

봄배추 장기저장에서 팠릿 단위 LDPE 필름포장의 효과

민승기 · 진준영 · 하상현 · 한응수*

세계김치연구소 연구개발본부

Effect of LDPE Film Packaging in the Long-Term Storage of Spring Kimchi Cabbage

Sung-Gi Min, Jun-Young Jeon, Sanghyun Ha, and Eung Soo Han*

Research and Development Division, World Institute of Kimchi

Abstract

In this study, an appropriate modified atmosphere packaging (MAP) condition to minimize physiological disorders while lowering weight loss was sought. To reduce weight loss during storage, kimchi cabbages packed with 0, 32, 40, 48 perforated low-density polyethylene (LDPE) films, with a diameter of 14 mm, were stored in pallet units for 90 days at 1-2°C, and their loss rate, physiological disorders, total bacteria count, pH, and solid content were analyzed. It was found that as the number of holes increased, the weight loss ratio increased proportionally. However, the difference between the perforations was relatively small compared with the sample without film packaging. On the other hand, it was also observed that the lower the number of holes was, the lower the incidence of physiological disorder was because the cold air penetrated through the perforated hole while inhibiting physiological effects, releasing heat and carbon dioxide generated by respiration. Considering the weight loss rates and physiological disorders such as black speck and soft rot, the kimchi cabbage packed with 48 perforated films (73.9 cm²) exhibited the most satisfactory condition. Using this storage condition, along with 2-3°C temperature and 91-95% relative humidity inside the pallet, a highly suitable condition for kimchi processing was obtained to secure kimchi cabbage.

Key words: kimchi cabbage, storage, pallet unit, LDPE film packaging, weight loss

서 론

배추(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*)는 십자화과 채소로 주로 김치의 재료로 사용된다(Kang et al., 1999). 농산물 생산통계 자료(KOSIS)에 따르면 2019년 배추 총 생산량은 236만톤이며, 계절 별 비중은 봄배추 32.5%, 여름배추 9.9%, 가을배추 44.9%, 겨울배추 12.7% 이다. 배추는 최근 상품김치의 소비 증가로 김장철이 아닌 하절기에도 많은 수요가 있다(Choi et al., 2015). 하지만, 서늘한 곳에서 재배되는 배추는 더운 날씨에 생육하기 어렵고, 고온, 태풍 등 이상기후가 빈번히 발생하는 여름철은 수확량이 불안정하고 가격 등락폭이 크다(Yang et al., 1993; Kang et al., 1999). 따라서, 많은 김치 제조업체는 하절기에 배추를 안정적으로 조달하는 것이 기업경영에서 무엇보다 중요하다. 8-9월에 배추를 안정적으로 확보하는 방법

으로는 노지에서 수확된 봄배추를 장기 저장하는 것이 핵심이며, 저장기간 연장을 위한 방법으로 차압식 및 진공식 예냉(Bae et al., 2015; Eum et al., 2013a), 저장 전 외업을 건조시키는 예건, controlled atmosphere (CA) 저장(Park et al., 2015; Choi et al., 2019) 등 많은 연구가 수행되었다. 하지만, 실제 현장에 적용된 사례는 거의 없는 데 이는 영세·중소 김치제조업체들이 별도 시설을 구축하는 등 저장에 추가적인 비용을 부담하는 것이 어렵기 때문이다. 본 연구는 봄배추 장기저장을 실제 김치제조업체가 활용할 수 있는 경제적인 방법으로 고안하는 것이 목적이다. 업체류인 배추는 장기 저장하면 수분 증발로 선도가 저하되고 수확 후 생리장해, 미생물에 의한 부패 등으로 인해 손실이 발생하게 된다(Hyang et al., 2013; Hong et al., 2018). 배추는 한가지 조건으로 이를 해결하기 어렵고, 재배단계부터 수확 및 수확 후 관리, 저장 등에 종합적인 관리가 요구된다(Eum et al., 2013b). 봄배추는 냉장고에서 90일간 저장하면 약 27-30%의 중량이 감소되며, 비가식 부위를 제거하는 정선단계까지 포함하면 총 40-45%의 손실이 발생하게 된다. 그 동안 장기저장 시 온도 관리, 플라즈마 살균처리, CA 저장, modified atmo-

*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 26, 2020; revised November 12, 2020; accepted November 24, 2020

sphere packaging (MAP) 효과에 관한 연구가 각각 진행되어 왔는데(Yang et al., 1993; Cho et al., 2017; Kim et al., 2018; Choi et al., 2019), 이번 연구는 포장재를 이용하여 온도, 습도, 기체조성을 한 번에 조절하고 효과를 검증하였다. 저장기간을 연장하기 위해 포장으로 적절한 습도를 유지하는 것이 바람직하지만, 부적절한 조건일 경우 내부에 냉기가 전달되지 못해 생리작용을 억제하지 못하고 높은 습도로 인해 곰팡이, 무름병 등의 생리장해와 부패가 심해지는 등 품질저하를 촉진시킬 수 있다(Lee et al., 2016).

본 연구는 봄배추 장기저장을 위한 냉각조건은 선행연구를 반영하고, 타공된 low-density polyethylene (LDPE) 필름을 배추 플라스틱 상자에 씌우고 저장기간별로 손실률, 생리변화를 분석하여 MAP 최적조건을 찾고자 하였다.

재료 및 방법

재료

배추는 충청북도 보은에서 6월 12일에 수확한 봄배추 대통(Nongwoobio Co., Ltd., Suwon, Korea) 품종이었고 수확 시 포기 당 중량은 2.5-3.5 kg이었으며 플라스틱 상자(550×366×323 mm)에 4-5포기씩 세워져 담고 팻릿에 6개씩 6단으로 적재하여 저장고로 이송하였다.

기체조절포장 및 저장

배추 품온은 배추 심에서 3 cm 부위를 침투용 온도계(Testo 905-T1, Lenzkirch, Germany)로 측정하였다. 초기 품온은 18-20°C이었으며, 4일간 1일 2-3°C씩 단계적으로 냉각하였다. 기체조절은 저장고 내부의 대기조성을 변경하지 않고 LDPE 필름에 타공하여 포장 내의 대기환경이 배추의 호흡에 의해 자연스럽게 조절되도록 하였다. 두께 80 µm LDPE 필름은 팻릿크기에 맞춰 상자형태(1,200×

1,200×2,200 mm)로 제작한 뒤 필름 내부에 냉기가 침투되도록 14 mm 직경으로 구멍을 윗면에 8개, 그리고 측 4면에 면당 6, 8, 10개를 타공하였다(Fig. 1). 각각의 타공면적은 49.3, 61.6, 73.9 cm² 이었다. 타공된 필름(Solinepack Co., Kimpo, Korea)을 팻릿 단위로 포장한 뒤 1-2°C로 유지하면서 12주까지 저장하였다.

온습도

저장 중의 배추 온습도는 온습도기록계(Saveris 2-H1, Testo)를 6단상자에 상단에 배치하여 측정하였다.

손실률(중량감소율, 정선손실률, 총 저장손실률)

중량감소율은 배추 상자의 저장 전 후의 중량을 측정하여 다음 식으로 구하였다.

$$\text{중량감소율(\%)} = \frac{\text{저장 전 중량} - \text{저장 후 중량}}{\text{저장 전 중량}} \times 100$$

정선손실률은 저장 후 불가식 부위를 제거한 뒤 배추 포기당 중량을 측정하여 백분율로 구하였다(Bang et al., 2017).

$$\text{정선손실률(\%)} = \frac{\text{정선 전 중량} - \text{정선 후 중량}}{\text{정선 전 중량}} \times 100$$

총 저장손실률은 중량감소율과 정선손실률을 이용하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} &\text{총 저장손실률(\%)} \\ &= \left\{ 1 - \left(1 - \frac{\text{중량감소율}}{100} \right) \times \left(1 - \frac{\text{정선손실률}}{100} \right) \right\} \times 100 \end{aligned}$$

생리장해 측정

깨씨무늬는 1차 정선된 배추 외엽 5잎에 대해 깨씨무늬

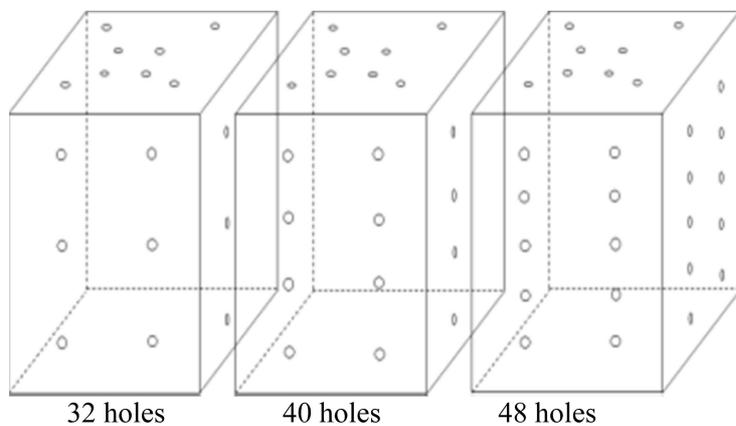


Fig. 1. Shape of perforated film box and packaging treatment.

발생정도를 5점 척도법으로 측정하였다(1점: 없음, 2점: 다소 있음, 3점: 보통, 4점: 많음, 5점: 매우 많음). 곰팡이 발생률은 배추상자에서 배추 포기 수 대비 박스 내 곰팡이 발생한 배추 포기 수를 백분율로 나타내었다. 중특갈변은 중특 또는 추대 부분의 갈변 발생 여부를, 무름병은 배추 뿌리 부분의 무름병 발생 여부를 각각 이분법으로 측정하여 배추 10포기의 평균을 백분율로 계산하였다.

이화학분석(pH, 가용성 고형분)

이화학 분석은 배추를 블렌더(Hand Blender HHM-630, Hanil co., Koryong, Korea)로 마쇄하여 멸균거즈(Sterile gauze No. 3, Soosung, Yangsan, Korea)로 여과한 액을 pH와 가용성 고형분 함량 측정에 사용하였다. pH는 자동 적정장치(Titroline easy, Schott Instruments, Mainz, Germany)를 사용하여 측정하였고, 가용성 고형분은 굴절당도계(PR-1, Atago, Fukaya, Japan)로 측정하여 Brix(%)로 표기하였다.

총균수 분석

총균수 측정은 평판계수법을 사용하였다. 각 시료군별로 배추시료 10 g을 채취한 후 멸균백(Whirl-pak1195, Nasco Co., Madison, WI, USA)에 넣고 중량의 10배에 해당되는 0.85% saline 용액을 가하여 균질기(BagMixer, Interscience Co., Saint Nom, France)로 60초간 균질화하였다. 이 시료액을 1 mL 취하여 0.85% saline 용액으로 단계별로 희석한 다음 그 용액을 plate count agar (Difco, Detroit, MI, USA) 배지에 0.1 mL를 도말하여 30°C에서 48시간 배양시

킨 후 집락수를 계수하여 CFU/g으로 표시하였다.

통계분석

실험은 3번 이상 반복하였으며 유의성 검증을 위해 각 항목의 측정값은 ANOVA 분석을 실시한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다. 모든 통계 분석은 미니탭(Minitab19 statistical software, State College, PA, USA) 통계 프로그램을 이용하여 처리하였다.

결과 및 고찰

온도 및 습도변화

LDPE 필름 포장유무와 타공수를 달리한 처리구의 팻릿 내부 온도와 습도를 분석하였다(Fig. 2, 3). 포장 처리구의 팻릿 내부 온도는 12일차부터 2-3°C, 상대습도는 90-95%로 무포장 처리구에 비해 높은 온도와 습도를 유지하였다. 포장 처리구 간의 차이는 타공수가 적을수록 냉기가 필름 내부로 침투되는 시간이 늦어져서 온도, 습도 모두 느리게 변화하는 경향을 보였지만, 32, 40, 48공 처리구 간의 차이는 크지 않았다. 배추상자에 필름을 씌우면 내부는 포장재의 기체 투과도와 배추의 호흡으로 인해 자연스럽게 조성된 대기조건으로 저장기간을 연장시키고 습도를 유지하여 중량 손실을 억제하는 것으로 보고되어 있다(Yang et al., 1993; Chun et al., 2020; Kim et al., 2001a). 본 연구에서도 필름유무와 타공수가 팻릿내부의 온도와 습도에 영향을 미치는 것으로 확인되었으며 이는 배추의 저장손실률에도 영향을 줄 것으로 판단된다.

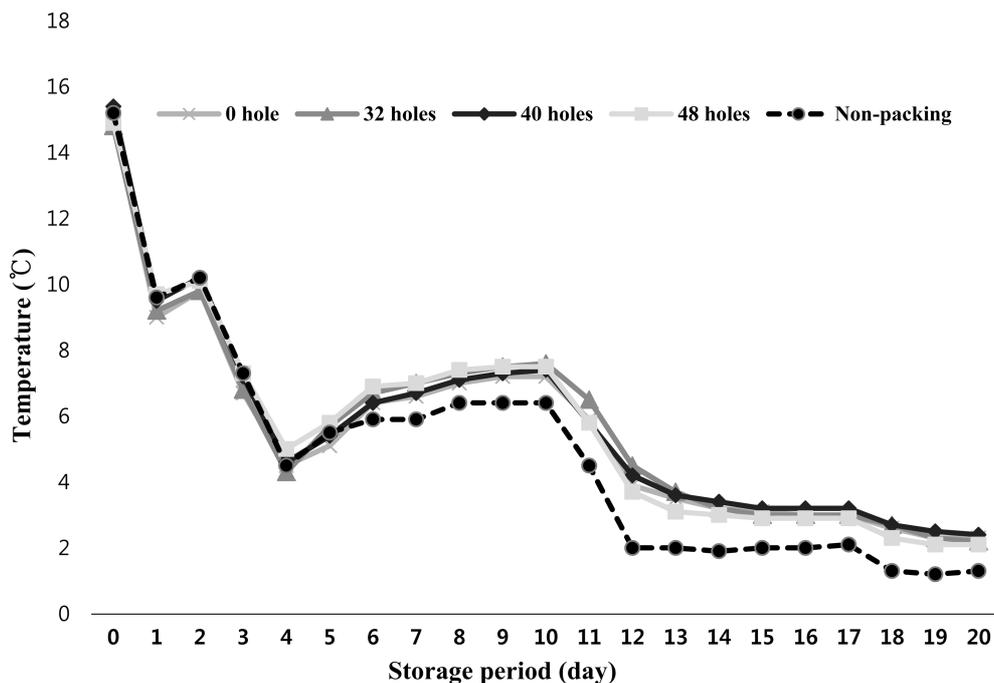


Fig. 2. Temperature change of spring kimchi cabbage inside the packaging during cold storage.

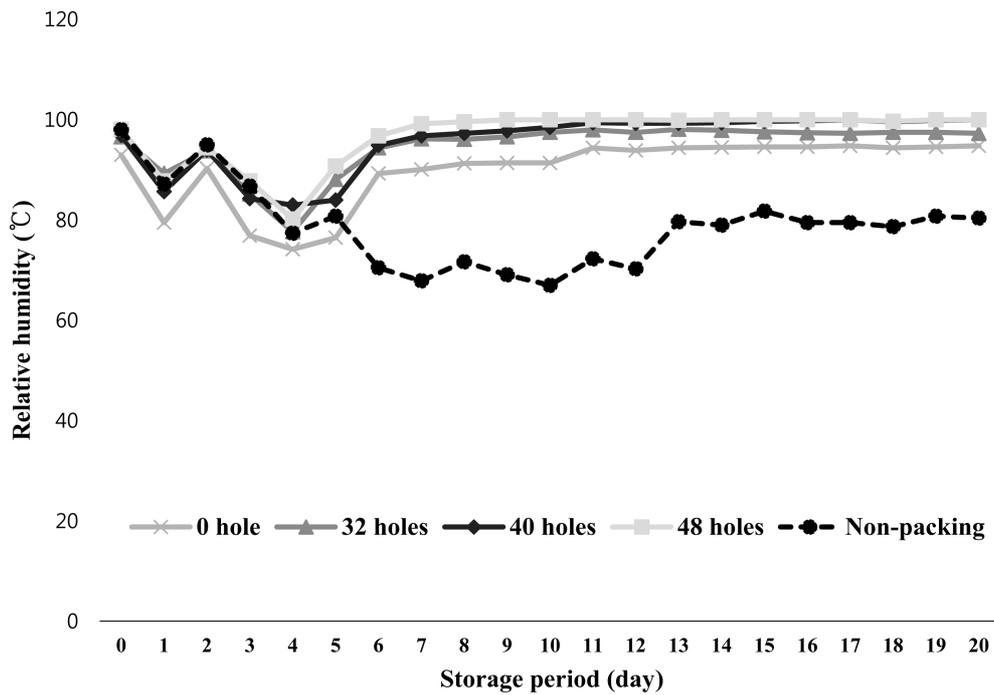


Fig. 3. Humidity of spring kimchi cabbage inside the packaging during cold storage.

손실률

저장 90일 후의 MAP 포장 처리구별로 저장손실률을 조사하였는데, 정선손실률보다는 중량감소율 차이가 큰 것으로 분석되었다(Table 1). 필름포장을 하지 않으면 배추표면과 증산작용으로 발생한 수분이 저장고 내의 증기압 차이에 의해 건조되어 중량이 감소되기 때문이다(Kim et al., 2001a). 타공수가 많을수록 중량감소율도 비례적으로 증가되지만, 필름포장을 하지 않은 구간과 비교해 타공수를 달리한 처리구별 간의 차이는 상대적으로 적었다. 포장 처리구의 중량손실률은 7.87-11.51%인 반면 무 포장 처리구는 29.16%로 봄배추 장기저장 시 필름 포장을 하면 중량감소율을 17.65-21.29% 낮출 수 있다. Lee et al. (2018) 연구에서는, LDPE 필름으로 포장하여 3개월 저장한 봄배추 중량감소율이 7% 이하로 분석되었는데, 무 포장 처리구의 중량감소율도 13-14%인 것을 보면 저장시점에 초기

배추 수분함량이 본 연구와는 달라기 때문인 것으로 판단된다.

생리장해

90일간 저장한 봄배추의 곰팡이, 증류갈변, 무름병, 깨씨 무늬 발생 등 생리장해 현상을 분석하였다(Table 2). 타공수가 많아지면 생리장해 발생율이 낮아지는 것으로 분석되었는데, 이는 타공한 구멍으로 냉기가 침투하여 생리작용을 억제하였기 때문으로 보인다(Kim et al., 2001b). 하지만, 타공면적이 늘어날수록 중량손실률도 증가되었다. MAP 포장은 필름 내부의 초기습도가 유지되어 배추의 증산작용을 억제하여 중량손실을 낮출 수 있지만, 높은 습도로 인해 배추 표면에 곰팡이가 발생되고 뿌리 부위에 변패가 발생되었다(Fig. 4). 따라서 펠릿 내부에 적절한 냉기가 들어갈 수 있도록 LDPE 필름에 구멍을 내고 최적조건을 찾도록 하였다(Yang et al., 1993). 총 저장손실률과 곰팡이, 증류갈변 등의 생리장해 등을 종합하여 판단하면, 펠릿 규격에 48개를 타공한 필름(73.9cm²)으로 씌워 배추를 저장한 처리구가 가장 적합한 것으로 분석되었다. 본 시료는 표면에 발생된 곰팡이로 인해 신선배추로 직접 유통하기는 어렵지만 외업을 정선하여 김치를 제조하는데 어려움은 없는 것으로 판단되었다.

Table 1. Loss rate of spring kimchi cabbage after 90 days cold storage covered with perforated films

	Weight loss (%)	Trimming loss (%)	Total loss (%)
0 hole	7.87±2.36	17.40±4.48	23.85±5.64
32 holes	9.36±5.33	16.78±2.66	24.60±4.25
40 holes	9.53±2.97	14.85±1.89	22.95±3.68
48 holes	11.51±4.34	15.16±4.10	25.00±4.02
Non-packing	29.16±4.46*	19.50±3.06	42.90±5.31*

All values are the mean±SD. Values within asterisk (*) are significantly different (p<0.05).

이화학특성

MAP 포장한 처리구별로 저장 중의 pH, 고형분 함량(Brix), 총근수를 분석하였다. pH는 저장기간이 늘어날수록

Table 2. Physiological disorders of spring kimchi cabbage after 90 days cold storage covered with perforated films

	Mold incidence (%)	Midrib brown stain incidence (%)	Soft rot incidence (%)	Black speck incidence*	Overall quality**
0 hole	100	52.78	11.11	3.03	1
32 holes	91.67	58.33	0	2.67	2
40 holes	83.33	55.56	0	2.56	3
48 holes	71.67	36.67	0	2.63	4
Non-packing	0	8.33	0	2.58	3

* 1: none 2: little 3: a little 4: much, 5: very much

** 1: very poor, 2: poor, 3: normal, 4: good, 5: very good

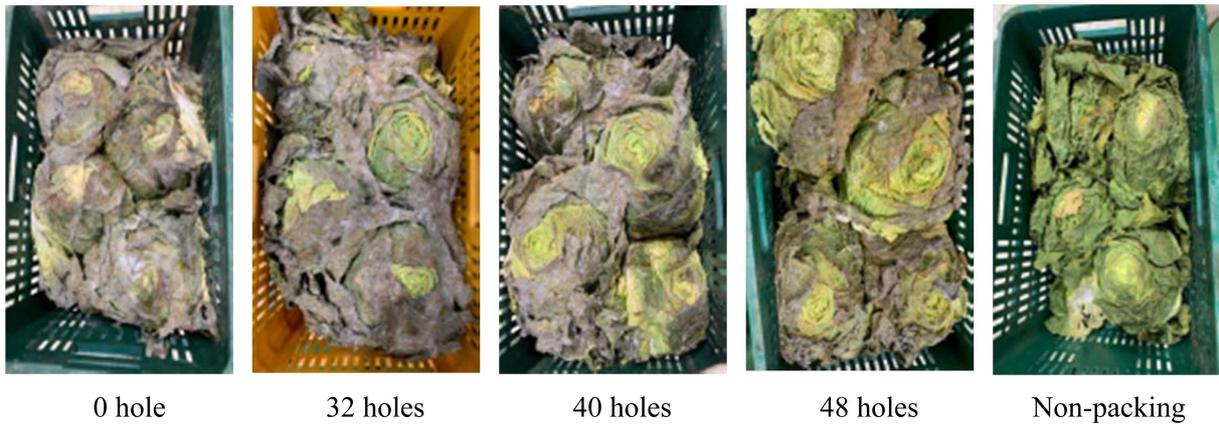


Fig. 4. Appearance of spring kimchi cabbage covered with perforated film after 90 days cold storage.

약간 증가하는데 무 포장 처리구만 일정하게 유지하는 경향이였다(Fig. 5). 고형분 함량(Brix)은 저장 중에 배추 생리작용으로 당이 소비되어 약간 감소하는 추이를 보였다(Fig. 6). pH 결과와 동일하게 무 포장 처리구만 차이가 있는데, 저장할수록 Brix(%)가 증가하는 것은 수분함량이 낮아져 배추의 고형분 함량이 증가되었기 때문으로 판단된다. Lee et al. (2018)의 연구에서는 가용성 고형분이 저장기간 동안 비슷하게 유지되었는데 이는 정선 후의 가용성 고형분을 측정하였기 때문이고, 본 연구는 시료의 특성을 정확하게 파악하기 위해 정선하지 않은 상태로 시료를 분석하

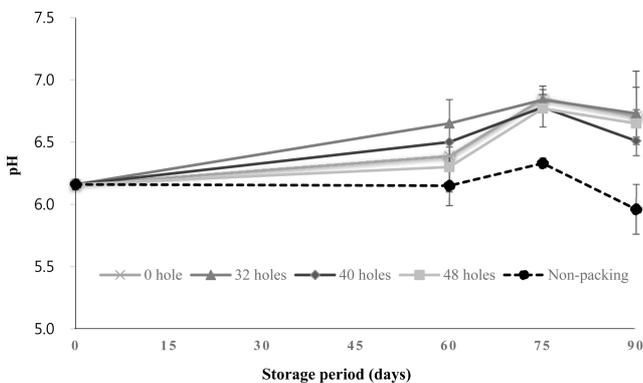


Fig. 5. pH change of spring kimchi cabbage covered with perforated films during cold storage.

였다. 총균수도 저장하면서 1-2 log CFU/g 증가하였는데, 무 포장 처리구가 다른 구간에 비해 1 log CUF/g가량 낮은 것으로 분석되었다(Fig. 7). pH, 고형분 함량, 총균수 모두 무 포장 처리구가 다른 처리구와 비교해 다른 특성을 보이는 것은 펠릿 내부의 온도와 습도의 차이인 것으로 판단된다.

상관분석

타공면적과 손실률, 생리장해, pH, Brix, 총균수 등 품질 지표 간의 상관관계를 분석하였다(Table 3). 타공면적과 높

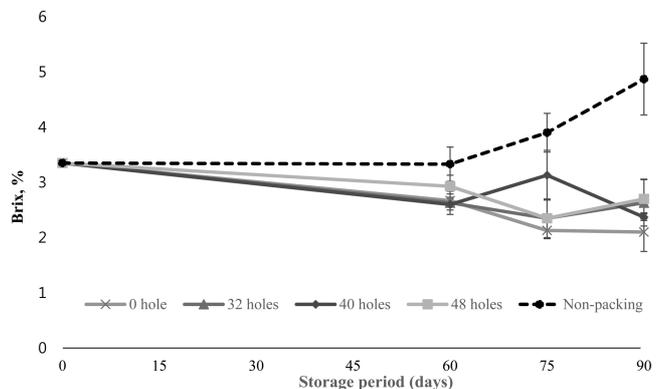


Fig. 6. Soluble solid contents change of spring kimchi cabbage covered with perforated films during cold storage.

Table 3. Correlation coefficients between quality factors of spring kimchi cabbage at 90 days cold storage

	Area of holes	Weight loss	Trimming loss	Mold incidence	Black speck incidence	Midrib brown stain incidence	Soft rot incidence	pH	Brix	Total microbes
Area of holes	1									
Weight loss	0.903*	1								
Trimming loss	0.222	-0.184	1							
Mold incidence	-0.841*	-0.951*	0.174	1						
Black speck incidence	-0.734	-0.381	-0.688	0.326	1					
Midrib brown stain incidence	-0.766	-0.910*	0.164	0.965*	0.187	1				
Soft rot incidence	-0.688	-0.337	-0.732	0.329	0.963*	0.193	1			
pH	-0.855*	-0.958*	0.264	0.948*	0.376	0.874*	0.304	1		
Brix	0.899*	0.990*	-0.161	-0.963*	-0.392	-0.911	-0.384	-0.939*	1	
Total microbes	-0.616	-0.798	0.372	0.859*	0.124	0.778	0.220	0.770	0.862*	1

* Value within a column with different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)

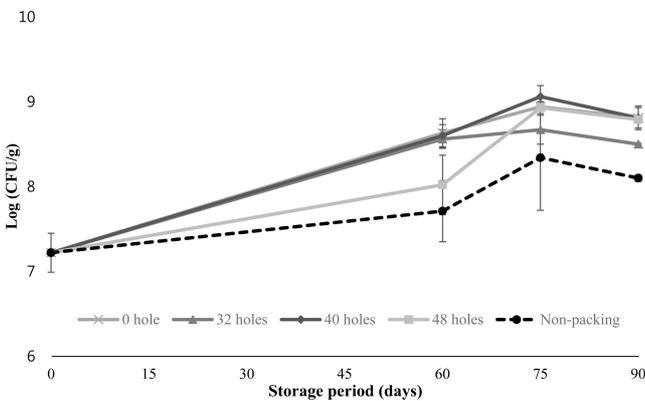


Fig. 7. Microbial change of spring kimchi cabbage covered with perforated films during cold storage.

은 양의 상관관계를 보이는 인자는 중량감소율과 Brix이며, 음의 상관관계를 보이는 인자는 곰팡이발생률과 pH로 분석되었다. 타공면적이 클수록 펠릿 내외부 간의 기류 흐름이 원활해져서 수분이 증발되어 중량이 감소되고 고형분 함량은 증가되지만, 습도는 낮게 유지되어 곰팡이 등 미생물 증식에 의한 변패는 감소하는 것으로 판단된다.

요 약

봄배추의 중량감소를 줄이면서 생리장해를 최소화하는 저장조건을 찾고자 봄배추를 타공(φ 14 mm 0, 32, 40, 48 개)한 LDPE 필름으로 펠릿 단위로 포장하여 1-2°C로 90 일간 저장하면서 손실률, 생리장해, 총균수, pH, 고형분 함량을 비교 분석하였다. 타공수에 비례하여 중량감소율이 증가되었고 생리장해 발생률은 낮아졌다. 이는 타공구멍으로 냉기가 순환하여 생리작용을 억제하고 수분과 이산화탄소가 배출되었기 때문이다. 총 저장손실률과 곰팡이 발생, 생리장해 등을 종합적으로 판단하면 48개(73.9 cm²)를 타공

하여 포장한 봄배추의 품질이 양호하였고, 이때 펠릿 내부 온도는 2-3°C, 상대습도는 91-95%를 유지하였다. 이번 연구는 저장현장에 적합한 펠릿 규격의 포장재를 적용하였고 현장 저장고를 활용한 실험으로, 향후 김치공장에 배추 수급 조절을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 농식품부-농협 역매칭 시험 사업(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.

Cho SD, Bang HY, Kim E, You SH, 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, Jeong MC, Ku KH. 2015. Effect of seasonal cabbage cultivar on the quality characteristic of salted-kimchi cabbage during storage period. *Korean J. Food Preserv.* 22: 303-313.

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.
- Eum HL, Bae SJ, Kim BS, Yoon J, Kim J, Hong SJ. 2013a. Postharvest quality changes of kimchi cabbage 'Choongwang' cultivar as influenced by postharvest treatments. Hort. Sci. Technol. 31: 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. Korean J. Hort. Sci. Technol. 31: 211-218.
- 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.
- Hyang LE, 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.
- Kang EJ, Jeong ST, Lim BS, Jo JS. 1999. Quality changes in winter Chinese cabbage with various storage methods. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 6: 173-178.
- Kim BS, Kim MJ, Kim OW, Kim GH. 2001a. Quality changes of winter chinese cabbage by different packing and loading during cold storage. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8: 30-36.
- Kim BS, Nahmgung B, Kim MJ. 2001b. 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, Kim YH, Lee SJ. 2018. Quality estimation of winter chinese cabbage stored 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 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.
- Park SH, Chun HH, Choi DS, Choi SR, Kim JS, Oh SS, Lee JS. 2015. Development of controlled atmosphere container using gas separation membrane for the storage of agricultural products. Food Eng. Prog. 19: 70-75.
- Statics Korea. (2019). Survey on vegetable production statistics. KOSIS, from http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ET0028&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F1H&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE.
- 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

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