

겨울배추 저장에서 살균제 처리와 상자단위 필름포장 효과

전준영 · 하상현 · 민승기 · 한응수*

세계김치연구소 연구개발본부

Effect of Fungicide Treatment and Box Unit Wrapping in the Storage of Winter Kimchi Cabbage

Jun Young Jeon, Sang Hyun Ha, Sung Gi Min, and Eung Soo Han*

Research and Development Division, World Institute of Kimchi

Abstract

Fungicide spraying and PVC (polyvinyl chloride) wrapping were carried out for the improvement of storage yield in winter kimchi cabbage. Acetic acid, rox, tebuconazole and fludioxonil were sprayed on the cabbage, and then cabbage boxes were wrapped with 0.02 mm polyvinyl chloride film. The weight loss ratio of wrapped cabbages were 8.62% and 15.71% in unwrapped cabbages. Trimming loss ratio was the lowest in the mixed treatment of acetic acid, rox and tebuconazole in wrapped cabbage. Physiological disorders of 90-day stored cabbage was better in wrapped cabbage, especially with the mixed treatment of acetic acid, rox and tebuconazole. Wrapping and fungicide treatment reduced the storage loss ratio and physiological disorder for storage of kimchi cabbages.

Key words: fungicide, box unit wrap, kimchi cabbage, storage loss, physiological disorder

서 론

배추(*Brassica rapa* L. spp. *Pekinensis*)는 쌍떡잎식물 십자화과의 두해살이 잎줄기채소로 섬유질, 비타민, 무기질이 풍부하여 다양한 요리의 재료로 사용되어 연중 안정적인 저장 및 공급이 필요한 채소이다(Seong et al., 2006). 한국의 배추 생산량은 236만 톤이고 이중 봄배추가 78만 톤, 여름배추가 26만 톤, 가을배추가 101만 톤, 겨울배추가 31만 톤이며 배추 90% 이상이 원물상태로 유통되고 97.9%가 김치 원료로 이용되고 있다(KOSIS, Korea, 2019). 배추는 재배지역의 폭염과 집중호우 등 이상기후로 생산량 변동이 심하여 배추가격의 급등과 물량부족으로 배추가격에 부정적인 영향을 미치며 소비자물가 상승으로 이어진다(Lee & Heo., 2018; Lee et al., 2017). 따라서 배추가격을 안정화하기 위해서는 원료배추의 수확 후 장기저장에 대한 기술개발이 시급하다.

배추 등 청과물의 선도유지 기술은 저장온도 최적화(Eum et al., 2013), 기체조절 포장(Yang et al., 1993; Kim et al.,

2001; Lee et al., 2003; Cho et al., 2017), 수확 후 처리 공정한 차압식 또는 진공식 예냉(Bae et al., 2015; Cho et al., 2017), 화학적 처리 방법인 1-MCP (1-methylcyclopropen) 처리(Hong et al., 2018), CA (controlled atmosphere)저장(Choi et al., 2020; Simoes et al., 2011; Choi et al., 2019) 등 다양한 연구가 수행되어 왔다. 특히 CA저장은 농산물을 저장고에 입고하여 밀폐시키고 저장고 내 질소발생기를 이용하여 산소와 이산화탄소를 제어함으로써 농산물의 호흡을 억제하고 노화를 지연시킬 수 있는 효과적인 기술이지만, CA저장 설비와 유지비용이 높은 단점이 있다(Simoes et al., 2011; Lee et al., 2016; Aaby et al., 2001). 배추저장에 적용할 수 있는 기술은 예냉, 저장온도 최적화, 기체조절포장 등이 있지만 이 기술에 대한 실증연구는 부족한 상황이다. 현재 일부 업체에서 배추를 장기저장하기 위해 PVC (polyvinyl chloride) 필름으로 포장하고 저장 전 저장고를 락스로 소독한 후 배추에 초산과 락스를 처리하고 있다. 배추에 사용할 수 있는 약제는 매우 제한적이며 특히 배추저장에 허용된 약제는 아직 없다.

본 연구에서는 배추저장 현장에서 사용하는 필름 포장과 초산과 락스 처리효과를 검증하고 배추재배에 허용된 약제를 사용하여 배추저장 중 품질손실을 최소화하는 방법을 모색하였다.

*Corresponding author: Eung Soo Han, Research and Development Division, World Institute of Kimchi, Gwangju 61775, Korea
Tel: +82-62-610-1732, Fax: +82-62-610-1711
E-mail: hanakimchi@wikim.re.kr

Received October 28, 2020; revised November 18, 2020; accepted November 18, 2020

재료 및 방법

겨울배추와 저장고

배추는 전라남도 해남군에서 1월 10일 수확한 남도장군 품종(Namdojangun, Sakata Co., Ltd., Seoul, Korea)으로 수확 후 외엽을 다듬고 HDPE 상자(550×366×323 mm)에 4-5포기를 세워 담았고 배추의 개체 중량은 3.46±0.49 kg 이었다. 저장고는 충청북도 보은군에 위치한 파일럿 저장고(1,450×1,700×2,200 mm) 5칸을 각 약제 처리구별 사용하였다.

약제처리

약제는 상자에 담긴 배추 상부에 수동식 분무기(Spray gun, Taehwan industry, Daejeon, Korea)로 살포하였다(Fig. 1). 약제는 초산(glacial acetic acid 99%, Cheonwoo food Co., Cheong do, Korea), 락스(sodium hypochlorite 4%, Yuhanclox Co., Hwaseong, Korea), 테부코나졸(tebuconazole 12%, Hanearl Science Co., Taebaek, Korea), 플루디옥소닐(fludioxonil 20%, Syngenta Co., Iksan, Korea)을 사용하였다. 약제는 중농도를 기준으로 0.6 mL/L 초산 처리구, 0.6 mL/L 초산과 1.67 mL/L 락스 혼합처리구, 0.6 mL/L 초산과 1.67 mL/L 락스 그리고 0.5 mL/L 테부코나졸 혼합처리구, 0.5 mL/L 테부코나졸처리구, 0.5 mL/L 플루디옥소닐처리구로 포기 당 5 mL를 살포하였다. 저농도와 고농도 약제 처리는 중농도처리 기준으로 농도를 1/2 또는 2 배로 하여 살포하였다.

겨울배추 필름포장 및 저장 방법

약제처리한 배추를 상자에 담아 저장고에 5단으로 쌓고 각각 PVC 필름(너비 500 mm, 두께 0.02 mm)으로 측면을 감아내려 포장하였다. 배추는 각 저장고에 30상자를 5단으로 쌓아 저장하였다. 저장고의 온도는 배추저장 전 4°C 였으며 0°C로 설정하여 90일간 저장하였다. 저장고의 온

도와 습도는 온습도기록계(Saveris 2-H1, Testo, Lenzkirch, Germany)를, 산소와 이산화탄소 농도는 가스기록계(GasAlert Micro5, BW Technologies, Calgary, Canada)를 상자 상단에 얹어 측정하였다.

손실률(중량감소율, 정선손실률, 저장손실률)

겨울배추의 중량감소율은 저장 0일, 60일, 70일, 80일, 90일차에 측정하였고, 정선손실률은 저장 90일차에 측정하였다. 저장손실률은 저장 중 발생하는 모든 손실률을 포함한 값으로 중량감소율과 저장손실률을 이용하여 아래와 같이 계산한 값으로 나타내었다. 중량감소율은 저장 일차에 3상자를 무작위로 선정하여 저울(CWP-150S-C, CAS, Yangju, Korea)로 상자단위로 저장 전 중량과 저장 후 중량을 측정하여 감소율을 백분율로 표시하였다. 정선손실률은 배추 12포기를 저울(SW-1S, CAS, Yangju, Korea)로 정선 전 포기 중량을 측정하고 건조되거나 부패되어 이용이 불가능한 배추의 외엽을 제거한 후 포기 중량을 측정하여 백분율로 표시하였다.

저장손실률(%)

$$= \left\{ 1 - \left(1 - \frac{\text{중량감소율}}{100} \right) \times \left(1 - \frac{\text{정선손실률}}{100} \right) \right\} \times 100$$

생리장해 측정

배추 내부와 외부의 장해 발생률을 조사하기 위해 저장 0, 60, 70, 80, 90일차에 각각 무작위로 선택한 4-5포기를 사용하였다. 배추의 생리장해는 건전성, 괴사반점 발생률, 부패율, 무름병 발생률, 중륵갈변 발생률을 표준시험법(Min et al., 2020)에 따라 평가하였다. 깨씨무늬 발생 정도는 1차 정선된 배추의 바깥 5잎에 대해 3점 척도법(1점: 없음, 2점: 있음, 3점: 매우 많음)으로 측정하였다. 곰팡이 발생 정도는 저장 90일차 배추 외엽에 발생하는 곰팡이에 대해 3

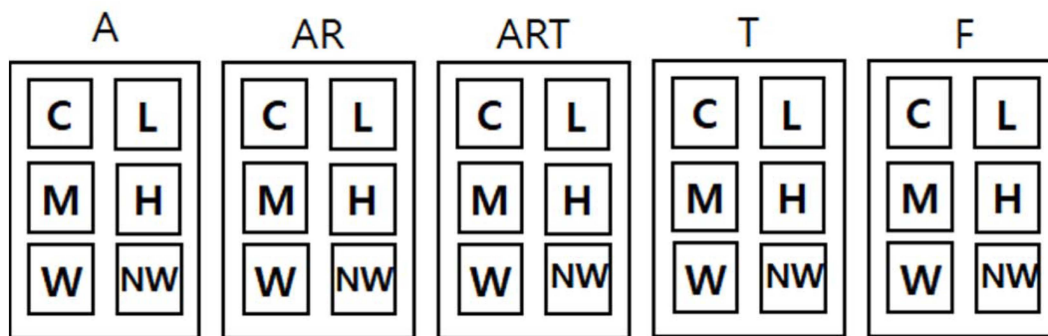


Fig. 1. Storage of winter kimchi cabbage with fungicide spraying and PVC film wrapping in cold storage house. A acetic acid, AR acetic acid + rox, ART acetic acid + rox + tebuconazole, T tebuconazole, F fludioxonil. C control, L low concentration, M middle concentration, H high concentration, W middle concentration with PVC film wrapping, NW middle concentration without PVC film wrapping.

점 척도법으로 측정하였다. 건전성, 괴사반점 발생률, 부패율, 중륵갈변 발생률, 무름병 발생률은 장애가 발생한 시료수를 저장 90일까지 누적하여 전체 시료에 대한 백분율로 나타내었다.

통계처리

실험은 3번 반복하였으며 각 처리구의 평균값 간의 차이는 Statistical Package for the Social Science (SPSS, Version 19, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 소프트웨어를 이용하여 one-way ANOVA 검증하고, 유의적 차이가 있는 경우 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다. 저장 중 발생하는 생리장해 발생률 차이는 독립 표본 t -test를 이용하여 검증하였다.

결과 및 고찰

저장고의 온도와 습도 변화

겨울배추 저장고의 온도는 저장 5일차까지 급격한 변화를 보였고 이후 저장 90일까지 0.4°C를 유지하였다(Fig. 2). 저장고의 온도는 저장 1일차 4°C에서 급격히 증가하여 2일차에 7.5°C로 높아졌고 그 후 3일차에 3.5°C, 5일차에 0.4°C로 낮아졌다. 저장고의 습도는 입고 전 80.9% 였으나 저장 1일차에 96.5%로 높아졌고 이후 95%로 90일까지 유지되었다. 배추는 저온저장 중 호흡으로 인해 호흡열이 발생하고 호흡열이 배추의 품온을 증가시켜 부패를 촉진시킨다(In et al., 2008). 또한 배추의 호흡 중 배춧잎의 기공을 통해 수분이 체외로 발산되어 배추의 중량과 선도가 낮아진다(Yang et al., 1993). 배추의 호흡과정에서 발생하는 호흡열이 저장고 내부의 온도를 증가시키고 증기압차를 높여 증산작용에 영향을 미친다고 보고하였다(Kim et al., 2018; Holcroft, 2015). Kim et al., (2018)는 배추 저장에서 0°C와 90-95% 상대습도가 우수한 결과를 보였다고 하였고,

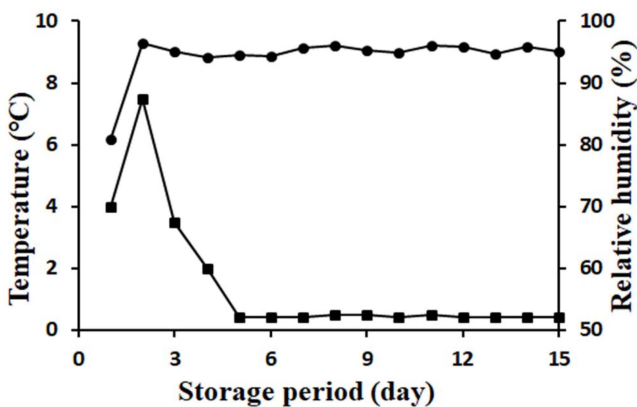


Fig. 2. Changes of temperature and relative humidity of winter kimchi cabbage during cold storage. ■ temperature, ● relative humidity.

Eum et al. (2013)의 여름배추 저장은 0°C, 2°C, 5°C 조건 중 2°C 저온저장이 배추의 손실률을 줄이는데 효과적이었다고 하였다. 겨울배추의 호흡열로 인해 저장고의 온도가 증가하였고 증산작용으로 발생한 수증기가 필름 포장으로 인해 외부로 방출되지 못하여 저장고의 습도가 95%로 유지된 것으로 생각된다. 따라서 겨울배추의 호흡열을 최소화하기 위해서는 온도를 빠르게 0-1°C로 냉각하고 저장고의 초기습도를 90-95%로 유지하여 배추의 품질변화를 효과적으로 지연시키는 것이 필요하다.

저장고의 산소와 이산화탄소 농도 변화

저장고의 산소농도는 저장 0일차에서 90일차까지 20.9%로 변화가 없었지만 이산화탄소농도는 저장 1일차 0.08%에서 급격히 증가하여 저장 3일차 0.20%에 도달하였다가 서서히 낮아져 저장 15일차 0.10%를 기록하였고 18일 이후 0.08%로 낮아졌다(Fig. 3). 저장 2일차에 온도가 급격하게 증가하여 7.5°C에 도달하였을 때 배추의 호흡량이 증가하여 이산화탄소농도가 3일차에 최고점에 도달한 것으로 보인다. 저장고의 산소와 이산화탄소 농도는 배추의 호흡대사에 영향을 미치는데 특히 배추 저장 중 배추 내의 탄소원과 외기에서 흡수한 산소가 반응하여 대사활동에 필요한 에너지를 얻는 호흡과정으로 물과 이산화탄소를 생성한다(Kim et al., 2018; Cha et al., 2008). Choi et al. (2020)은 2% 산소와 5% 이산화탄소, 93% 습도 조건이 배추의 품질변화 억제하였고, Yang et al. (1993)은 봄배추를 0-1°C 저장고에서 천공한 PE 필름으로 포장하여 이산화탄소 농도가 0.27%일때 배추의 품질변화가 지연되었다고 보고하였다.

중량감소율

저장 90일차에 필름포장구의 평균 중량감소율은 8.62% (7.39-10.17)로 비포장구의 15.71% (13.77-17.30)보다 낮아

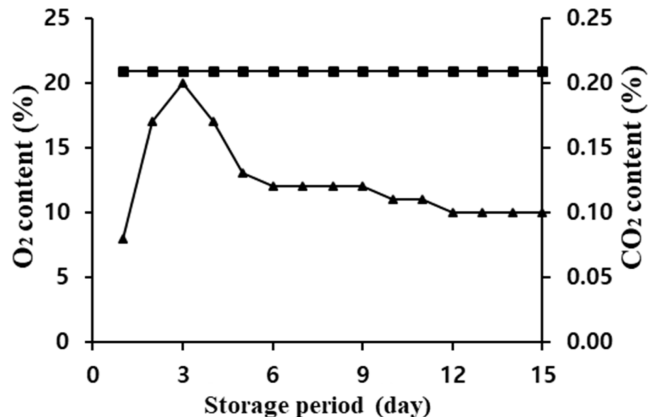


Fig. 3. Changes of oxygen and carbon dioxide content of winter kimchi cabbage during cold storage. ■ O₂ content, ▲ CO₂ content.

서 필름 포장 유무에 따른 중량감소율은 유의적 차이를 보였다($p<0.001$). 저장 90일차 포장구의 중량감소율은 초산처리구에서 7.39%로 가장 낮았고 플루디옥소닐처리구에서 10.17%로 가장 높았으며(Fig. 4), 비포장구의 중량감소율은 초산과 락스 혼합처리구가 13.77%로 가장 낮았고 테부코나졸처리구가 17.30%로 가장 높았다(Fig. 5). 그러나 약제 종류에 따른 중량감소율은 유의적 차이를 나타내지 않았다. Hong et al. (2017)의 봄배추 저장연구에서는 1-MCP 처리효과가 중량감소율에 영향을 미치지 않는다고 보고하였고, Kim et al. (2001)은 그물망과 HDPE 상자에서 저온 저장 시 90일차 중량감소율이 13-17%로 본 연구의 비포장구와 비슷하였고, 골판지포장구의 중량감소율은 8%로 본 연구의 필름포장구와 비슷하였다. 비포장구의 높은 중량감소율은 저장고 냉각기의 냉풍으로 인한 건조, 호흡대사와 채소 표면과 주변공기의 증기압차로 인한 증산작용에 의해

나타난 결과라고 판단된다. PVC 필름포장구는 저장 중 배추주위의 증기압차, 냉각기의 냉풍으로 인한 건조현상을 줄였을 것으로 생각된다.

정선손실률

정선손실률은 저장 0일차에 12.53%였고 저장 90일차에 비포장구는 평균 24.00%로 높았으나 필름포장구에서는 평균 22.58%로 낮았다(Fig. 6). 비포장구에서는 초산과 락스 혼합처리구가 30.32%로 높았고 초산처리구가 15.33%로 낮았으나 초산처리구는 걸마름이 일어나 중량감소가 컸다. 그러나 필름포장구에서는 초산, 락스, 테부코나졸 혼합처리구가 16.46%로 가장 낮았고 플루디옥소닐처리구가 26.43%로 높았다. 필름 포장 유무에 따른 정선손실률은 유의적 차이가 없었지만, 약제처리에 따른 정선손실률은 비포장구의 초산처리구가 테부코나졸처리구, 초산과 락스 혼합처리구보다 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 필름포장구의 정선손실률은 초산, 락스, 테부코나졸 혼합처리구가 초산처리구, 초산과 락스 혼합처리구, 플루디옥소닐처리구보다 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 약제 중농도 처리구는 평균 정선손실률이 20.77%로 저농도 처리구 21.49%보다 낮았고 고농도 처리구 19.99%보다 높았다(Fig. 7). 저농도 처리구에서는 19.53% 초산과 락스 혼합처리구가 초산, 락스, 테부코나졸 혼합처리구보다 유의적으로 낮았고($p<0.05$), 중농도 처리구에서는 초산처리구가 26.06%로 유의적으로 가장 높았으며($p<0.05$), 고농도 처리구에서는 약제 종류에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 각 약제의 농도가 증가함에 따른 정선손실률은 감소하는 경향이었으나 유의적 차이는 없었다. Hong et al., (2017)은 봄배추에 1-MCP 처리한 결과 정선손실률에 효과가 없었다고 보고하였고, Choi et al. (2020)은 겨울배추 저장시험에서 90일차 필름포장구의 정선손실률이 18.4%로 본 연구의 초산, 락스,

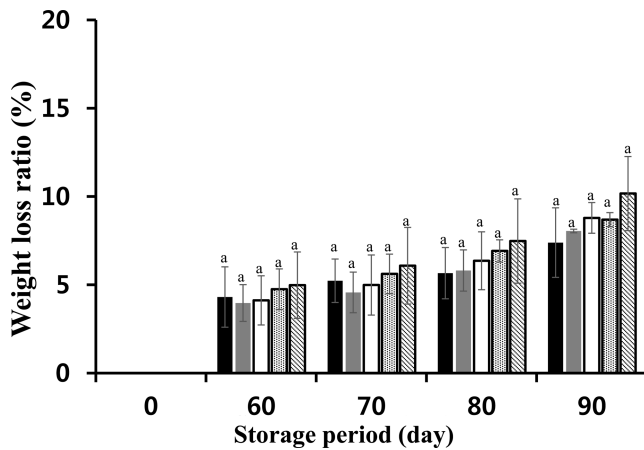


Fig. 4. Weight loss ratio of winter kimchi cabbage during cold storage with wrapping after fungicide treatments. ■ acetic acid, □ acetic acid + rox, ▨ acetic acid + rox + tebuconazole, ▩ tebuconazole, ▪ fludioxonil. Means with different letters differ significantly according to duncan's multiple range test ($p<0.05$).

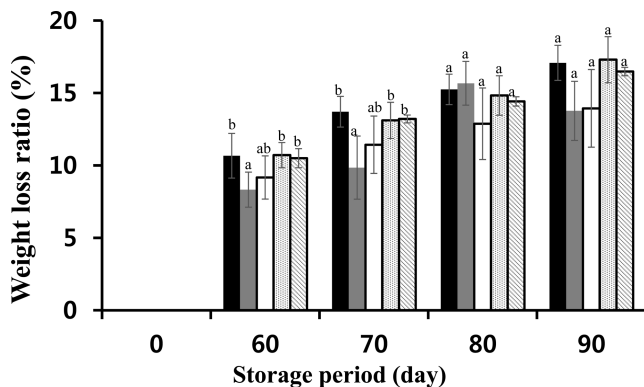


Fig. 5. Weight loss ratio of winter kimchi cabbage during cold storage without wrapping after fungicide treatments. ■ acetic acid, □ acetic acid + rox, ▨ acetic acid + rox + tebuconazole, ▩ tebuconazole, ▪ fludioxonil. Means with different letters differ significantly according to duncan's multiple range test ($p<0.05$).

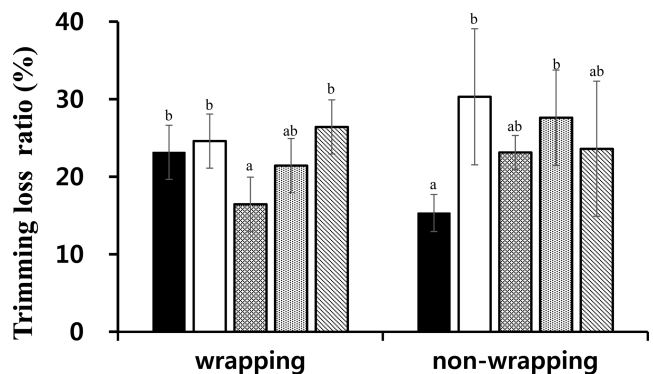


Fig. 6. Trimming loss ratio of winter kimchi cabbage after 90 days storage with wrapping or non-wrapping in different fungicide treatments. ■ acetic acid, □ acetic acid + rox, ▨ acetic acid + rox + tebuconazole, ▩ tebuconazole, ▪ fludioxonil. Means with different letters differ significantly according to duncan's multiple range test ($p<0.05$).

테부코나졸 혼합처리구의 16.46%보다 높게 나타났지만 2% 산소와 5% 이산화탄소, 93% 습도 조건에서는 11.7%로 더 낮았다. Kim et al. (2001)은 겨울배추 저장시험에서 저장 90일차 정선손실률은 그물망이 10%, 골판지상자가 7%, HDPE 상자가 6%, PE 필름포장구가 5%로 본 연구의 필름포장구보다 2배가량 낮았다. 그러나 0일차 정선손실률이 0%인 것을 감안하여 본 연구의 0일차 정선손실률 12.53%를 차감하면 필름포장구 평균은 10.05%로 그물망포장구와 비슷하고, 초산과 락스, 테부코나졸 혼합포장구는 3.93%로 PE 필름포장구보다 낮았다.

저장손실률

겨울배추 저장 90일 후 저장손실률은 Fig. 8과 같이 필름포장구에서 평균 29.10% (23.80-33.91)로 비포장구의 평균 35.98% (29.79-40.14)보다 6.88% 포인트 낮았다. 특히 필름포장구 중 초산, 락스, 테부코나졸 혼합처리구의 저장손실률이 23.80%로 가장 낮았고, 비포장구에서는 초산처리구가 29.79%로 가장 낮았으나 초산, 락스, 테부코나졸 혼

합처리구도 33.86%로 테부코나졸처리구에 비해 유의적으로 낮았다. 겨울배추의 0일차 정선손실률 12.53%를 차감하면 초산, 락스, 테부코나졸 약제를 혼합처리하고 필름 포장한 것의 저장손실률은 11.27%에 불과하였다.

생리장해 특성

저장 90일차 겨울배추의 생리장해 현상은 Table 1에 나타내었다. 배추 외엽에 발생하는 곰팡이 발생정도는 필름포장구에서 비포장구보다 많았고, 특히 초산을 혼합처리한 약제처리구에서 높았다. 건전율은 필름포장구가 100%로 외관상 건전하였지만 비포장구는 건전율이 낮았다. 깨씨무늬 발생률은 필름포장 유무에 관계없이 모든 처리구에서 발생하였고 초산과 락스 혼합처리구에서 깨씨무늬 발생 빈도가 높은 경향이였다. 괴사반점은 필름포장구에서 발생경향이 높았고 특히 초산 락스 테부코나졸 혼합처리구에서 가장 높았다. 부패율은 필름포장구보다 비포장구에서 더 높게 발생하였고 특히 초산과 락스 혼합처리구에서 높았다.

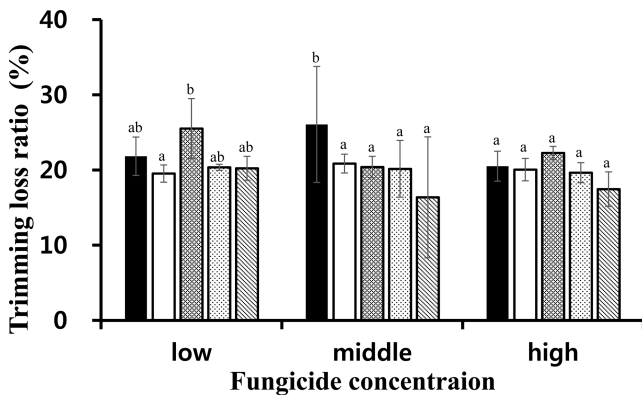


Fig. 7. Trimming loss ratio of winter kimchi cabbage after 90 days storage in different fungicide concentration. ■ acetic acid, □ acetic acid + rox, ▨ acetic acid + rox + tebuconazole, ▩ tebuconazole, ▪ fludioxonil. Means with different letters differ significantly according to duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

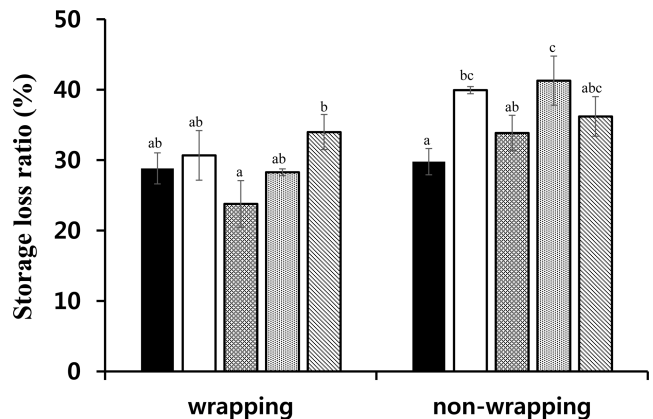


Fig. 8. Storage loss ratio of winter kimchi cabbage after 90 days storage with wrapping or non-wrapping in different fungicide treatments. ■ acetic acid, □ acetic acid + rox, ▨ acetic acid + rox + tebuconazole, ▩ tebuconazole, ▪ fludioxonil. Means with different letters differ significantly according to duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 1. Physiological disorders of winter kimchi cabbage after 90 days storage with wrapping or non-wrapping

	Mold incidence (S) ¹⁾		External quality rate (%)		Black speck incidence (s) ¹⁾		Necrotic spot rate (%)		Internal disorder rate(%)		Midrib brown stain incidence rate (%)	
	W ²⁾	NW ³⁾	W	NW	W	NW	W	NW	W	NW	W	NW
A ⁴⁾	3	1	100	95	1.35±0.42 ^a	1.25±0.30 ^b	5	10	0	22	0	10
AR	3	2	100	95	1.30±0.45 ^a	1.55±0.41 ^a	5	0	25	25	5	15
ART	2	2	100	100	1.10±0.22 ^a	1.35±0.34 ^a	15	0	5	10	5	10
T	2	1	100	100	1.25±0.56 ^a	1.35±0.60 ^b	5	5	0	20	5	5
F	2	1	100	95	1.15±0.78 ^a	1.15±0.78 ^a	0	0	20	17	35	12

¹⁾(S) Score by 3 point scale method (1 Low, 2 Middle, 3 High)

²⁾W wrapping

³⁾NW without wrapping.

⁴⁾A, acetic acid; AR, acetic acid + rox; ART, acetic acid + rox + tebuconazole; T, tebuconazole; F, fludioxonil.

Means with different letters differ significantly according to duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

중록갈변은 비포장구에서 모두 발생하였고 필름포장구 중 플루디옥소닐처리구가 35%로 높았다. 뿌리절단면이 포함된 단축경의 무름병은 모든 처리구에서 발생하지 않았다. 저장배추에 발생하는 생리장해는 품종, 재배환경, 수확시기, 질소시비, 저장환경 등에 의해 깨씨무늬증, 중록갈변, 부패, 저온장해 등이 발생한다(Hong et al., 2017; Poter et al., 2003). Poter et al. (2003)은 괴사반점이 저온장해로 인해 발생하였고 높은 온도에서 저장하였을 때 장해가 없었다고 보고하였고, Osher et al. (2018)은 과도한 질소비료가 배추에 발생하는 깨씨무늬증과 중록갈변 등에 대한 감수성을 증가시킬 수 있다고 보고하였으며, Able et al. (2005)는 저장 중 배추의 당 부족이 생리장해로 이어질 수 있다고 보고하였다.

요 약

겨울배추 저장 중 부패와 중량감소를 줄이기 위해 배추를 상자에 담아 약제를 살포하고 0.02 mm PVC 필름으로 포장하여 90일간 냉장하였다. 약제는 초산, 락스, 테부코나졸, 플루디옥소닐을 단독 또는 혼합 처리하였다. 저장 90일차 필름포장구의 평균 중량감소율은 8.62%로 비포장구 15.71%보다 낮았고, 필름포장구 중 초산처리구에서 7.39%로 가장 낮았다. 정선손실률은 포장유무에 따라 유의적 차이가 없었으나 초산, 락스, 테부코나졸을 혼합처리하고 필름포장한 처리구에서 16.46%로 낮았다. 필름포장구의 평균 저장손실률은 29.10%로 비포장구의 35.98%보다 낮았고 특히 초산, 락스, 테부코나졸 혼합처리구에서 23.80%로 가장 낮았다. 생리장해는 90일차 저장배추 모두 무름병 없이 외부가 건전하였고 부패율과 중록갈변 발생률은 필름포장구에서 낮았으며 특히 초산, 락스, 테부코나졸 혼합처리구에서 부패율과 중록갈변 발생률이 낮았다. 본 연구는 겨울배추를 약제처리하고 PVC 필름으로 포장하여 배추의 중량감소율과 생리장해를 줄여 장기 저장할 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

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

References

- Aaby K, Haffner K, Skrede G. 2002. Aroma quality of Gravenstein apples influenced by regular and controlled atmosphere storage. *LWT-Food Sci. Technol.* 35: 254-259.
- Able AJ, Wong LS, Prasad A, O'Hare TJ. 2005. The physiology of senescence in detached pak choy leaves (*Brassica rapa* var. *chinensis*) during storage at different temperatures. *Postharvest Biol. Technol.* 35: 271-278.
- 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.
- Cha, H. S., Youn, A. R., Kim, S. H., Jeong, J. W., & Kim, B. S. (2008). Quality analysis of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) as influenced by storage temperature and harvesting period. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 1-7.
- Cho SD, Bang, HY, Kim E, You S, Kim BS, Kim GH. 2017. Quality characteristics of spring kimchi cabbage by storage conditions and period. *J. Korean Soc. Food Cult.* 32: 227-234.
- Choi EJ, Lee, JH, Kim HK, Park HW, Son JY, Park CW, Song KB, Kang JH, Woo JH, Chun HH. 2020. Development of multi-pallet unit load storage system with controlled atmosphere and humidity for storage life extension of winter kimchi cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). *Scientia Horticulturae.* 264, 109171.
- 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.
- Holcroft, D. 2015. Water relations in harvested fresh produce. *The Postharvest Education Foundation, Oregon, USA*, pp 3-14 (15-01).
- Eum HL, Kim BS, Yang YJ, Hong SJ. 2013. 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.
- 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. *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.
- In B, Kim J. 2008. Effect of precooling and harvesting at different times on respiration, browning and microbial growth of fresh-cut iceberg lettuce. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 26: 258-264.
- Kim BS, Nahmgung B, Kim MJ. 2001. 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, MN, Park, SH, Park, CW, Choi, SY, Choi, DS, Kim, JS, ... & Lee, SJ. 2018. Quality estimation of winter Chinese cabbage stored in purge type of controlled atmosphere storage. *Food Eng. Prog.*
- KOSIS. 2019. The expend survey of food industry raw material (No. 114047. 09), Naju, Korea.
- 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 SH, Heo IH. 2018. Impact of climate on yield of highland chinese cabbage in Gangwon province, South Korea. *J. Korean Geogr. Soc.* 53.3: 265-282.

- Lee WO, Yun HS, Jeong, H, Lee HD, Cho KH, Kim MS. 2003. Development of the corrugated fiberboard box for cold-chain distribution of chinese cabbage. *Korean J. Food Preserv.* 10: 23-27.
- 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:
- Osher, Y., Chalupowicz, D., Maurer, D., Ovadia-Sadeh, A., Lurie, S., Fallik, E., & Kenigsbuch, D. 2018. Summer storage of cabbage. *Postharvest Biol. Technol.* 145: 144-150.
- Porter KL, Klieber A, Collins G. 2003. Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 153-158.
- Seong JH, Park SG, Park EM, Kim HS, Kim DS, Chung HS. 2006. Contents of chemical constituents in organic Korean cabbages. *Korean J. Food Preserv.* 13: 655-660.
- Simoës AD, Allende A, Tudela JA, Puschmann R, Gil MI. 2011. Optimum controlled atmospheres minimise respiration rate and quality losses while increase phenolic compounds of baby carrots. *LWT-Food Sci. Technol.* 44: 277-283.
- Yang YJ, Jeong JC, Chang TJ, Lee SY, Pek UH. 1993. CO₂ 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.

Author Information

전준영: 세계김치연구소 신공정발효연구단 전임연구원
 하상현: 세계김치연구소 신공정발효연구단 전임연구원
 민승기: 세계김치연구소 산업기술연구단 선임연구원
 한응수: 세계김치연구소 신공정발효연구단 책임연구원