

저장 전처리 방법에 따른 배추 ‘춘광’ 품종의 품질변화

엄향란¹ · 배상준¹ · 김병섭¹ · 윤정로² · 김종기³ · 홍세진^{1*}

¹강릉원주대학교 식물생명과학과, ²강릉원주대학교 식품가공유통학과, ³중앙대학교 식물시스템과학과

Postharvest Quality Changes of Kimchi Cabbage ‘Choongwang’ Cultivar as Influenced by Postharvest Treatments

Hyang Lan Eum¹, Sang Jun Bae¹, Byung-Sup Kim¹, Jungro Yoon², Jongkee Kim³, and Sae Jin Hong^{1*}

¹Department of Plant Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

²Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

³Department of Integrative Plant Science, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea

Abstract. Kimchi cabbage ‘Choongwang’ cultivar is mainly cultivated during summer in Gangneung area. ‘Choongwang’ cultivar was harvested in late July, applied with predrying, room cooling, and forced air cooling, and then packaged with/without 0.02 mm HDPE film to estimate the effect of postharvest treatment on quality characteristics (weight loss, trimming loss, firmness, SSC, color index, sensory evaluation) during 8 week storage at 2°C. Kimchi cabbage without 0.02 mm HDPE film showed high weight loss up to 13-20% while those of with liner were significantly lower. Also forced air cooling among the postharvest treatments was effective to reduce both weight loss and trimming loss. Appearance and freshness in sensory evaluation were the important factors in estimating good quality during storage. Liner treatment with forced air cooling showed highly significant for maintaining appearance and freshness ($P \leq 0.01$). Color index was no differences between with/without 0.02 mm HDPE film and postharvest treatments. After 6 weeks storage in without 0.02 mm HDPE film with room cooling or control appearance was severely damaged and also internal browning was found. While in with 0.02 mm HDPE film internal browning was found after 8 weeks storage, just in room cooling or predrying treatment.

Additional key words: forced air cooling, internal browning, predrying, room cooling

서 언

국내에서 재배되는 배추는 대부분 수확 후 바로 시장에 출하하기 때문에 생산량이 많아 가격이 폭락하면 산지에서 폐기하는 경우가 많고, 수입 및 가격 폭등에 대한 가격 및 수급 안정화 대책이 미비한 실정이다(Lee and Kang, 1998). 특히 2010년에는 태풍과 지속된 호우로 인해 배추의 생산량이 감소하여 배추가격이 3배 이상이나 급등하였으며 이로 인해 배추김치 전체 소비량이 전년 대비 10% 감소되는 현상도 발생하였다(KOSIS, 2011). 이러한 최근의 빈발하는 기상이변은 배추 생산 및 공급의 불안정 현상을 지속적으로 야기시킴으로써 배추 저장의 필요성을 급격히 대두시

키고 있다.

호냉성 채소인 배추는 수확 후에도 생명활동을 지속하는 원예작물로 호흡조절을 통해서 수명을 연장할 수 있다. 배추의 품질을 저하시키는 주요 원인은 수분손실, 경도변화, 그리고 무름병 등으로 수확 후 손실을 야기시켜 저장성을 크게 저하시킨다(Kim et al., 2007; Yang et al., 1993). 국내의 배추 생산은 6월부터 11월 말까지 이루어지는데 늦가을에 수확하는 월동배추는 수확 후 3-4개월 저장하면서 출하가 이루어지고 있는 반면 여름에 재배되는 배추는 1개월 이상의 장기저장이 용이하지 못해 저장을 기피하는 경향이 많다. 이는 고온기 여름에 재배 및 수확이 이루어지기 때문으로 수확 시의 높은 품온으로 인해 품질저하에 영향을 미치

*Corresponding author: hongsj@gwnu.ac.kr

※ Received 13 December 2012; Revised 26 March 2013; Accepted 26 March 2013. 본 연구는 농촌진흥청 농업현장 실용화기술개발사업 (PJ0083082012)의 지원에 의해 수행되었음.

고 있다.

원예산물의 품온을 급속히 저하시키는 방법으로 가장 대표적인 전처리 기술은 예냉 처리로, 이를 통하여 작물의 온도를 낮추면 호흡 등 대사작용 속도를 지연시키고 부패성 미생물의 증식을 억제시켜 노화에 따른 생리적 변화를 지연시키는 효과가 있다(Li and Kader, 1989; Martinez-Romero et al., 2003; Nunes et al., 1995a, 1995b; Perez et al., 1998). 배추의 저장 수명을 연장하는 또 다른 전처리 기술로 예건 처리를 들 수 있다(Lee et al., 2001). 강우량이 많은 여름철에 재배된 배추의 경우 수분함량이 높으며 표면적이 넓어 수분손실이 크고 저장고 내 상대습도가 95% 이상 유지되므로 부패되기 쉽다. 예건 처리는 저장 전 건조과정으로써 수확 후 27-30°C와 33-45% RH의 통풍이 잘되는 음지조건에서 2일간 예건 처리할 경우 배추 '노랑' 품종의 저장력을 향상시키는 효과를 얻었다.

따라서 본 연구에서는 여름기간 동안 강원도 강릉의 평년 지역에서 재배된 배추 '춘광' 품종의 저장기간 동안 상품성을 유지하기 위한 적정 전처리 기술 조건을 제시함으로써 여름에 재배된 배추의 장기저장기술을 개발하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

식물 재료 및 처리 조건

본 연구의 공시재료인 배추 '춘광' 품종은 강원도 강릉에 위치한 강릉원주대학교 실험농장에서 재배되어 정식 후 90일이 경과된 2012년 7월 25일에 수확하였다. 수확된 배추는 즉시 실험실로 옮겨와 초기 품질인자를 조사한 다음 통풍 예냉, 차압식 예냉 그리고 예건 등의 수확 후 전처리 실험을 실시하였다.

예냉 및 예건 처리를 실시하기 앞서 외엽의 온도는 외기와 비슷한 25°C를 나타내었다. 통풍예냉은 0°C의 저온저장고에서 실시하였으며 예냉처리 7/8 cooling time까지는 약 10시간이 소요되었다. 차압식예냉을 위해서 배추는 플라스틱 박스(52cm × 37cm × 32cm)에 3-4포기씩 세워서 담아 준비하였다. 각 플라스틱 박스를 6개씩(2개 × 3개) 4단으로 적재한 후 제작된 비닐커버를 씌워 간이 차압식 예냉기(FOX-S1004, DSFOX, Korea)를 이용하여 풍속은 $3.1 \times 10^{-3} \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 차압예냉을 실시하였다. 예냉시간 7/8 cooling time까지는 약 4시간 가량이 소요되었다. 각각의 예냉처리 후 배추의 품온은 약 5°C를 나타내었다. 예건처리는 수확된 배추를 외기의 그늘에서 감모율이 4-5% 정도까지 되도록 방치했으며 약 48시간 소요되었다.

수확 후 전처리된 배추 시료는 0.02mm HDPE film으로 liner 처리유무에 따라 분류한 후 2°C(90 ± 5% RH) 저온 저장고에 8주간 보관하면서 일주일 간격으로 품질 변화를 조사하면서 저장성을 확인하였다. Liner 처리는 배추 3-4포기씩 밀봉이 아니라 걸 띄우는 방법으로 실시하였다.

품질 조사

무게변화는 저장기간 동안 초기 무게에 대한 감모량을 백분율로 나타내었으며, 정선손실률은 저장 동안 손상된 배추의 겉잎을 3-4매 제거한 다음 초기 무게에 대한 제거 후 무게에 대한 변화량을 백분율로 표기하였다. 가용성 고형물 함량은 정선된 배추의 겉잎을 착즙한 후 굴절당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타내었다. 조직감을 나타내는 정도는 정선된 배춧잎의 중력부위를 물성분석기(EZ Test/CE-500N, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 $120 \text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ crosshead speed 조건으로 직경 5mm probe를 이용하여 측정한 후 N(newton)으로 표시하였다. 색도는 정선된 배추의 중력을 제외한 잎부위 3군데를 색차계(CR-400, Minolta, Osaka, Japan)로 측정하여 CIE L*, hue angle 및 chroma 값으로 표기하였다. 관능평가는 외관, 신선도, 질긴정도, 단맛, 그리고 쓴맛에 대해서 실시하였다. 외관, 신선도, 그리고 조직감은 0(나쁨) - 9(좋음), 단맛은 0(없음) - 9(강함)로, 그리고 쓴맛 정도는 0(없음) - 9(강함)로 수치화하였다.

통계분석

실험은 완전임의 배치법에 의한 2 × 4 요인실험으로 수행하였으며, 데이터 분석은 SAS system(SAS Institute Inc. Cary NC 27513, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며 Duncan의 다중검정(DMRT)를 이용하여 $P \leq 0.05$ 수준에서 각 처리간의 유의성을 검증하였다. 모든 처리는 배추 날개를 반복으로 하여 3반복 실험으로 수행하였다.

결과 및 고찰

배추 저장 중 손실을 야기하는 주요인자는 무게손실이다. 일반적으로 배추는 산지에서 3포기씩 한 망에 포장되어 유통하는데, 농가 및 중개상인이 배추를 저장할 경우 망포장 상태로 이루어진다. 여름에 재배된 '춘광' 배추를 망포장 상태로 2°C 저온 저장하면 13-20%까지 무게손실이 발생하였는데, 0.02mm HDPE film으로 liner를 처리할 경우 무게손실은 현저히 줄었다(Fig. 1). Liner 처리구에서는 예건 처리된 배추가 저장 동안 무게손실률이 가장 높았던 반면 liner

무처리 구에서는 저장 4주부터 강제통풍식 예냉 처리된 배추에서 무게손실이 증가하는 양상을 보였다. Liner 무처리구는 모든 전처리 기술 적용구에서 저장 1주 경부터 6-8%의 무게손실을 보이는데 이는 liner 처리된 예냉한 배추의 무게손실률과 비슷하였다. 수분을 많이 함유한 여름배추의 건조를 통해 수분함량을 감소시키려고 처리한 예냉 처리는 오히려 수분손실률의 증가를 초래하였으며 이러한 증가는 저장 기간 전반에 걸쳐서 나타났다. 반면 liner 무처리구는 예냉에 의한 무게손실률과 유사하게 모든 저장 전처리 기술 적용구에서 저장 기간 전반에 걸쳐서 무게손실이 발생되었다.

정선 손실률은 liner 유무처리에 따른 무게손실률 증가와 유사한 양상을 보이는데 liner 처리구에서 예냉 처리가 정선 손실률이 높게 나타났으며, 저장 8주가 경과되면 모든 전처

리 기술에서 정선손실률은 차이를 보이지 않았다(Fig. 2). Liner 처리구는 저장 5주까지는 예냉처리 및 대조구에서 정선손실률에 차이를 보이지 않으나, 6주 경과 후부터 대조구에서는 급격한 정선손실이 발생하여 저장 8주가 경과되었을 때 예냉 및 통풍 예냉과 함께 18%까지 증가하였다. 반면 차압식 예냉은 12%의 정선손실률이 발생하였다. Liner 무처리구는 최대 저장기간이 6주로 통풍예냉은 20% 이상의 손실률이 나타났으며, 차압식 예냉에 의해서 손실률이 감소하였다.

배추의 경도는 20N 이상으로 저장기간 전반에 걸쳐서 증감의 변화가 적었으며, 요인분석 통계처리를 통한 liner 처리 유무에 따른 차이 및 저장 전처리 기술에 따른 유의적 상관관계를 보이지 않았다(Table 1). 가용성 고형물의 함량

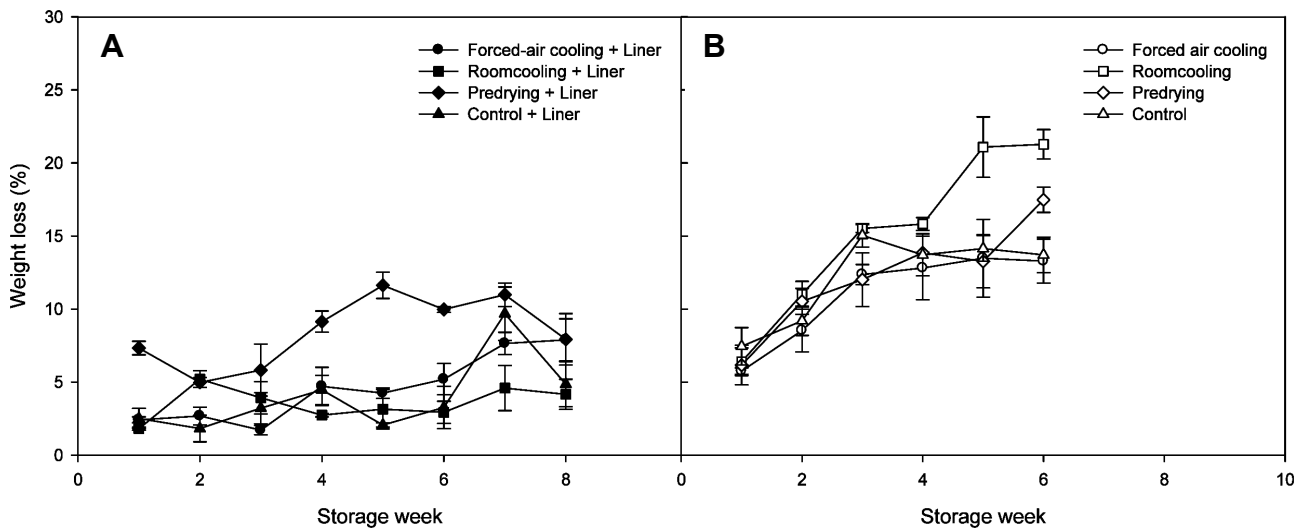


Fig. 1. Change in weight loss of 'Choongwang' Kimchi cultivar during storage at low temperature (2°C) as influenced by postharvest treatment and with (A)/without (B) liner (0.02 mm HDPE film). The data presented the means \pm SE.

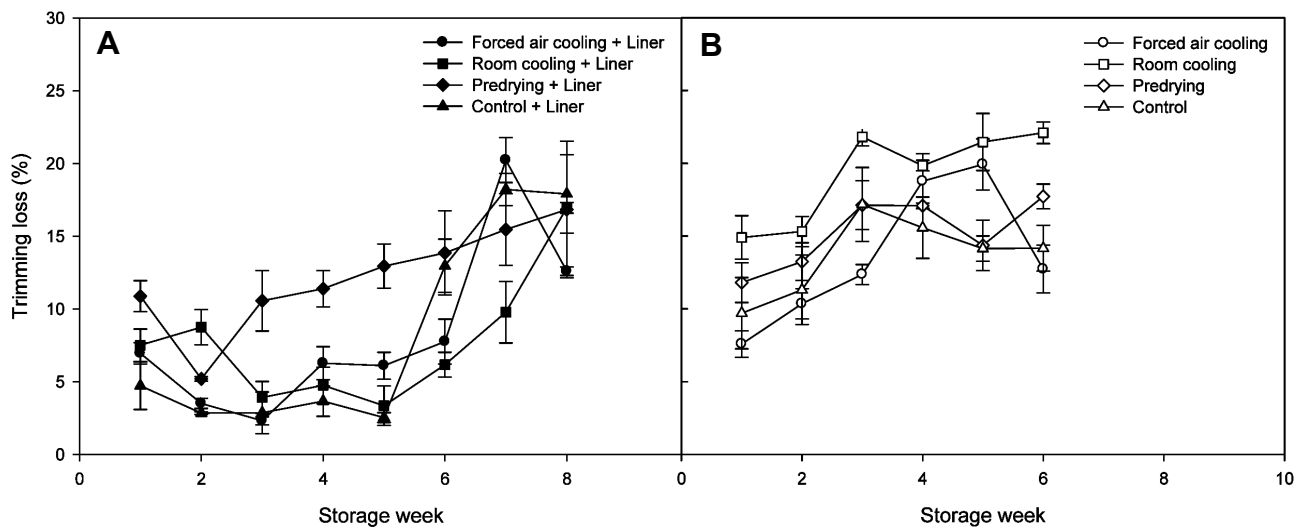


Fig. 2. Change in trimming loss of 'Choongwang' Kimchi cultivar during storage at low temperature (2°C) as influenced by postharvest treatment and with (A)/without (B) liner (0.02 mm HDPE film). The data presented the means \pm SE.

은 통계적으로는 liner 처리유무와 저장 전처리기술 적용에 따라 저장기간 동안 유의적 차이를 보였다($P \leq 0.05$)(Table 2). 그러나 가용성 고형물의 함량은 2-4°Brix로 매우 낮은 값을 나타내며 사람이 단맛을 감지하기에는 너무 낮은 함량이다. 일반적으로 과실의 가용성 고형물의 함량은 사과, 딸기, 그리고 토마토의 경우 각각 12-14, 8-10, 5-15°Brix를 나타내는데, 파프리카의 경우도 5-7°Brix로 사람들이 단맛을 감지하는 수치는 모두 배추의 가용성 고형물의 함량보다는

높다(Beckles, 2012; Cordenunsi et al., 2003; Harker et al., 2008; Hong et al., 2009). 이러한 결과는 관능검사에서 측정된 단맛을 통해서도 확인되는데 저장기간 동안 liner 처리유무 및 저장전처리 적용에 의해서 유의적 상관관계가 없었다(Table 4).

배추 저장 동안 관능검사 항목 중 외관은 배추의 저장 중 품질을 결정하는 중요한 인자이다(Kays, 1991). 기존의 고랭지 배추 ‘력광’과 ‘CR-농심’의 장기저장을 위한 적정 온

Table 1. Firmness of ‘Choongwang’ Kimchi cultivar during storage at low temperature (2°C) as influenced by postharvest treatment and with/without liner (0.02 mm HDPE film).

Postharvest treatment	Liner	Firmness (N)						
		Storage period (week)						
		1	2	3	4	5	6	7
Forced air cooling	With	24.9 a	24.6 a	21.7 c	25.5 a	23.0 bc	24.9 a	20.6 a
	Without	31.5 a	20.6 b	23.8 abc	24.2 ab	26.5 ab	23.0 a	
Room cooling	With	23.3 a	24.3 a	25.6 ab	26.2 a	24.0 abc	24.0 a	21.8 a
	Without	28.1 a	25.8 a	22.7 bc	19.6 ab	21.1 c	23.7 a	
Predrying	With	27.7 a	24.9 ab	24.2 abc	23.2 ab	25.1 abc	24.0 a	19.8 a
	Without	25.2 a	21.3 ab	20.6 c	24.5 ab	27.3 a	24.6 a	
Control	With	24.1 a	23.6 ab	26.4 a	26.6 a	25.9 ab	21.5 a	22.6 a
	Without	24.8 a	20.4 b	24.1 abc	22.1 ab	23.0 bc	23.3 a	
Significance								
Postharvest treatment (P)		NS	*	NS	NS	NS	NS	
Liner (L)		NS	**	NS	NS	NS	NS	
P × L		NS	NS	NS	NS	NS	NS	

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

NS,*,** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 2. Soluble solids content (SSC) of ‘Choongwang’ Kimchi cultivar during storage at low temperature (2°C) as influenced by postharvest treatment and with/without liner (0.02 mm HDPE film).

Postharvest treatment	Liner	SSC (°Brix)						
		Storage period (week)						
		1	2	3	4	5	6	7
Forced air cooling	With	2.9 ab	3.0 ab	2.6 d	3.1 ab	3.6 b	2.8 b	2.9 a
	Without	3.1 a	2.5 d	3.0 bcd	3.2 ab	3.1 b	3.6 a	
Room cooling	With	2.6 cd	3.34 a	3.1 bc	3.5 a	3.5 b	3.2 b	3.0 a
	Without	3.0 ab	3.3 a	3.2 ab	3.4 a	3.7 b	3.7 a	
Predrying	With	3.0 ab	2.6 dc	3.2 abc	2.8 b	4.3 a	2.8 b	3.0 a
	Without	2.8 abc	3.3 a	2.8 cd	3.5 a	3.2 b	3.8 a	
Control	With	2.3 cd	2.5 dc	2.6 d	2.8 b	3.6 b	2.3 c	3.3 a
	Without	2.7 bc	2.9 bc	3.5 a	3.6 a	3.3 b	3.8 a	
Significance								
Postharvest treatment (P)		**	**	**	NS	NS	*	
Liner (L)		*	NS	*	**	*	**	
P × L		*	**	*	*	*	*	

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

NS,*,** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

도조건 구멍에 관한 연구에서도 관능검사 항목 중 외관은 주요 품질 지표로 선정되었다(unpublished). 배추 ‘춘광’ 품종을 이용한 이번 실험에서도 유사한 결과가 나타났는데 liner 처리는 무처리에 비해서 외관유지에 고도의 유의성($P \leq 0.01$)을 보이며 품질유지에 효과적이었다(Table 3). 저장 전처리 기술 적용도 처리간에 유의성을 보이는데 차압식 예냉 > 통풍 예냉 > 예건 > 대조구 순으로 나타났다. 배추를 입으로 씹을 때 느껴지는 감각을 수치화한 신선함 역시 liner 처리유무에 따라 고도의 유의성($P \leq 0.01$)을 나타내며 처

리간 차이는 저장 5주 때까지 지속되었다. 저장전처리 적용은 liner 처리 유무 모두에서 차압식 예냉 > 통풍 예냉 > 예건 > 대조구 순으로 신선함을 유지하였다. 원예작물은 저장 기간이 경과될수록 수분증발 및 증산에 의해서 수분손실이 야기되면서 과피가 질겨지는 현상이 나타난다(Talbot, 2002). 엽채류인 배추의 경우 이러한 현상은 걸잎부터 발생할 수 있는데 처리간 유의성을 확인하기 위해서 질긴 정도를 측정하였다. 질긴 정도는 liner 처리 유무 및 저장 전처리 기술 적용에 대해서 유의적 차이가 인정되지 않았다. 이러한

Table 3. Sensory evaluation of ‘Choongwang’ Kimchi cultivar during storage at low temperature (2°C) as influenced by postharvest treatment and with/without liner (0.02 mm HDPE film).

Postharvest treatment	Liner	Sensory evaluation rating during storage (week)														
		Appearance					Freshness					Toughness				
		3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
Forced air cooling	With	8.5 a	7.8 a	6.7 a	6.7 a	6.0 a	8.4 a	7.5 a	6.7 a	6.0 a	6.0 a	2.9 ab	3.8 a	2.4 a	2.0 a	1.6 a
	Without	7.6 abc	5.9 cd	6.4 a	5.9 ab		7.3 bc	6.5 bc	6.1 abc	5.2 ab		3.4 ab	4.6 a	3.0 a	2.6 a	
Room cooling	With	7.1 bcd	7.1 ab	6.6 a	6.1 ab	6.6 a	8.0 ab	7.4 ab	6.4 ab	5.9 ab	6.0 a	3.6 ab	4.6 a	2.4 a	2.6 a	2.2 a
	Without	6.3 d	5.3 de	4.6 b	4.3 c		6.5 cd	6.1 c	5.1 cd	5.1 ab		3.4 ab	4.3 a	3.3 a	3.1 a	
Predrying	With	7.8 ab	6.6 bc	6.1 a	5.3 bc	5.8 a	7.5 b	6.5 bc	6.4 ab	5.0 ab	5.6 a	3.8 a	3.8 a	2.9 a	2.7 a	2.0 a
	Without	6.8 cd	6.0 cd	5.7 a	5.0 bc		6.5 cd	6.0 c	5.4 bcd	5.0 ab		3.3 ab	2.9 a	3.0 a	3.1 a	
Control	With	7.6 abc	6.5 bc	6.0 a	5.1 bc	5.3 a	6.5 cd	6.6 abc	6.4 ab	5.1 ab	5.8 a	1.5 b	4.1 a	3.3 a	2.3 a	2.4 a
	Without	6.6 d	4.4 e	4.6 b	4.4 c		6.3 d	4.7 d	4.7 d	4.7 b		4.1 a	4.3 a	3.4 a	2.6 a	
Significance																
Postharvest treatment (P)		***	**	**	**		***	**	*	NS		NS	NS	NS	NS	NS
Liner (L)		***	***	***	**		***	***	***	NS		NS	NS	NS	NS	NS
P × L		NS	NS	NS	NS		*	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05, 0.01$ or 0.001 , respectively.

Table 4. Sensory evaluation of ‘Choongwang’ Kimchi cultivar during storage at low temperature (2°C) as influenced by postharvest treatment and with/without liner (0.02 mm HDPE film).

Postharvest treatment	Liner	Sensory evaluation rating during storage (week)									
		Sweetness					Bitterness				
		3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
Forced air cooling	With	2.1 a	1.0 a	2.1 a	1.0 a	0.2 a	0.4 a	2.4 a	0.6 b	1.0 a	1.2 a
	Without	0.5 a	1.5 a	1.3 a	0.4 a		1.9 a	1.7 ab	0.6 b	0.5 a	
Room cooling	With	1.9 a	1.0 a	0.6 a	0.7 a	1.2 a	1.8 a	1.8 ab	1.2 b	1.1 a	0.2 a
	Without	1.6 a	2.0 a	1.0 a	1.1 a		1.5 a	1.7 ab	2.5 a	0.7 a	
Predrying	With	1.6 a	0.9 a	0.7 a	0.6 a	0.6 a	1.4 a	0.8 b	0.7 b	1.0 a	0.2 a
	Without	1.4 a	1.4 a	0.7 a	0.9 a		1.1 a	1.3 ab	0.5 b	0.6 a	
Control	With	0.9 a	2.3 a	1.0 a	1.3 a	0.4 a	1.4 a	1.9 ab	0.5 b	0.9 a	1.2 a
	Without	0.8 a	1.5 a	1.1 a	0.3 a		2.0 a	1.7 ab	0.8 b	0.9 a	
Significance											
Postharvest treatment (P)		NS	NS	NS	NS		NS	NS	**	NS	
Liner (L)		NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS	
P × L		NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS	

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

NS, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.01$, respectively.

현상은 단맛과 쓴맛에서도 유사한 결과를 보이는데 저장 기간 동안에 두 항목에 대한 유의적 상관성은 나타나지 않으며 저장기간 전반에 걸쳐서 단맛과 쓴맛은 차이가 없었다(Table 4).

배추 ‘춘광’ 품종의 색변화는 중륵을 제외한 잎 부분의 색도를 측정함으로써 확인하였다. 중륵의 색 변화는 저장기간 동안 liner 처리 유무 및 저장 전처리 기술 차이에 따라 유의적 상관성을 보이지 않았다(data not shown). 밝기를 나타내는 CIE L* 값은 저장 5주까지 liner 처리유무에 따른 차이를 보이지 않으나 저장 6주 경과 후에 liner 처리구에서 값이 높았다(Table 5). 저장 전처리 기술에 따른 차이는 저장 3주에 고도의 유의적 차이를 보이며($P \leq 0.01$) 통풍예냉과 예건 처리에서 높은 값이 나타나지만 저장 4주 경과 후부터는 전처리 기술에 따른 차이가 없었다. 배추잎의 녹색 정도를 확인할 수 있는 hue angle 값은 본 실험에서 116-122 범위였다. Liner 처리유무는 hue angle 값에 저장 전기간에 걸쳐 유의적 차이를 보이지 않은 반면 저장 전처리 기술의 적용 여부는 다양한 통계적 유의성을 나타내고 있다($P \leq 0.01$ 또는 $P \leq 0.001$). 그러나 116-122의 hue angle 값의 범위는 모두 녹색을 나타내며 색상환에서 그 차이를 확인하기는 어렵다(Porat, 2001). Chroma 값은 채도를 나타내며 liner 처리유무 및 저장 전처리 기술에 따른 유의적 차이가 없었다. 배추의 색도 측정은 정선손실을 통해서 손상된 배추의 겉잎을 3-4매 제거한 후 측정하기 때문에 저장일수가 경과되면 손상되는 겉잎의 수가 많아져 hue angle 값 및 chroma 값에서 차이가 있으리라 예상했으나 본 실험에서는

처리 간 차이를 확인하기 어려웠다.

Liner 유무 및 저장 전처리 기술 적용효과는 저장된 배추의 외부 및 내부의 모습에 의해서 차이가 확인한데 Fig. 3은 저장 6주 경과 후 배추의 정선하기 전 외부와 내부를 나타내고 있다. Liner 무처리구는 외부가 많이 손상된 상태이며, 내부에서는 내부 갈변이 진행 중이었다. 특히 저장 전처리 기술 중 통풍 예냉과 무처리구에서 내부 갈변의 진행이 심하였다. 이러한 내부 갈변 증상은 저장 5주까지는 발생되지 않았으나 6주가 경과되면서 발현이 시작되었다. 외부 또한 내부의 결과와 일치하는데 관능검사 항목 중 외관의 수치가 통풍예냉과 무처리구에서 저장 6주 경과후 가장 낮은 사실을 확인할 수 있다(Table 3). 예건 처리의 경우도 내부에 갈변은 발생되지 않았으나 겉잎이 수분손실에 의해서 시들어 있어 상품성이 저하되었다. 반면 차압식 예냉은 liner 무처리구에서 외부 및 내부 상태가 가장 양호하며 관능검사의 결과도 마찬가지로 가장 높은 수치를 보이고 있다. Liner 처리구는 저장 6주가 경과되어도 모든 저장 전처리구 및 대조구에서 내부 갈변이 발생되지 않았으며 저장 8주가 경과됐을 때 통풍 예냉과 예건 처리구에서 내부 갈변 증세가 나타났다(Data not shown).

이상의 결과를 종합해 보면 여름에 재배된 배추 ‘춘광’은 저장 전처리 기술인 차압식 예냉 및 통풍 예냉을 통해서 저장기간이 5주로 연장되며 0.02mm PE film과 같은 포장재를 이용해서 liner 처리를 함으로써 7-8주까지 저장기간이 연장될 수 있다. 이는 저장 중 발생하는 수분손실 및 정선손실의 최소화를 통해서 이루어지며 관능검사 항목 중 외관과 신선

Table 5. Color index of ‘Choongwang’ Kimchi cultivar during storage at low temperature (2°C) as influenced by postharvest treatment and with/without liner (0.02 mm HDPE film).

Postharvest treatment	Liner	Color index														
		CIE L*					Hue angle (°)					Chroma				
		3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
Forced air cooling	With	46.1 c	48.8 a	50.8 a	50.9 b	55.9 a	121.5 ab	120.4 ab	119.5 b	118.6 bc	116.8 a	28.3 bc	28.0 a	28.5 a	29.1 ab	30.3 a
	Without	46.5 c	49.0 a	51.3 a	49.4 bc		121.6 ab	120.9 a	120.3 ab	119.2 b		27.7 c	28.0 a	28.8 a	28.5 ab	
Room cooling	With	48.3 c	47.6 a	50.7 a	50.7 b	52.7 a	121.2 ab	121.6 a	120.7 ab	119.9 ab	118.1 a	28.8 bc	25.6 a	28.0 a	30.3 a	28.4 a
	Without	52.2 a	49.1 a	49.5 a	46.7 c		120.0 c	121.2 a	121.0 a	119.4 b		32.4 a	28.0 a	27.7 a	26.4 c	
Predrying	With	49.1 bc	49.8 a	49.4 a	50.9 b	54.4 a	120.8 bc	120.4 ab	121.5 a	119.2 b	117.5 a	27.9 c	28.5 a	28.0 a	28.7 ab	28.1 a
	Without	53.2 ab	49.3 a	52.3 a	47.3 c		120.0 c	121.3 a	121.5 a	121.1 a		32.1 a	26.5 a	27.4 a	26.7 bc	
Control	With	48.7 bc	47.9 a	49.2 a	54.3 a	51.8 a	120.7 bc	121.0 a	121.6 a	117.6 c	118.1 a	30.4 ab	28.7 a	27.8 a	31.3 a	29.6 a
	Without	46.0 c	49.1 a	50.9 a	51.7 ab		122.2 a	119.1 b	120.3 ab	117.8 c		27.0 c	28.2 a	28.1 a	30.0 a	
Significance																
Postharvest treatment (P)		**	NS	NS	NS		**	NS	**	***		NS	NS	NS	**	
Liner (L)		NS	NS	NS	***		NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS	
P × L		NS	NS	NS	NS		**	*	NS	NS		*	NS	NS	NS	

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$. NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

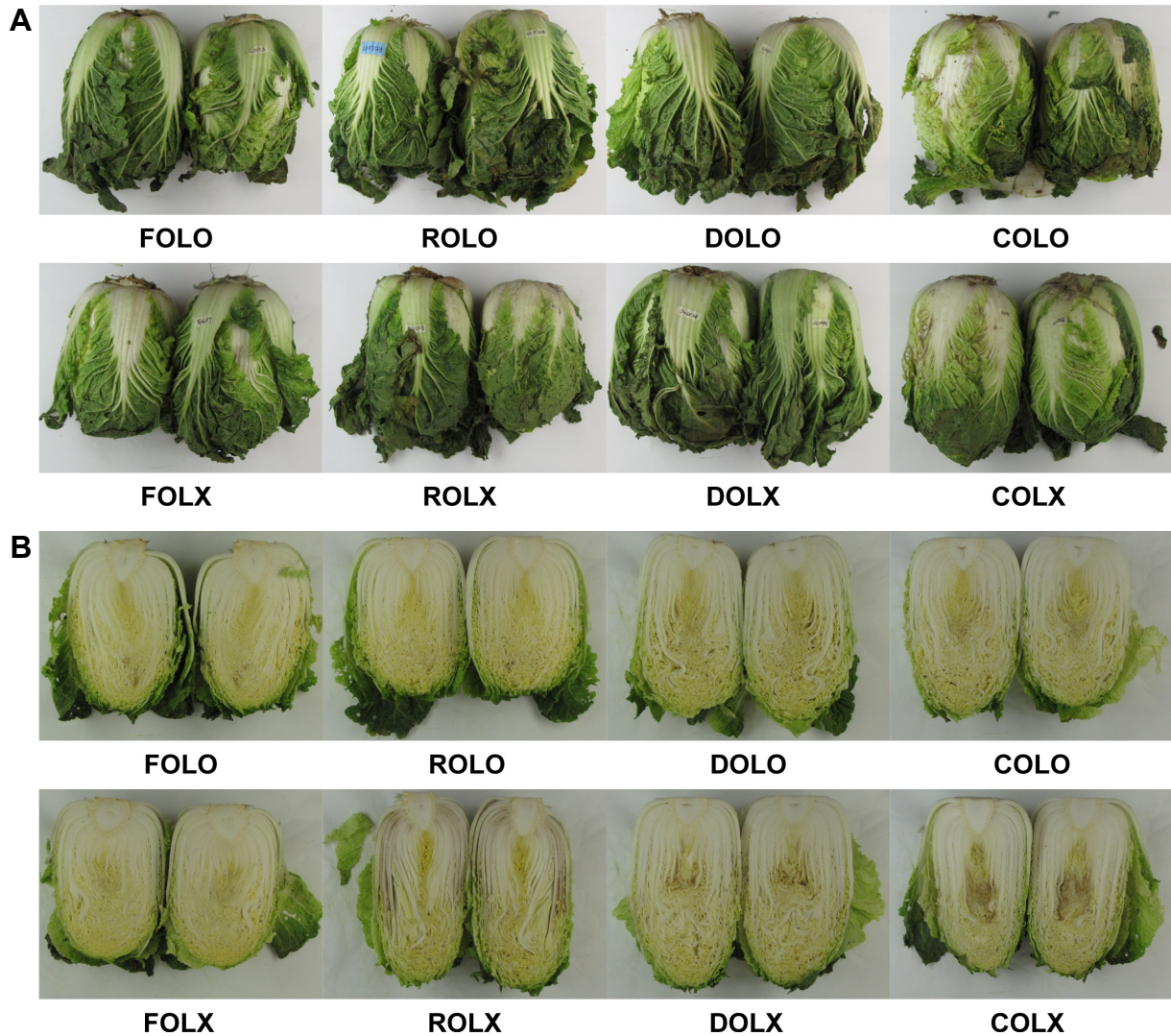


Fig. 3. Comparison of outer (A) and inner (B) of 'Choongwang' Kimchi cabbage after 6 weeks storage at 2°C as influenced by postharvest treatment and with/without liner (0.02 mm HDPE) film. FOLO, forced air cooling with liner; FOLX, forced air cooling without liner; ROLO, room cooling with liner; ROLX, room cooling without liner; DOLO, predrying with liner; DOLX, predrying without liner; COLO, control with liner; COLX, control without liner.

함이 배추의 저장 중 품질을 결정하는 주요 인자로 조사되었다.

초 록

본 연구는 여름 강릉지역에서 재배된 배추 '춘광'을 이용하여 0.02mm HDPE film 유무 및 저장 전처리 기술(예건, 통풍 예냉, 차압식 예냉) 적용 여부에 따른 저장기간 동안 품질유지 효과를 확인하였다. 저장기간 동안 품질변화는 무게손실, 정선손실, 경도, 당도, 색도, 관능검사를 조사하였다. 저장 중 무게손실은 liner 무처리구에서 13-20%까지 이루어진 반면 liner 처리구에서는 현저히 감소하였다. 특히 차압예냉은 정선손실률을 감소시키는데 효과적이었다. 관능검사 항목 중 외관과 신선함은 배추의 저장 중 품질을 결정

하는 중요한 인자이다. Liner 처리는 무처리에 비해서 외관 유지에 고도의 유의성($P \leq 0.01$)을 보이며 품질유지에 효과적이었다. 저장 전처리 기술도 처리간에 유의성을 보이는데 차압식 예냉 > 통풍 예냉 > 예건 > 대조구 순으로 나타났다. 색 변화는 저장기간 동안 liner 처리 유무 및 저장 전처리 기술 차이에 따라 유의적 상관성을 보이지 않았다. 저장 6주 경과 후 liner 무처리구는 외관이 많이 손상된 상태이며, 통풍 예냉과 무처리구는 내부 갈변이 진행 중이었다. Liner 처리구는 저장 6주가 경과되어도 모든 저장 전처리구 및 대조구에서 내부 갈변이 발생되지 않았으며 저장 8주가 경과됐을 때 통풍 예냉과 예건 처리구에서 내부 갈변 증세가 나타났다.

추가 주요어 : 차압식 예냉, 내부갈변, 예건, 통풍 예냉

인용문헌

- Beckles, D.M. 2012. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 63:129-140.
- Cordenunsi, B.R., J.R.O. Nascimento, and F.M. Lajolo. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.* 83:167-173.
- Harker, F.R., E.M. Kupferman, A.B. Marin, F.A. Gunson, and C.M. Triggs. 2008. Eating quality standards for apples based on consumer preferences. *Postharvest Biol. Technol.* 50:70-78.
- Hong, Y.P., C.G. An, D.H. Bae, M.A. Jo, H.L. Eum, M.C. Jo, and E.Y. Yang. 2009. *Postharvest technology manual of bell pepper*. Nonghyup, Seoul, Korea.
- Kays, S.J. 1991. Science and practice of postharvest plant physiology, p. 1-22. In: S.J. Kays (ed.). *Postharvest physiology of perishable plant products*. An avi Book, Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
- Kim, J.K., K.D. Kim, and Y.S. Choi. 2007. *Postharvest technology manual of Chinese cabbage*. Nonghyup, Seoul, Korea.
- Korean Statistical Information Service (KOSIS). 2011. Cultivation area of Kimchi cabbage by region. www.kosis.kr.
- Lee, B.S. and J.K. Kang. 1998. Acreage fluctuation and marketing behavior in alpine Chinese cabbage. *Kor. J. Food Marketing Economics* 15:107-116.
- Lee, I.K., S.J. Hong, Y.R. Yeoung, S.W. Park, and O.S. Ku. 2001. Effects of postharvest predrying on storability of 'Norang' chinese cabbage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 19:521-525.
- Li, C. and A.A. Kader. 1989. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:629-634.
- Martinez-Romero, D., S. Castillo, and D. Valero. 2003. Forced-air cooling applied before fruit handling to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina* Lindl.). *Postharvest Biol. Technol.* 28:135-142.
- Nunes, M.C.N., J.K. Brecht, A.M.M.B. Morais, and S.A. Sargent. 1995a. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biol. Technol.* 6:17-28.
- Nunes, M.C.N., J.K. Brecht, S.A. Sargent, and A.M.M.B. Morais. 1995b. Effects of delays to cooling and wrapping on strawberry quality (cv. Sweet Charlie). *Food Control* 6:323-328.
- Pérez, A.G., R. Olias, J.M. Olias, and C. Sanz. 1998. Strawberry quality as a function of the 'high pressure fast cooling' design. *Food Chem.* 62:161-168.
- Porat, R. 2001. Gibberellic acid slows postharvest degreening of 'Oroblanco' citrus fruits. *HortScience* 36:937-940.
- Talbot, M.T. and K.V. Chau. 2002. *Precooling strawberries*. CIR942. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, USA.
- Yang, Y.J., J.C. Jeong, T.J. Jang, S.Y. Lee, and U.H. Pek. 1993. CO₂ Production and trimming loss affected by storage temperature and packaging methods in Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*) grown in spring. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 4:267-272.