

## 봄배추의 분할 채움 냉각 저장 효과

한응수\* · 전준영 · 민승기 · 하상현 · 황종석<sup>1</sup> · 이영근<sup>1</sup>

세계김치연구소, <sup>1</sup>경기농협식품

### Partial Stack Cooling Storage Effects of Spring Kimchi Cabbage

Eung Soo Han, Jun Young Jeon, Sung-Gi Min, Sanghyun Ha,  
Jong-Seok Hwang<sup>1</sup>, and Young-Keun Lee<sup>1</sup>

World Institute of Kimchi

<sup>1</sup>Gyeonggi Agricultural Cooperative Food Association Joint Enterprise Corporation

#### Abstract

Spring kimchi cabbage was stored fresh for 90 days in a commercial cold storage house. It was sanitized by spraying fungicide on the field before harvesting. The plastic boxes of spring kimchi cabbage were put on the pallet, covered with a 40-hole film, then stacked in the cold storage room at once. The room was maintained for 90 days at 0.7°C after cooling gradually at 2 °C/day. After 90 days, the weight loss was 4.73% and the total trimming loss was 8.26%. The weight loss was 8.08% and the net trimming loss was 3.26% after 90-day storage with partial stack cooling at 2.7°C covered with a 56-hole film. The quality of spring kimchi cabbage after 90-day storage was fresh without physiological disorders.

**Key words:** spring kimchi cabbage, partial stack cooling storage, film cover, weight loss, trimming loss

## 서 론

김치산업에서 원료배추를 안정적으로 확보하는 것은 김치산업 경쟁력을 결정하는 중요한 요소이다. 특히 생산량이 절대적으로 부족한 여름배추를 보완하기 위해서는 봄배추를 장기 저장하여 여름에 사용하는 것이 좋은 대안이 될 수 있다. 봄배추는 3월에 정식하여 6월에 수확하는 배추로 수분함량과 품온이 높아 가을배추보다 저장이 어렵다.

배추의 저장에 영향을 주는 요인은 온도, 습도, 산소농도, 이산화탄소농도, 에틸렌농도 등이 있고, 이들을 최적으로 조절하는 방법을 배추 포기단위(Yang et al., 1993a) 및 상자와 망 단위로(Kim et al., 2001a; Kim et al., 2001b) 연구하였다. 배추의 실용적인 저장방법으로는 저온저장이 기본이고(Eum et al., 2013a), 예냉 후 저온저장(Eum et al., 2013b; Bae et al., 2015)이 현장에서 적용되고 있으며, 팻릿단위 기체조절 포장과 저온저장(Choi et al., 2019; Chun et al., 2020) 및 CA저장(Kim et al., 2018)이 연구단계에 있다.

특히 봄배추를 저장하는 연구에서 배추를 타공한 비닐봉투에 포장하여 저온에 저장함으로써 60일까지 저장수명을 연장하였고(Yang et al., 1993a), 에틸렌 제거 억제처리는 효과가 없었으며(Hong et al., 2018), 깨씨무늬증 발생 억제를 위해서는 질소를 적정량 시비하는 것이 중요하고(Hong et al., 2017), 플라즈마 처리와 팻릿 단위의 기체조절 포장 저장방법(Lee et al., 2018)이 유효하다는 연구가 있었다. 그리고 저장한 봄배추로 김치를 제조하여 배추의 저장조건을 깊이 있게 평가하였다(Bang et al., 2017).

한편 봄배추의 품종별 생육특성과 성분특성을 비교하여(Lee et al., 2013) 품종선발을 시도하였고, 봄배추의 생체특성과 김치가공특성을 연구하였으며(Kim & Kim, 2000), 봄배추의 품종별 김치발효특성을 연구하였다(Chun, 1981).

본 연구에서는 봄배추를 저장고 단위로 실증저장을 하여 현장에 활용하고자 배추저장 현장에서 사용하고 있는 실용 규모 저장고에 봄배추를 팻릿에 쌓고 타공 필름으로 덮어 씌운 다음 분할하여 저장고를 채우고 냉각하여 장기간 저장하고 품질을 평가하였다.

\*Corresponding author: Eung Soo Han, World Institute of Kimchi, 86, Gimchi-ro, Nam-gu, Gwangju 61755, Republic of Korea  
Tel: +82-62-610-1732; Fax: 82-62-610-1711  
E-mail: hanakimchi@wikim.re.kr  
Received October 22, 2020; revised November 18, 2020; accepted November 19, 2020

## 재료와 방법

### 봄배추

배추는 경기도 파주시 적성면 가월리 논 1200평에 재배

한 춘광품종으로 2020년 6월 16일에 수확하여 저장하였다. 수확 1일 전에 적성 소재 경기농협식품 소유 저온저장고 2개(20평과 30평)를 락스(레굴러, 유한양행) 0.01% 액 50 L를 저장고 벽과 바닥에 살포하고 밀폐하여 소독하였고, 배추도 수확 1일 전에 락스 400 mL와 테브코나졸(티포라탄, 한일사이언스) 800 mL를 물 4000 L에 혼합하여 배추밭 1200평에 살포하였다.

**수확 포장**

수확일 새벽에 배추를 칼로 따서 플라스틱 배추상자(520×370×320 mm)에 5-6포기씩 담아 팠릿을 깔은 5톤 트럭에 배추상자를 7단으로 쌓아(42상자/팠릿) 14팠릿을 저장고로 운반하여 일시채움저장 시험에 사용하였다. 그리고 다른 트럭에 14팠릿을 운반하여 분할채움저장 시험에 사용하였다.

**일시채움저장과 분할채움저장**

일시채움저장은 저장고에 배추를 한꺼번에 채우고 냉각 저장하는 방법으로 냉각부하가 크고, 분할채움저장은 배추를 저장고에 여러 번에 나누어 채우고 냉각 저장하는 방법으로 냉각부하가 작다. 일시채움저장 시험은 저온저장고 앞마당에서 배추 9팠릿을 내려놓고 팠릿 당 1줄씩 7상자에 표식지를 부착하고 각각 상자무게를 측정한 다음 다시 팠릿에 적재하였다. 배추팠릿을 3개씩(60일, 75일, 90일)씩 3처리구(무포장, 40공 필름포장, 56공 필름포장)로 나누고, 팠릿을 5면에 타공(Ø = 14 mm)하고 밑이 터진 상자형 필

름( $t=80 \mu\text{m}$ , 1,200×1,200×2,200 mm)으로 덮어쓰워 20평 저온저장고에 적재하고 나머지 공간에 배추 63팠릿을 2단으로 적재하여 채우고 90일간 저장하였다(Fig. 1). 저장고 온도는 배추입고 1일 전에 12°C로 냉각하여 배추(품온 약 20°C)를 채우고 급냉으로 인한 냉장장해를 방지하기 위하여 1일 2°C씩 냉각하여 8일차에 0°C가 되도록 조절하였고, 습도와 기체조성은 인위적으로 조절하지 않고 자연적인 변화를 온습도기록계(Testo 174H, Testo, Germany)와 가스기록계(R 9600, Supmea, China)를 저장고 내부에 설치하여 기록하였다.

분할채움저장 시험은 30평 저장고에 온습도기록계와 가스기록계를 설치하고 1일차에 28팠릿을 채웠다. 이중 시험용 9팠릿을 일시채움저장과 같은 방법으로 처리하였고 2일차, 4일차, 5일차에 각각 28팠릿씩 분할하여 추가로 채웠으며 7일차에 8팠릿을 채운 다음 밀폐하고 저장고 온도를 2.7°C로 하여 90일간 저장하였다.

**품질평가**

저장 1일차에 봄배추 10포기를 꺼내어 품질을 평가하였다. 중량감소율은 저장 전 무게와 저장 후 무게를 상자단위로 7상자씩 측정하여 백분율로 표시하였고, 정선손실율은 정선 전 무게와 정선 후 무게를 상자 당 5포기씩 포기단위로 측정하여 백분율로 표시하였다. 총저장손실율은 1-저장수율×정선수율로 구하였고, 순저장손실율은 1-저장수율×순정선수율로 구하였다. 순정선수율은 저장 후 정선수율에서 저장 전(초기) 정선수율(92.80%)을 차감하여 저장

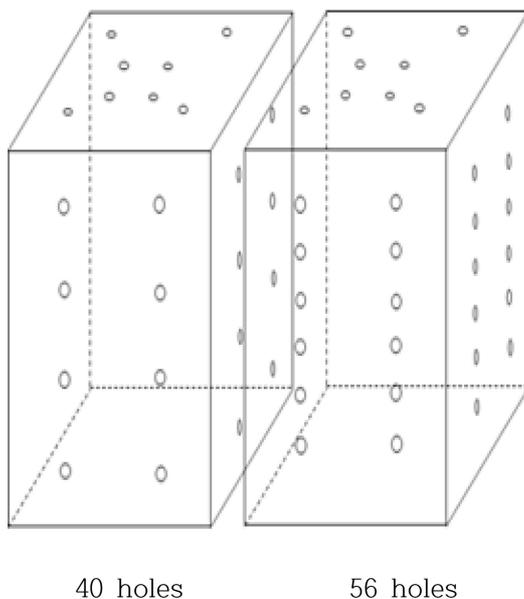


Fig. 1. Cold storage of spring kimchi cabbage covered with perforated polyethylene film.

중에 발생한 정선수율의 변화만을 나타내었다. 저장배추의 생리장해는 건전성, 깨씨무늬 발생률, 괴사반점 발생률, 부패율, 무름병 발생률, 중록갈변 발생률을 표준시험법(Min et al., 2020)에 따라 평가하였다.

통계처리

측정값은 ANOVA분석을 한후  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였고, Minitab 19 (USA) 통계 프로그램으로 분석하였다.

결과 및 고찰

중량감소율

봄배추의 저장 중 중량감소율은 일시채움저장고에서 낮아서 저장 60일차에 무포장구가 8.31%였고 타공포장구는 2.08%와 4.68%였는데(Table 1), 이는 봄배추를 두께 0.02 mm HDPE 필름과 기능성 필름으로 포장하여 9주간 냉장한 결과 중량감소율이 대조구에서 8.47%, 필름포장구에서 4.07%와 3.07%였다는 보고(Lee et al., 2016)와 비슷하였다. 특히 40공 필름포장구에서 저장 90일차에 4.73%로 무포장구의 13.07%보다 63.7%나 낮았으며 56공 필름포장구

의 5.83%보다도 유의하게 낮았다(Fig. 2, Table 1). 분할채움저장고에서는 저장 60일차까지는 일시채움저장고와 비슷하였으나 그 후 더 빠르게 감소하여 저장 90일차에 40공 필름 포장구에서 6.11%로 무포장구 18.02%보다 66.1% 낮았고 56공 필름 포장구의 8.08%보다도 유의하게 낮았다(Fig. 3, Table 2). Lee et al. (2018)은 봄배추를 차압예냉하여 12주간 냉장하면 냉풍순환으로 중량이 13% 감소했고 PVC랩으로 밀봉하면 감소율은 3%로 줄어들지만 결로로

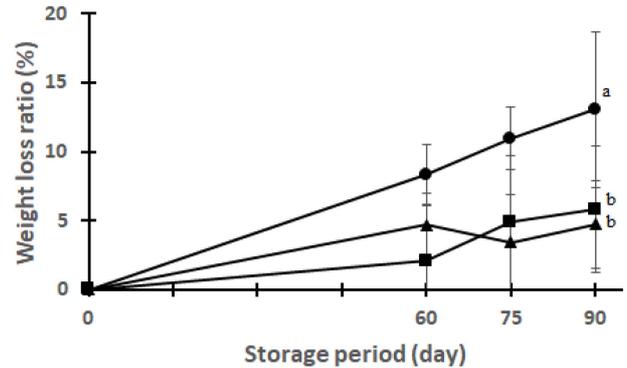


Fig. 2. Weight loss of spring kimchi cabbage during total stack cooling storage. ●—● non covered, ▲—▲ covered with 40 holes, ■—■ covered with 56 holes.

Table 1. Weight loss of spring kimchi cabbage with the box position during total stack cooling storage (kg, %)

Treatment	Box position	0 day	60 day	Loss ratio	0 day	75 day	Loss ratio	0 day	90 day	Loss ratio
Non covered	7	16.13	13.94	13.58	15.52	13.02	16.11	15.05	13.16	12.56
	6	16.19	14.96	7.60	14.32	12.70	11.31	15.97	14.30	10.46
	5	13.43	12.26	8.71	12.39	11.26	9.12	16.38	14.68	10.38
	4	14.23	13.18	7.38	12.95	11.70	9.65	14.62	12.86	12.04
	3	16.38	15.32	6.47	14.25	12.94	9.19	14.33	13.54	5.51
	2	16.00	14.92	6.75	13.99	12.52	10.51	11.79	9.96	15.52
	1	14.36	13.26	7.66	14.71	13.12	10.81	15.85	11.88	25.05
	ave	15.25	13.98	8.31	14.02	12.47	10.96	14.86	12.91	13.07
std	1.20	1.14	2.43	1.05	0.71	2.42	1.54	1.60	6.08	
Covered with 40 holes	7	15.84	15.74	0.63	15.20	15.34	-0.92	17.02	16.94	0.47
	6	14.53	14.02	3.51	17.52	17.22	1.71	16.44	16.06	2.31
	5	17.09	16.56	3.10	15.84	15.58	1.64	14.82	14.28	3.64
	4	17.01	16.20	4.76	17.13	16.76	2.16	14.94	14.34	4.02
	3	15.05	14.12	6.18	17.42	16.88	3.10	15.50	14.64	5.55
	2	15.86	14.90	6.05	14.77	13.92	5.75	15.60	14.68	5.90
	1	15.74	14.40	8.51	16.04	14.36	10.47	16.99	15.08	11.24
	ave	15.57	15.13	4.68	16.27	15.72	3.42	15.90	15.15	4.73
std	0.94	1.03	2.55	1.10	1.29	3.69	0.92	0.99	3.42	
Covered with 56 holes	7	15.97	16.24	-1.69	15.65	15.72	-0.45	15.85	15.78	0.44
	6	14.41	14.34	0.49	15.58	15.30	1.80	14.06	13.56	3.56
	5	13.90	13.84	0.43	14.66	14.30	2.46	14.14	13.64	3.54
	4	15.69	15.62	0.45	15.95	15.50	2.82	15.55	14.92	4.05
	3	14.71	14.60	0.75	14.87	14.26	4.10	15.39	14.58	5.26
	2	16.10	15.72	2.36	14.56	13.34	8.38	15.76	14.44	8.38
	1	15.10	13.32	11.79	14.35	12.18	15.12	15.30	12.92	15.56
	ave	15.13	14.81	2.08	15.09	14.37	4.89	15.15	14.26	5.83
std	0.83	1.08	4.44	0.63	1.28	5.26	0.74	0.96	4.90	

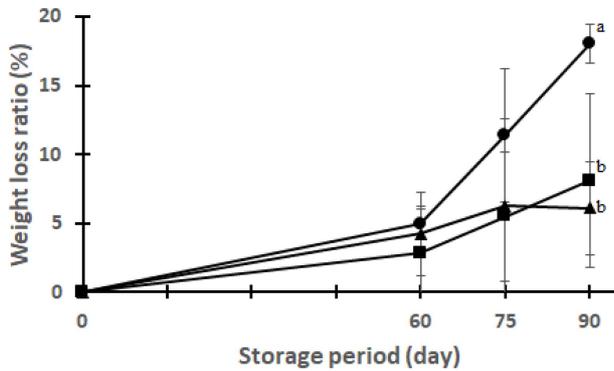


Fig. 3. Weight loss of spring kimchi cabbage during partial stack cooling storage. ●—● non covered, ▲—▲ covered with 40 holes, ■—■ covered with 56 holes.

배추가 깃무르므로 양면에 24개의 구멍(75.36 cm<sup>2</sup>)을 뚫은 유공포장을 하여 감소율을 7%로 할 수 있었다고 하였다. 이는 무포장구는 일시채움저장과 비슷한 결과이지만 타공 포장에서는 양면에 24개의 구멍을 뚫는 것보다 5면에 40개(61.54 cm<sup>2</sup>)를 뚫는 것이 중량이 덜 감소함을 알 수 있었다.

그리고 중량감소율은 적재한 배추상자 위치별로 차이가

있어서 일시채움저장고 무포장구에서는 최하단의 1번 상자와 최상단의 7번 상자의 감소가 크고 중간상자의 감소가 작았다(Table 1). 그러나 40공 필름 포장구에서는 팻릿 구멍으로 냉기가 순환하여 팻릿에 인접한 1번 상자에서 중량 감소가 11.24%로 컸고 필름으로 포장된 상부의 7번 상자가 0.47%로 작았다. 이런 현상은 56공 필름 포장구에서도 마찬가지여서 저장 90일차에 1번 상자는 15.56%, 7번 상자는 0.44%였다. 분할채움저장고에서 배추상자의 위치별 중량감소율은 40공 필름 포장구 1번 상자가 12.70%로 컸고, 7번 상자가 1.02%로 작았으며, 56공 필름 포장구에서도 각각 21.70%와 2.12%로 비슷한 경향이였다(Table 2). 배추상자 위치 간에 중량감소율 차이를 줄이려면 포장 필름의 상부에 타공 면적을 늘리고 필름이 팻릿을 덮도록 길게 하는 연구가 필요하다.

정선손실률

봄배추의 정선손실률은 저장초기에 7.20%였고 저장 90일차에 약간씩 증가하였다. 일시채움저장고 40공 필름포장구 정선손실률은 90일차에 8.13%로 저장초기의 7.20% 대비 1.07% 포인트 증가하였고, 무포장구와 56공 필름포장구도 각각 9.86%와 7.85%로 소폭씩 증가하였다(Fig. 4).

Table 2. Weight loss of spring kimchi cabbage with the box position during partial stack cooling storage (kg, %)

Treatment	Box position	0 day	60 day	Loss ratio	0 day	75 day	Loss ratio	0 day	90 day	Loss ratio
Non covered	7	15.94	14.98	6.02	16.59	14.74	11.15	12.09	9.74	19.44
	6	16.23	15.68	3.39	15.71	14.30	8.98	11.02	8.90	19.24
	5	12.96	12.36	4.63	13.30	12.08	9.17	14.84	12.60	15.09
	4	13.96	13.28	4.87	16.17	15.02	7.11	14.65	12.10	17.41
	3	15.85	15.20	4.10	15.70	14.40	8.28	11.72	9.62	17.92
	2	14.54	13.58	6.60	14.60	12.76	12.60	14.60	12.02	17.67
	1	-	-	-	14.43	11.18	22.52	17.37	14.00	19.40
	ave	14.91	14.18	4.94	15.21	13.50	11.40	13.76	11.28	18.02
	std	1.31	1.30	1.20	1.15	1.49	5.23	2.24	1.88	1.55
Covered with 40 holes	7	16.21	16.44	-1.42	15.13	15.36	-1.52	14.67	14.52	1.02
	6	17.76	16.48	7.21	15.80	15.32	3.04	12.79	11.94	6.65
	5	12.61	12.26	2.78	15.63	15.46	1.09	16.51	15.94	3.45
	4	17.27	16.82	2.61	16.22	15.46	4.69	13.01	12.26	5.76
	3	14.25	13.52	5.12	15.06	14.06	6.64	16.20	15.28	5.68
	2	15.16	14.46	4.62	13.67	12.20	10.75	15.76	14.58	7.49
	1	15.43	14.10	8.62	14.51	11.74	19.09	16.38	14.30	12.70
	ave	15.53	14.87	4.22	15.15	14.23	6.25	15.05	14.12	6.11
	std	1.77	1.74	3.31	0.86	1.62	6.89	1.59	1.49	3.62
Covered with 56 holes	7	14.89	15.28	-2.62	15.15	15.36	-1.39	14.12	13.82	2.12
	6	16.07	15.92	0.93	15.71	15.28	2.74	14.49	13.94	3.80
	5	15.93	15.70	1.44	14.18	13.68	3.53	17.48	16.74	4.23
	4	14.19	13.96	1.62	15.20	14.52	4.47	15.82	15.02	5.06
	3	13.56	13.10	3.39	14.57	13.66	6.25	16.47	15.16	7.95
	2	13.78	12.90	6.39	15.18	13.98	7.91	15.40	13.60	11.69
	1	16.91	15.46	8.57	14.47	12.32	14.86	15.30	11.98	21.70
	ave	15.05	14.62	2.82	14.92	14.11	5.48	15.58	14.32	8.08
	std	1.28	1.27	3.71	0.53	1.06	5.06	1.15	1.50	6.79

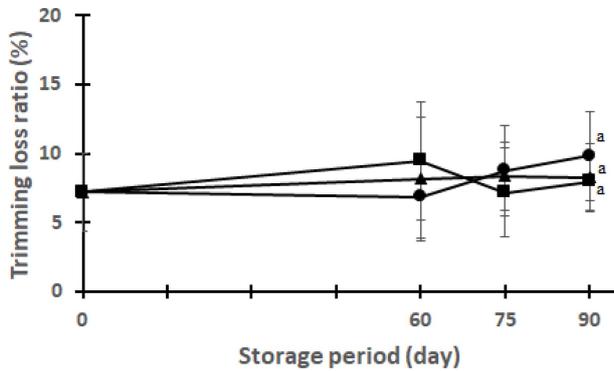


Fig. 4. Trimming loss of spring kimchi cabbage during total stack cooling storage. ●—● non covered, ▲—▲ covered with 40 holes, ■—■ covered with 56 holes.

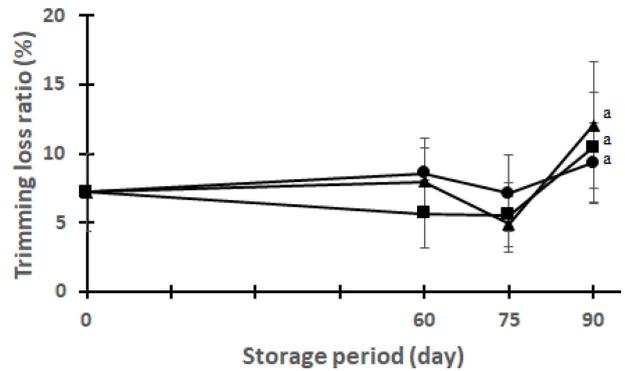


Fig. 5. Trimming loss of spring kimchi cabbage during partial stack cooling storage. ●—● non covered, ▲—▲ covered with 40 holes, ■—■ covered with 56 holes.

그리고 90일차 정선손실률은 무포장과 필름포장구간에 유의적 차이가 없었다(Table 3). 분할채움저장고의 정선손실률은 일시채움저장고에서보다 높았는데, 특히 40공 필름포장구에서 11.91%로 저장초기보다 4.71% 포인트 높았고, 무포장구와 56공 필름포장구는 각각 9.51%와 10.12%로 유의적 차이가 없었다(Fig. 5, Table 3). 이것은 봄배추를 상대습도 95%에서 12주간 저장하였을 때(Lee et al., 2018)의 정선손실률 17%보다 크게 낮은 값으로 수확 시 건조한 날씨로 걸잎이 이미 건조된 상태였고(5톤 트럭 무게가 6.9톤으로 평상의 7.5톤 보다 9.2% 가벼웠음) 저장고 상대습도도 88%로 낮았기 때문으로 판단된다. 배추상자에 보습지를 넣어 저장하는 것은 정선손실률에 영향이 없었고(Lee et al., 2017), 1-methylcyclopropene 처리가 봄배추의 저장 중 정선손실률에 효과가 없었으며(Hong et al., 2018), 다공성 필름으로 덮어 온도 2°C, 상대습도 95%로 저장하는 것이 최적이라고 하였다.

총저장손실률

봄배추의 저장 중 총저장손실률은 중량감소율과 정선손실률로부터 구하였고, 이때 정선손실률은 총정선손실률과 총정선손실률에서 저장초기 정선손실률(7.20%)을 차감한 순정선손실률로 나눌 수 있다. 저장초기배추에서도 정선과정에서 7.20%의 손실이 일어났고, 저장 90일차에는 저장

중의 중량감소와 저장 후 정선손실이 모두 발생하여 총저장손실률은 일시채움저장고에서는 12.48-21.61%였고, 분할채움저장고에서는 17.30-25.82%로서 모두 무포장구와 필름포장구간에 유의적 차이가 있었다(Table 3). 그러나 저장 중에 손상으로 발생한 순수한 정선손실률 증가분(순정선손실률)은 일시채움저장고에서 0.65-2.66%였고 분할채움저장고에서 2.31-4.71%였다. 그러므로 저장으로 인한 순저장손실률은 일시채움저장고에서 5.62-15.35%로 계산되었고 이중 40공과 56공 필름으로 포장한 봄배추의 순저장손실률은 각각 5.62%와 6.42%로 유의하게 낮았다. 분할채움저장고의 순저장손실률도 40공과 56공 필름포장구에서 각각 10.54%와 10.85%로 무포장구의 19.92%보다 유의하게 낮았다.

저장고 내부의 온도와 습도 변화

봄배추 저장고 내부의 온도와 상대습도를 조사한 결과 일시채움저장고의 온도는 초기 15.1°C에서 24시간 후에 12.4°C로 낮아졌고 48시간 주기로 4°C씩 낮아져 192시간 이후에는 0.7°C로 안정하게 유지되었다(Fig. 6). 분할채움저장고에서는 1차 입고 시 7.4°C에서 입고 후 바로 3.7°C로 낮아졌고 24시간 후에 2차 입고로 7.8°C로 올라갔다가 바로 3°C로 낮아졌으며, 72시간, 96시간, 144시간에 3차, 4차, 5차 입고를 하면서 각각 7°C 수준으로 올라갔다가

Table 3. Total loss ratio of spring kimchi cabbage after 90 days storage

Treatment	Loss ratio(%)					
	Weight	Total trimming	Total	Net trimming	Net	
Partial stack	Non coverd	18.02±1.55a <sup>1)</sup>	9.51±1.63a	25.82±1.78a	2.31±1.63a	19.92±1.86a
	Covered with 40 holes	6.11±3.62b	11.91±3.34a	17.30±4.15b	4.71±3.34a	10.54±4.33b
	Covered with 56 holes	8.08±6.79b	10.12±2.46a	17.47±5.22b	2.92±2.46a	10.85±5.68b
Total stack	Non coverd	13.07±6.08a	9.86±2.39a	21.61±6.40a	2.66±2.39a	15.35±6.82a
	Covered with 40 holes	4.73±3.42b	8.13±1.63a	12.48±3.28b	0.93±1.63a	5.62±3.50b
	Covered with 56 holes	5.83±4.90b	7.85±1.50a	13.20±5.10b	0.65±1.50a	6.42±5.44b

All values are the mean ± SD

<sup>1)</sup> Value within a column with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

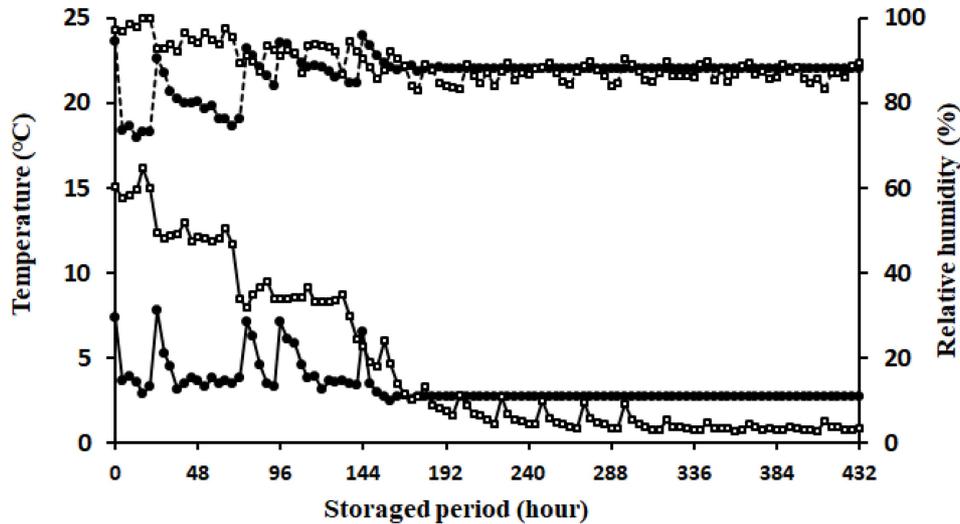


Fig. 6. Change of temperature and relative humidity during the cold storage of spring kimchi cabbage. ●—● temperature at partial stack, ■—■ temperature at total stack, ○---○ relative humidity at partial stack, □---□ relative humidity at total stack.

2.7°C로 낮아져 90일까지 그 수준이 유지되었다. 봄배추를 0-1°C로 저장하는 것이 3-4°C로 저장하는 것보다 상품성을 높게 유지할 수 있었으나(Yang et al., 1993a), 90일간 0.7°C로 저장된 배추보다 2.7°C로 저장된 배추에서 증류갈변 등의 생리장해가 적게 발생된 것으로 보아(Table 4) 봄배추는 0.7°C보다 2.7°C에서 저장하는 것이 더 좋았다. Eum et al. (2013a)은 고랭지 여름배추를 30일간 저온저장한 결과 0°C보다 2°C에 저장한 것이 중량감소와 정선손실이 적었고 관능품질이 우수하였다고 하였고, Hong et al. (2018)도 봄배추를 다공성 필름으로 덮어 2°C, 상대습도 95%로 저장하는 것이 최적이라고 하였다.

일시채움저장고의 상대습도는 초기 97.3%에서 조금씩 등락을 반복하면서 192시간에 88% 수준으로 낮아져 90일까지 안정하게 유지되었다(Fig. 6). 분할채움저장고에서는 1차 입고 초기 94.6%에서 바로 73.5%로 낮아졌고 24시간 후에 2차 입고로 90.3%로 올라갔다가 서서히 75%로 낮아졌으며 3차, 4차, 5차 입고를 하면서 각각 90% 수준으로 올라갔다가 80% 수준으로 낮아짐을 반복하면서 88%로 수렴하여 90일까지 그 수준이 유지되었다. 가을배추를 골판지상자에 포장하여 0°C에 저장한 것(Kim et al., 2001a)과

겨울배추를 0.03 mm 필름으로 4포기씩 포장하여 컨테이너 상자에 담아 0°C에 저장하는 것(Kim et al., 2001b)이 그 물망이나 컨테이너 상자에 담아 저장하는 것보다 건조가 억제되어 중량감소와 정선손실이 적었다. 그리고 0.01 mm 필름봉투에 배추를 날개 포장하여 0-1°C에 저장할 때 포장재 밑면에 직경 5 mm 구멍을 봄배추는 50개(Yang et al., 1993a), 가을배추는 10개(Yang et al., 1993b) 뚫어주는 것이 중량감소와 정선손실이 적었다고 하였다. 배추의 습도를 조절하기 위하여 상자단위로 포장하는 것보다는 펠릿단위로 포장하는 것이 저장현장에서 적용하기 편리하고 궁극적으로는 저장고단위로 습도를 조절하는 방법이 연구되어야 하겠다.

저장고 내부의 산소와 이산화탄소 농도 변화

봄배추 저장고 내부의 산소와 이산화탄소 농도를 조사한 결과 일시채움저장고의 산소농도는 초기 20.2%에서 4일차에 18.9%로 낮아졌다가 7일차에 19.5%로 회복되어 유지되었고, 이산화탄소 농도는 초기 0.04%에서 3일차에 0.85%로 높아졌다가 7일차에 0.04%로 회복되어 유지되었다(Fig. 7).

분할채움저장고에서는 5차 입고가 완료되는 7일차까지 산소농도 19.7%와 이산화탄소농도 0.04%로 유지되었다가 입고를 마치고 문을 밀폐한지 2일 만인 9일차에 산소농도는 16.0%로 낮아지고 이산화탄소농도는 3.79%로 높아졌다. 그 후 산소농도는 점차 높아지고 이산화탄소농도는 점차 낮아져서 20일차에 각각 18.9%와 0.24%로 유지되었고 저장 40일차가 되어서야 19.5%와 0.04%로 복귀되어 유지되었다. 봄배추를 산소 1%와 이산화탄소 1% 농도로 저장하면 초기 30일까지 중량손실과 정선손실을 크게 줄일 수 있었다고 하였다(Pek & Yang, 1996). 그리고 겨울배추를

Table 4. Mid-rib brown stain ratio of spring kimchi cabbage during cold storage

Treatment		Storage period (day)			
		0	60	75	90
Partial stack	Non covered	0	0	0	0
	Covered with 40 holes	0	0	0	13
	Covered with 56 holes	0	0	0	0
Total stack	Non covered	0	0	40	80
	Covered with 40 holes	0	7	47	87
	Covered with 56 holes	0	20	53	100

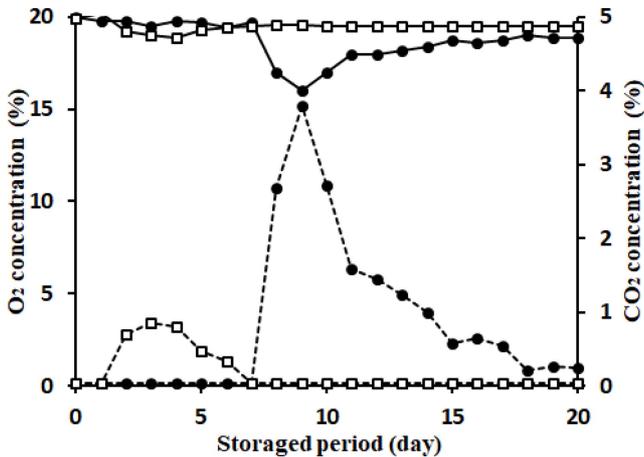


Fig. 7. Change of oxygen and carbon dioxide concentration during the cold storage of spring kimchi cabbage. ●—● oxygen concentration at partial stack, □—□ oxygen concentration at total stack, ●---● carbon dioxide concentration at partial stack, □---□ carbon dioxide concentration at total stack.



Fig. 8. Quality of partial stack cooling stored spring kimchi cabbage after 90 days storage.

온도 0°C, 상대습도 90-95%에서 산소농도를 1-3%, 이산화탄소농도를 0.2-5.0%로 조절하여 저장한 결과 산소와 이산화탄소를 조절하지 않고 저장한 것에 비하여 중량손실과 정선손실이 크게 감소하였고 관능품질이 우수하였다고 하였다(Kim et al., 2018). 그리고 저온저장고 내에 팰릿 단위 적재에 적용할 수 있는 기체조절포장 시스템을 제작하여 겨울배추를 2°C에서 80일간 저장한 결과 중량감소율이 1.58%, 정선손실률이 26.11%로 대조구에 비해 월등하게 낮았고(Choi et al., 2019), 시스템의 산소와 이산화탄소 농도를 자동으로 조절하는 알고리즘을 개발하였다(Chun et al., 2020).

#### 저장배추의 생리장해 특성

봄배추 저장 중의 생리장해 현상을 조사한 결과 처리구에 관계없이 저장 90일차에 외엽 끝에 곰팡이가 약간 발생하였으나 외관이 모두 건전하였고, 깨씨무늬가 아주 조

금 발생하였으며, 괴사반점은 일시채움저장고 무포장구에서만 겉잎에 조금 발생하였다. 내부의 부패현상과 단축경 무름병은 없었으며 증류갈변 현상이 일시채움저장고에서 저장기간에 따라 발생률이 높아져 90일차에는 80% 이상이 발생하였다(Table 4). 그러나 증류갈변현상도 분할채움저장고에서는 75일차까지 발생하지 않았고 90일차에도 40공 필름포장구에서만 13.33% 발생하였을 뿐 무포장구와 56공 필름 포장구에서는 발생하지 않았다(Table 4, Fig. 8). 깨씨 무늬증이 발생하지 않은 이유는 질소비료를 표준시비하였고(Hong et al., 2017), 저장 중 이산화탄소 농도가 4% 이하로 유지되었기 때문으로 판단된다(Jung, 2013).

## 요 약

봄배추를 실용규모의 저장고에서 90일간 신선하게 저장하였다. 봄배추 춘광을 수확 1일 전에 노지에서 락스와 테브코나졸 혼합약제를 살포하여 소독하고 플라스틱 상자에 담에 팰릿에 적재한 다음, 40공 타공 비닐로 씌워 저장고에 일시에 채우고 1일 2°C씩 냉각하여 0.7°C에서 90일간 저장한 결과 중량감소율 4.73%, 총정선손실률 8.26%로서 총저장손실률이 12.6%였다. 그리고 팰릿 포장한 배추를 7일간 5회 분할하여 저장고에 채우고 56공 타공 비닐로 씌워서 바로 2.7°C로 냉각하여 90일간 저장한 결과 중량감소율 8.08%, 순정선손실률 3.26%로서 순저장손실률은 11.1%였다. 이때 저장한 봄배추는 생리장해가 발생하지 않았고 90일차에도 품질이 신선하였다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농식품부-농협 역매칭 시험사업(과제번호 318102-2)의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## References

- Bae SJ, Eum HL, Kim BS, Yoon J, Hong SJ. 2015. Comparison of the quality of highland-grown kimchi cabbage Choongwang during cold storage after pretreatments. Korean J. Hort. Sci. Technol. 33: 233-241.
- Bang HY, Cho SD, Kim BS, Kim GH. 2017. Quality change in kimchi made of spring kimchi cabbage during fermentation under different storage conditions. Korean J. Food Nutr. 30: 378-387.
- Choi EJ, Park HW, Lee JH, Kim HK, Park CW, Song KB, Kang JH, Park JB, Woo HJ, Chun HH. 2019. Effect of pallet unit-controlled atmosphere packaging in maintaining the quality of kimchi cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) harvested in the summer. Korean J. Food Preserv. 26: 264-273.
- Chun HH, Choi EJ, Lee JH, Son JY, Park CW. 2020. Quality prediction and change in quality of kimchi cabbages stored

- under a pallet unit-controlled atmosphere. *Food Eng. Prog.* 24: 191-199.
- Chun JK. 1981. Kimchi fermentability of the spring chinese cabbage. *J. Korean Agr. Chem. Soc.* 24: 194-199.
- Eum HL, Kim BS, Yang YJ, Hong SJ. 2013a. Quality evaluation and optimization of storage temperature with eight cultivars of kimchi cabbage produced in summer at highland areas. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 31: 211-218.
- Eum HL, Bae SJ, Kim BS, Yoon J, Kim J, Hong SJ. 2013b. Postharvest quality changes of kimchi cabbage 'Choongwang' cultivar as influenced by postharvest treatments. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 31: 429-236.
- Hong SJ, Kim BS, Park NI, Eum HL. 2017. Influence of nitrogen fertilization on storability and the occurrence of black speck in spring kimchi cabbage. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 35: 727-736.
- Hong SJ, Park NI, Kim BS, Eum HL. 2018. Postharvest application of 1-MCP to maintain quality during storage on kimchi cabbage Choongwang. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 36: 215-223.
- Jung JW. 2013. Disorder of chinese cabbage during storage. *Food Sci. Ind.* 64: 19-22.
- Kim BS, Nahmgung B, Kim MJ. 2001a. Effect of packaging and loading conditions on the quality of late autumn chinese cabbage during cold storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8: 23-29.
- Kim BS, Kim MJ, Kim OW, Kim GH. 2001b. Quality changes of winter chinese cabbage by different packing and loading during cold sotrage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8: 30-36.
- Kim MJ, Kim SD. 2000. Quality characteristics of kimchi prepared with major spring chinese cabbage cultivars. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 7: 343-348.
- Kim MN, Park SH, Park CW, Choi SY, Choi DS, Kim JS, Kim YH, Lee SJ. 2018. Quality estimation of winter chinese cabbage sotred in purge type of controlled atmosphere storage. *Food Eng. Prog.* 22: 59-66.
- Lee HO, Lee YJ, Kim JY, Kim BS. 2018. Effect of combined pallet unit MAP and plasma treatment for extending the freshness of spring kimchi cabbage. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 36: 224-236.
- Lee KH, Kuack HS, Jung JW, Lee EJ, Jeong DM, Kang KY, Chae KI, Yun SH, Jang MR, Cho SD, Kim GH, Oh JY. 2013. Comparison of the quality characteristics between spring cultivars of kimchi cabbage (*Brassica rpap* L. ssp. *pekinensis*). *Korean J. Food Preserv.* 20: 182-190.
- Lee YJ, Lee HO, Kim JY, Kim BS. 2016. Effect of pallet-unit MAP treatment on freshness extension of spring Chinese cabbage. *J. Korean Soc. Food Cult.* 31: 634-642.
- Lee YJ, Lee HO, Kim JY, Kim BS. 2017. Effect of various loading methods on freshness of spring kimchi cabbage. *J. Korean Soc. Food Cult.* 32: 303-310.
- Min SG, Jeon JY, Ha SH, Han ES. 2020. Effect of pallet unit modified atmosphere packaging in long term storage of spring kimchi cabbage. *Food Eng. Prog.* 24:
- Pek UH, Yang YJ,. 1996. Effect of CA storage on the postharvest quality and color changes of Chinese cabbage(*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). *J. Korean Soc. Horti. Sci.* 37: 662-665.
- Yang YJ, Jeong JC, Chang TJ, Lee SY, Pek UH. 1993a. CO<sub>2</sub> production and trimming loss affected by storage temperature and packaging methods in chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) grown in spring. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 34: 267-272.
- Yang YJ, Jeong JC, Chang TJ, Lee SY, Pek UH. 1993b. Marketability affected by cultivars and packaging methods during the long-term storage of chinese cabbage grown in autumn. *J. Korean Soc. Horti. Sci.* 34: 184-190.

### Author Information

한응수: 세계김치연구소 신공정발효연구단 책임연구원  
 전준영: 세계김치연구소 신공정발효연구단 전임연구원  
 민승기: 세계김치연구소 산업기술연구단 선임연구원  
 하상현: 세계김치연구소 신공정발효연구단 전임연구원  
 황종석: 경기농협식품 북파주공장 품질관리과장  
 이영근: 경기농협식품 북파주공장 생산부장