content of Chinese Cabbage during storage

5. 색도

배추의 저장 시 변색은 외관적 기호도 측면에서 매우 중요한 품질변화요인으로 특히 표면 갈변은 중요한 품질 지표이며 외관상 품질의 상품성을 좌우한다(Sun et al. 2011). 색도변화는 저장 시 손상으로 인한 짓무름 발생이 일어나는 배추의 최외각 중륵부위와 저장장해로 인한 내부 부패시 변화를 측정하기 위해 절단면의 중간부위를 측정하였다<Figure 7>. 최외각 중륵부위의 L값은 초기 72.71±3.24로 나타났고 처리구별로 큰 차이를 보이지 않았지만 저장기간 동안 유의적으로 증가하는 경향을 나타내어 76.00~77.50으로 나타났으며(p<0.05), 최외각 중륵부위의 b값은 모든 처리구에서 유의적 차이가 인정되지 않아 노화나 갈변에 의한 색의 변화 차이는 구별해낼 수 없었다(p<0.05). 절단면 중간부위의 표면 색택 중 밝기를 나타내는 L 값은 저장 초기에 비하여 저장 기간과 처리구별로 따라 큰 변화가 없는 것으로 나타나 저장 중 장해로 인한 내부 색택변화는 억제된것으로 생각되었다. 적색과 녹색을 나타내는 a 값과 노란색 및 청색을 나타내는 b 값은 저장 중에 감소하다가 증가하는 반복적인 결과를 나타내어 전반적으로 저장기간과 유의적인 변화 차이는 나타나지 않는 것으로 보였다. 배추의 색도 측정은 정선 손질을 통해서 손상된 배추의 겉잎을 3-4매 제거한 후 측정하기 때문에 저장일수가 경과되면 손상되는 겉잎의 수가 많아져 색도의 변화의 차이가 있을 것으로 예상했으나 저장기간 내에서 처리구간의 차이를 확인하기 어려웠다.

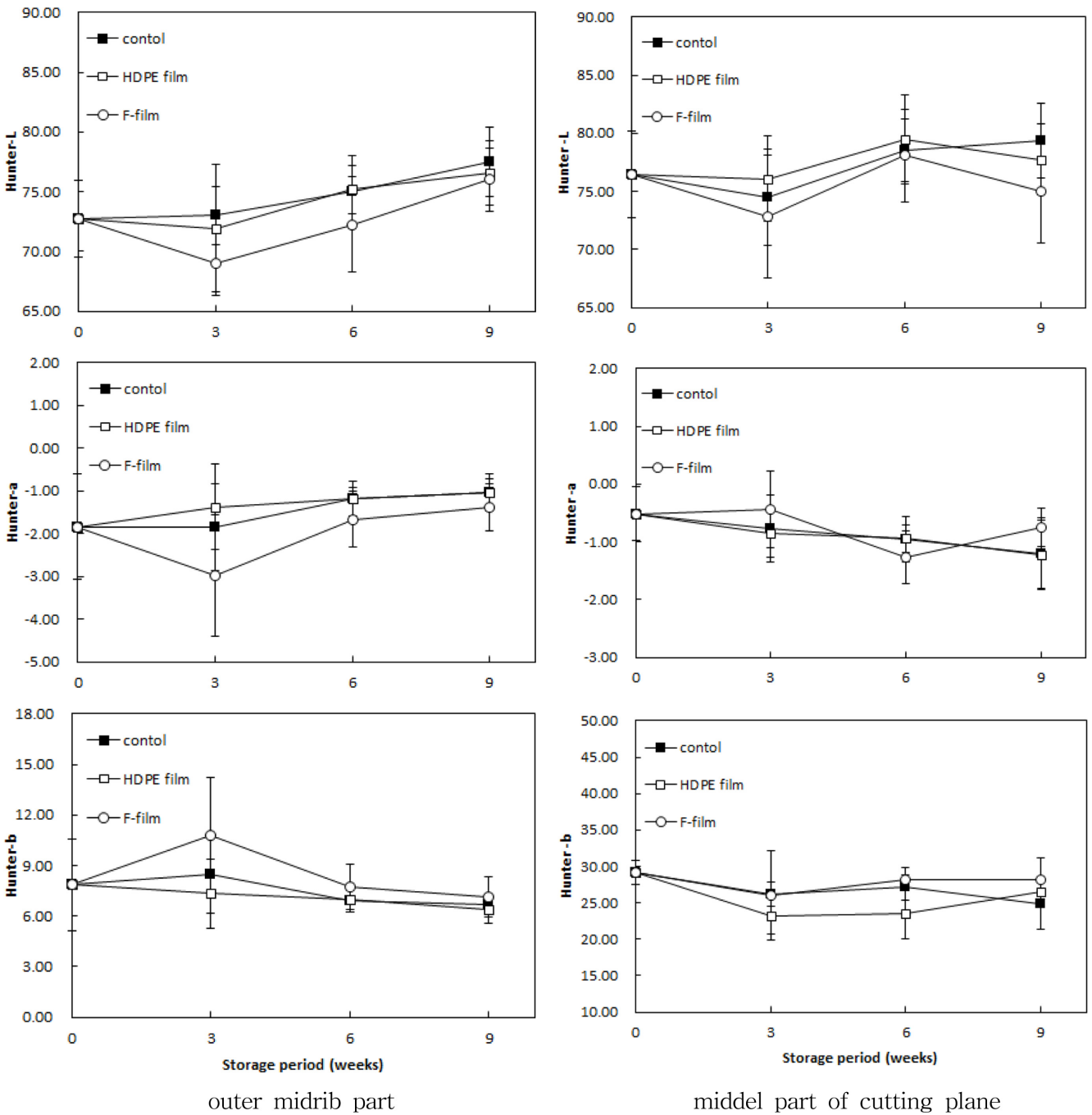
6. 조직감

Pallet형 MAP 저장기술을 적용하여 배추를 저장하면서 저장기간에 따른 조직감의 변화를 측정한 결과는 <Figure 8>과 같다. 저장초기에는 0.72±0.09 kg/force로 나타났고 저장 9주 후 대조구와 기능성필름 처리구는 0.62±0.02 kg/force, 0.70±0.02 kg/force로 저장기간 전반에 걸쳐서 증감의 변화가 적었으며, HDPE필름 MAP처리구에서 저장 9주 후 0.59±

0.07 kg/force로 유의적인 차이를 보였으나 감소의 폭은 크지 않았다(p<0.05). 본 실험에 사용된 cylinder probe는 조직을 파쇄하는데 소요되는 힘의 최고치로 나타내고 이는 조직의 질감 정도나 물렁하거나 유연한 정도를 나타낼 수 있는데 (Jeong et al. 2012) 원예작물은 저장기간이 경과할수록 수분 증발 및 증산에 의해서 수분손실이 야기되면서 외피가 질겨지는 현상이 발생하거나(Talbot 2002) 조직의 연화가 일어나 경도가 낮아져 조직감이 나빠지게 된다. 배추의 경우는 저장기간이 증가할수록 조직내 수분 감소가 일어나 배추 조직의 탄성이 증가는 경향을 보이나 본 연구에서는 1% 내외의 수분감소 변화만 나타남으로써 경도 변화는 크게 나타나지 않은 것으로 생각되었다. 김치의 조직감은 주재료인 배추 조직의 물성 특성에 크게 좌우 되므로(Kim et at. 2000) 본 실험의 배추에 있어서 저장 중 조직의 경도변화를 고려하였을 때 김치 가공에 적합할 것으로 사료되었다.

7. 단축경 길이

봄배추의 경우 온도가 낮은 저온기에 육묘하여 육묘기 온도 관리가 부적절한 경우 추대를 유발하여 상품성 저하를 초래하기도 한다(Seong et al. 2003). 재배관리와 관련된 생리장해 증상 중 하나인 추대 발생은 저온에 의한 꽃눈 분화 후 고온 장일에 의해 촉진되며 결구 부분에 갈색의 반점이 번지고 중심부에서 꽃대가 성장하여 열구됨으로써 품질의 저하로 상품가치가 상실된다. 수확 후 저장기간 동안 발생 유무와 그 변화를 알아보기 위해 단축경의 길이를 측정하였는데, 모든 처리구에서 저장기간 동안 단축경의 길이는 34~40 mm 수준으로 유의적 차이를 나타내지 않았다(p<0.05) <Figure 9>. 이는 저온저장을 통하여 배추의 대사작용이 억제되어 단축경의 성장에 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다. 따라서 수확 후 적절한 저온을 지속적으로 유지하여 주는 것이 추대발생을 억제하고 단축경의 성장에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

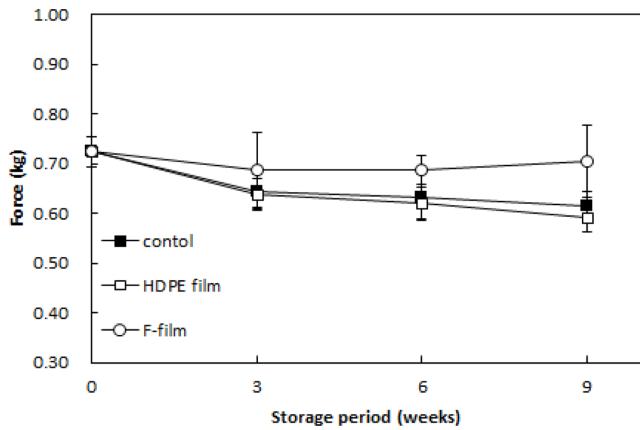


<Figure 7> Changes in color of Chinese cabbage during storage

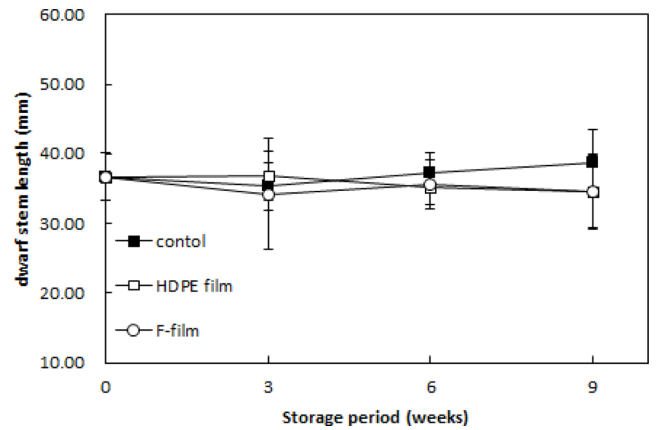
8. 관능특성

배추의 저장기간 동안 품질 변화는 경도와 가용성고형물 등 이화학적 특성만으로 품질을 평가하는데 한계가 있으므로 관능평가를 병행 실시하여 품질을 비교하였다<Table 2>. 특히 외관 모습은 배추의 저장 가능기간을 추정하고 직관적 품질판정의 지표인자로 쓰일 수 있다. 저장 중 품질저하의 원인 중 하나인 깨씨무늬는 배추 외엽 및 중륵에서 관찰되는 검은색의 작은점으로 일반적으로 재배 중 또는 수확기 외엽에서 일부 발견되거나 거의 증상을 찾아볼 수 없다가 일

정기간 저온저장 경과 후 눈에 띄기 시작하다가 짧은 순간 급격하게 확산, 증상이 심화되는 현상을 보인다(Jeong 2013). 모든 처리구에서 저장 6주 까지 원물상태로 출하 가능한 marketable 한계점인 7점 이상으로 평가 되었으나 저장 9주 후 대조구와 HDPE필름 MAP처리구에서 품질이 급격히 감소하여 깨씨무늬가 심하게 나타나 5점 이하로 평가되었다. 본 연구에서는 저장 6주까지 모든 처리구에서 7점 이상으로 평가되어 상품성이 유지되었으나 이후 기능성필름 처리구를 제외한 다른 처리구는 잎, 줄기에서 변색이 발생되어 상품성



<Figure 8> Changes in hardness of Chinese cabbage during storage



<Figure 9> Changes in dwarf stem length of Chinese cabbage during storage

이 감소하였는데 이는 저장기간이 증가함에 따라 호흡 등과 같은 대사작용으로 외엽의 황화현상이 발생하고 압상과 같은 물리적요인에 의한 짓무름 등으로 중륵의 변색이 발생한 것으로 판단된다. 외관(짓무름, 시들음, 깨씨무늬), 색(갈변, 황화), 이취, 조직감, 신선도 등의 전반적인 품질 요소들을 중

합하여 전반적인 기호도를 조사한 결과 저장 6주 후 필름 MAP처리구에서 대조구에 비하여 상대적으로 양호하게 유지되는 것으로 평가되었으나 저장 9주 장기저장 시에는 기능성필름을 이용한 처리구에서 배추의 품질이 잘 유지되는 것으로 나타났다.

<Table 2> Changes in sensory evaluation of Chinese cabbage during storage

Properties	Samples	0	3	6	9
Appearance (decay)	control	8.89±0.33 ^{a1)2)}	8.00±0.50 ^b	8.11±0.33 ^{ab}	5.67±1.58 ^c
	HDPE film	8.89±0.33 ^a	8.22±0.67 ^a	8.33±0.50 ^a	7.11±1.27 ^b
	F-film	8.89±0.33 ^a	8.56±0.53 ^a	8.22±0.83 ^a	7.44±1.24 ^b
Appearance (wither)	control	8.78±0.44 ^a	7.11±1.36 ^b	6.78±1.30 ^{bc}	6.00±1.00 ^c
	HDPE film	8.78±0.44 ^a	8.11±0.60 ^{ab}	7.67±0.71 ^b	5.56±1.24 ^c
	F-film	8.78±0.44 ^a	7.67±0.50 ^b	8.11±0.33 ^b	5.56±1.13 ^c
Black spot	control	8.78±0.44 ^a	7.11±1.05 ^b	7.00±1.50 ^b	3.33±1.50 ^c
	HDPE film	8.78±0.44 ^a	7.00±1.32 ^b	7.33±1.12 ^b	4.89±0.93 ^c
	F-film	8.78±0.44 ^a	8.11±1.27 ^{ab}	7.33±1.12 ^b	7.89±1.05 ^{ab}
Color	control	8.78±0.44 ^a	7.78±0.97 ^a	7.89±1.45 ^a	5.00±1.66 ^b
	HDPE film	8.78±0.44 ^a	8.11±0.78 ^a	8.11±0.60 ^a	5.78±1.39 ^b
	F-film	8.78±0.44 ^a	8.33±1.32 ^{ab}	8.33±0.50 ^{ab}	7.78±0.83 ^b
Off flavor	control	8.89±0.33 ^a	8.22±0.83 ^a	7.89±1.27 ^a	6.56±1.67 ^b
	HDPE film	8.89±0.33 ^a	8.67±0.50 ^a	8.11±1.36 ^a	6.67±1.22 ^b
	F-film	8.89±0.33 ^a	8.67±0.71 ^a	8.00±1.32 ^{ab}	7.67±1.22 ^b
Texture	control	8.67±0.71 ^a	7.33±1.00 ^b	6.22±1.48 ^c	5.56±0.73 ^c
	HDPE film	8.67±0.71 ^a	7.67±0.71 ^b	7.78±0.83 ^{ab}	5.78±1.39 ^c
	F-film	8.67±0.71 ^a	7.67±0.87 ^b	7.56±0.88 ^b	6.00±1.00 ^c
Freshness	control	8.67±0.50 ^a	7.11±0.93 ^b	6.11±1.27 ^b	4.78±1.86 ^c
	HDPE film	8.67±0.50 ^a	7.33±0.87 ^b	7.56±0.53 ^b	4.78±1.56 ^c
	F-film	8.67±0.50 ^a	7.67±0.87 ^b	7.56±0.73 ^b	6.11±0.93 ^c
Overall acceptance	control	8.67±0.50 ^a	7.00±0.87 ^b	6.00±1.41 ^b	4.33±1.73 ^c
	HDPE film	8.67±0.50 ^a	7.22±0.83 ^b	7.56±0.53 ^b	4.67±1.50 ^c
	F-film	8.67±0.50 ^a	7.78±0.83 ^b	7.67±0.71 ^b	6.11±0.93 ^c

¹⁾Values are mean±SD, n=9. Means with the same letter in each row are not significantly different by Duncan's range test (p<0.05).

²⁾9=very good, 7=good, 5=normal, 3=poor 1=very poor.

IV. 요약 및 결론

배추는 우리나라의 대표적인 채소로 연중 생산소비되고 있으나 기상악화 및 토양 등 자연조건에 의한 영향으로 수급 불균형이 반복되고 있어, 안정적인 수급조절을 위해서는 장기저장기술이 필요하다. 따라서 봄배추의 저장성을 연장할 수 있는 선도유지기술을 확립하고자 본 연구를 수행하였다. 실험에 사용된 배추는 2015년 7월 초 강원도 평창에서 ‘청옥’ 품종을 수확하여 플라스틱상자에 적입한 후 바로 산지형 저장시설에 설치된 차압예냉장치를 이용하여 2°C에서 24시간 예냉처리 하였다. 배추의 품온이 5°C 이하로 떨어진 후 0.02 mm HDPE 필름과 0.04 mm LLDPE 기능성 필름을 씌워 저온저장고(1±0.5°C)에 저장하면서 3주 간격으로 배추의 품질변화를 분석하였다. 배추의 저장 중 중량감모율은 저장 9주 후 대조구에서는 8.47%의 감모가 발생한 반면 기능성필름 MAP처리구에서는 3.07%로 나타나 중량손실이 억제되었다. 배추의 정선손실율은 저장 6주 후 기능성필름 MAP처리구에서는 6.86%로 나타나 대조구의 7.50%보다 낮은 손실율을 보였다. 관능검사 결과 전체기호도 7점을 marketable의 한계점으로 두었을 때 대조구의 경우 저장 6주 후 상품성을 상실한 반면, 기능성필름 MAP처리구는 저장 6주까지 7점 이상으로 평가되었고 저장 9주에는 김치가공이 가능한 6점 이상으로 나타나 봄배추의 저장수명 연장에 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 저온환경에서 pallet단위의 MAP처리를 하여 저장할 경우 단순 저온 저장하는 경우 보다 배추 품질을 유지하는데 효율적인 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부와 농림수산식품기술기획평가원에서 추진한 과학기술기반 채소류 수급 유통 고도화 사업단의 지원을 받아 수행되었습니다.

References

- Bae SJ, Eum HL, Kim BS, Yoon JR, Hong SJ. 2015. Comparison of the quality of highland-grown kimchi cabbage ‘Choongwang’ during cold storage after pretreatments. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 33(2):233-241
- Cha HS, Youn AR, Kim SH, Jeong JW, Kim BS. 2008. Quality analysis of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) as influenced by storage temperature and harvesting period. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 40(1):1-7
- Choi IL, Kim IS, Kang HM. 2008. Influence of maturity of fruit and storage condition on the storability of sweet pepper in MA storage. *J. Bio. Environ. Control.*, 17(4):319-324
- Eum HL, Bae SJ, Kim BS, Yoon JR, Kim JK, Hong SJ. 2013a. Postharvest quality changes of kimchi cabbage ‘Choongwang’ cultivar as influenced by postharvest treatments. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 31(4):429-436
- Eum HL, Kim BS, Yang YJ, Hong SJ. 2013b. Quality evaluation and optimization of storage temperature with eight cultivars of kimchi cabbage produced in summer at highland areas. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 31(2):211-218
- Eum HL, Lee YH, Hong SJ, Shin IS, Yeong YR. 2012. Quality change during harvest time and storage of various cabbages grown on high land by different transplanting times. *J. Bio. Environ. Control.*, 21(2):95-101
- Ha JH, Ha SD, Kang YS, Kwon PH, Bae DH. 2007. Microbiological, nutritional, and rheological quality changes in frozen potatoes during storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 39(6):663-668
- Hong SI. 2002. Low Oxygen Packaging Technology. *Bull. food technol.*, 15(3):103-111
- Jeong JH, Lee YS, Kim JK. 2012. Optimizing a method for measuring firmness of Chinese cabbage (*Brassica rapa*) and comparing textural characteristics among cultivars. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 30(6):700-708
- Jeong JW. 2013. Disorders during storage of Chinese cabbage. *Food Sci. Ind.*, 46(4):19-22
- Kader AA, Zagory D, and Kerbel EL. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 28(1):1-30
- Kim BS. 1995. Pre-cooling and cold storage of agricultural. *Bull. Food Technol.*, 8(1):47-55
- Kim BS (1997) The introduction of the region pre-cooling technology for the dissemination of the cold chain system and improve freshness of fruit and vegetables fresh. *Food Sci. Ind.*, 30(2):103-120
- Kim BS, Nam GB, Kim MJ. 2001. Effect of packaging and loading conditions on the quality of late autumn Chinese cabbage during cold Storage. *Kor. J. Food Preserv.*, 8(1):23-29
- Kim JK, Kim KD, Choi YS. 2007. Postharvest technology manual of chinese cabbage. Nonghyup, Seoul, Korea
- Kim JS, Choi HR, Chung DS, Lee YS. 2010. Current research status of postharvest and packaging technology of oriental Melon (*Cucumis melo* var. *makuwa*) in Korea. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 28(5):902-911
- Kim JY, Lee EJ, Park SK, Choi GW, Baek NK. 2000. Physicochemical quality characteristics of several Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* RuPR) cultivars. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 18(3):348-352
- Kim SD, Park HD, Kim MK. 1997. Morphological characteristics and composition of cell wall polysaccharides of *brassica campestris* var. *pekinensis* (Baechu). *Kor. J. Postharvest. Technol. Agri. Prod.*, 4(3):301-309
- Lee JS, Park SH, Lee YS, Lim BS, Yim SC, Chun CH. 2008.

- Characteristics of growth and salting of chinese cabbage after spring culture analyzed by cultivar and cultivation method. *Kor. J. Food Preserv.*, 15(1):43-48
- Lee KH, Kuak HS, Jung JW, Lee EJ, Jeong DM, Kang KY, Chae KI, Yun SH, Jang MR, Cho SD, Kim GH. 2013. Comparison of the quality Characteristics between spring cultivars of kimchi cabbage (*Brassica rapa L. ssp. pekinensis*). *Kor. J. Food Preserv.*, 20(2):182-190
- Lee SK, Seo TC, Jang YA, Lee JG, Nam CW, Choi CS, Yeo KH, Um YC. 2012. Prediction of Chinese cabbage yield as affected by planting date and nitrogen fertilization for spring production. *J. Bio. Environ. Control.*, 21(3):271-275
- Park YH, Park SJ, Han GJ, Choe JS, Lee JY, Kang MS. 2012. Quality characteristics of pre-processed Garlic during storage according to storage temperature. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 47(7):994-1001
- RDA. 2011. Food compositioning table 8th revision. Rural Development Administration, Suwon, Korea, pp 144-147
- Seong KC, Cho JR, Moon JH, Kim KY, Suh HD. 2003. Effect of triazole chemicals on bolting retardation of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) in spring cultivation. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 44(4):434-437
- Sun SH, Kim SJ, Kim GC, Kim HR, Yoon KS. 2011. Changes in quality characteristics of fresh-cut produce during refrigerated storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 43(4):495-503
- Talbot MT, Chau KV. 2002. Precooling strawberries. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, USA.
- Yang YJ, Jeong JC, Jang TJ, Lee SY, Pek UH. 1993. CO₂ production and trimming loss affected by storage temperature and packaing method in Chinese cabbage (*Brassica campestris L. ssp. pekinensis*) grown in spring. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 34(4):264-272
- Young TE, Juvik JA, Sullivan JG. 1993. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *J. Amer. Soc. Hor. Sci.*, 118(2):286-292

Received November 7, 2016; revised December 1, 2016; accepted December 12, 2016