

알배추 포장 방법에 따른 품질 및 선도 비교

이정수*

국립원예특작과학원

Comparison of Packaging Methods to Prolong the Freshness and Quality of Korean Head Cabbage (*Brassica rapa*).

Jung-Soo Lee*

National institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Wanju 54874, Korea

Abstract The effect of packaging and storage methods in enhancing the shelf life and improving the postharvest quality of the Korean head cabbage (*Brassica rapa*) used for wrapping vegetables was studied at 10°C. The wrapping cabbage was packed using four types of packaging and storage materials: (A) Perforated PP film; (B) Non-perforated PP film; (C) PVC film for wrapping; and (D) non-packaged as control. The quality parameters, such as fresh appearance, weight loss, hue angle, moisture content, hardness, and SSC of wrapping cabbage were investigated. The weight loss of wrapping cabbage showed a significant difference between the one packaged with film and the non-packaged as control. The general appearance of Korean cabbage stored at 10°C was not significantly affected by the packaging treatments. However, Korean head cabbage packaged with perforated film tend to show a better external appearance compared with those exposed to the other packaging during three weeks of storage at 10°C. The inside appearance, hue angle, moisture content, hardness, and SSC, gradually decreased during the storage period. No remarkable change in the measured items were observed in Korean cabbage packaging methods. In this experiment, the Korean cabbage packaged inside a PP film with holes, and stored at 10°C temperature had the most desirable outcome of extending the head cabbage's shelf life and appearance quality. Results suggest that perforated packaging treatment combined with low storage temperature could be an effective method in prolonging the shelf life of Korean cabbage for wrapping vegetable.

Keywords Packaging material, Perforated film, Korean cabbage, Shelf life

서론

배추의 새로운 소비 품목인 알배추에 대하여 수확후 나타나는 특성 검정이 필요하다. 배추는 보통 신선상태로 판매 유통하지만, 겉잎을 제거하고 정선 과정으로 결구상태의 배추를 판매하는데, 이를 일반 유통이나 소비지에서는 알배추라 일컫는다. 배추는 전세계적으로 재배되는데, 동아시아 지역의 한·중·일 국가에서 많이 재배되어 다양한 요리로 활용되고 있으며, 국내에서는 김치로 이용되고 사회적인 웰빙트렌드에 영향을 받아 찜이나 샐러드용으로도 이용이 확

대되고 있다¹⁾. 알배추는 배추의 이용 확대로 소비 패턴 변화에 맞추어 등장한 품목으로 인식되어진다. 알배추는 가정에서 찜 또는 국거리, 절임용 등으로 이용하는 것으로 알려져 있으나, 수확후 저장·유통 방법과 같은 특성에 대해 연구된 바가 없다. 그러므로 적절한 유통 방법과 선도 유지를 위한 수확후 관리 방법에 대하여 연구가 요구되고 있다. 원예산물이 수확후 품질은 저장·유통 시 온도, 상대습도, 포장재 종류 및 포장 방법과 같이 다양한 요인에 의해 지속적으로 영향을 받는 것으로 알려져 있다²⁾. 또한 원예산물은 포장 방법에 따라 선도가 달라질 수 있으며, Lee 등³⁾은 수확후 포장 방법에 따라 상품성의 유지가 개선된다고 보고하였다. 그러나 국내 소비와 유통 현장에서 원예산물에 대한 포장 방법과 수확후 관리에 대해 체계적인 검증없이 유통이나 소비 주체의 편의성에 따라 이용되고 있는 실정

*Corresponding Author : Jung-Soo Lee
National institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Wanju 54874, Korea
Tel : +82-63-2038-6511, Fax : +82-63-238-6605
E-mail : ljs808@korea.kr

이다. 따라서 알배추의 효율적인 저장·유통을 위한 포장 방법과 관리에 대하여 정보를 제공할 필요가 있다. 본 연구에서는 알배추의 소비지역에서의 저온 유통 상황을 가정하여, 소포장으로 개별 포장 방법에 따라 선도에 미치는 영향을 고찰하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구의 실험재료는 월동배추 품종인 ‘청남(우리종묘(주))’을 마른잎과 이물질을 제거하고자 정선하여 이용하였다. 공시재료는 해남지역에서 재배된 것으로 수확은 2019년 2월 11일에 수확한 것을 국립원예특작원의 저장고에 4월 12일까지 저장한 후에 정선하고 겉잎을 손질하여 알배추로 만들어 실험에 이용하였다.

2. 포장 방법과 저장 환경

손질한 알배추를 개체별로 Fig. 1과 같이 포장하여 이용하였다. Fig. 1에서 포장 방법 A는 유공 PP(polypro-pylene)

필름(크기: 28 × 40 cm, 두께 0.04 mm, hole: $\phi = 15$ mm)으로 배추를 1개씩 포장하여 이용하였으며, 포장 방법 B는 동일 PP 포장재로 무공의 필름을 이용하였으며, 포장 방법 C는 polyvinyl chloride(PVC)소재의 랩핑 필름(폭: 50 cm, 두께: 0.027 mm)으로 개별적 랩핑하여 저장하였다. 포장 방법 별로 저장온도는 10°C로 설정하였으며, 포장재 별 내부 습도는 포장 방법 A는 96.4%, 포장 방법 B는 99.5%, 포장 방법 C는 97.9%, 포장 방법 D는 46.0%이었으며, 각 포장재별 온도와 습도는 Fig. 2와 같다.

3. 선도 및 외관의 변화

외관에 의한 선도변화로 품위와 상품성 변화를 Jeong 등⁴⁾의 방법을 참고로 하여, 훈련된 3명의 평가원들이 알배추의 색과 형태 변화, 선도 등을 상등급에서 하급등까지 5단계로 두어 1주일 간격으로 조사(선도 기준: 4=매우 신선, 수확시와 유사; 3=선도 다소 저하, 광택 비슷, 시장판매 가능; 2=선도 저하, 변색, 시장성 상실; 1=연화 시작, 깃무름 및 부패시작; 0 = 식용불가)와 함께 촬영하였으며, 점수 3점까지 상품성을 가진 것으로 간주하였다.



Fig. 1. Three packaging methods on Korean head cabbage and no packaging for control. A. Perforated PP film; B. Non-perforated PP film; C. PVC film for wrapping; and D. non-package as control.

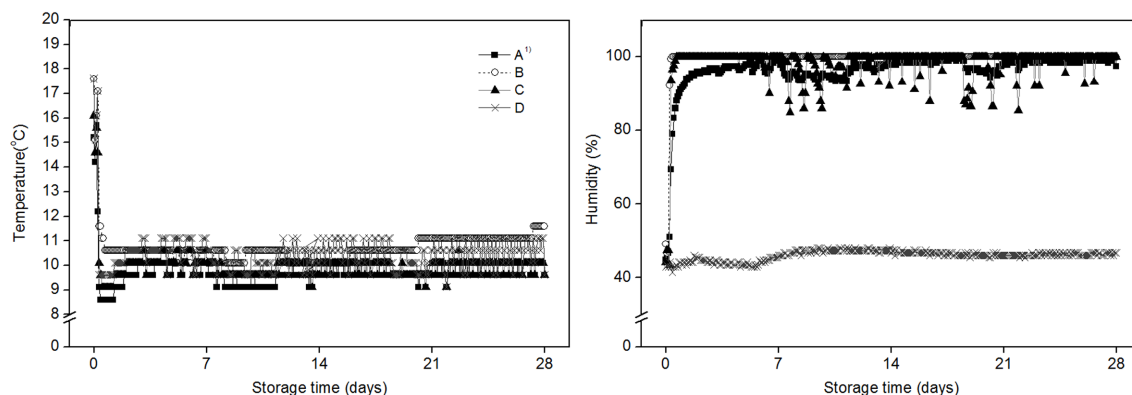


Fig. 2. Temperature and humidity as affected by different packaging methods on Korean head cabbage during 28 days of storage at 10°C.

¹⁾Refer to Fig. 1 for the types of packaging.

4. 생체중량 변화

입고 시의 초기 생체중량과 1주일 간격으로 측정된 생체중량의 차이를 조사하여 중량 감소 정도를 백분율로 나타내었다.

5. 색상 측정 (hue angle)

알배추의 색도 변화는 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 lightness(명도), hunter a^* (red-green)와 b^* (yellow-blue)값을 측정하여, 측정된 hunter a^* 와 b^* 값을 hue angle($^\circ$)로 환산하여 구하였다. 환산 시의 $a^* > 0$ 으로 양의 값일 때 hue angle($^\circ$) = $\text{Arc tan}(b/a)$ 식을, $a^* < 0$ 으로 음에 값일 때 hue angle($^\circ$) = $180 + \text{Arc tan}(b/a)$ 식을 사용하였다. 측정 시 마다 흰색 calibration tile($L^* = 97.75$, $a^* = 0.43$, $b^* = 0.29$)을 이용하여 보정하였다.

6. 수분함량 측정

알배추 엽의 부위인 커다란 잎맥 부위인 중륵을 1주일 간격으로 샘플링하여 75°C 건조법에 의해 생체중과 건물중을 측정하여 수분함량을 조사하였다.

7. DPPH 라디칼 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 라디칼 소거능으로 항산화 정도를 측정하기 위해 분석용 시료는 Karaca 등⁵⁾의 방법을 참고하여 준비하였다. 시료를 동결 건조하여 분쇄한 후 시료 1.5 g에 80% 에탄올 25 mL을 넣고 1시간 동안 초음파로 추출하였다. 이후 12,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 상층액을 시료로 이용하였다. DPPH 라디칼 소거능은 DPPH에 의한 전자공여능의 측정으로 0.3 mM의 DPPH 0.9 mL에 시료 0.3 mL을 첨가하여 혼합한 다음 실온에서 30분간 반응시킨 후 515 nm에서 spectrophotometer(Du-

650, Bio Tek Instrument Inc.)를 이용하여 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능 값은 $[1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{시료 무첨가구의 흡광도})] \times 100$ 의 계산식으로부터 환산하였다.

8. 경도 측정

경도는 알배추의 결구 부위를 물성측정기(Texture analyzer TA_{plus}, SMS, Goldalming, UK)의 직경 5 mm plunger를 이용하여 탐침법(probing)으로 측정하였다.

9. 가용성고형물(Solid soluble contents)

가용성고형물(SSC)는 엽의 커다란 잎맥 부위인 중륵에서 채취한 후 착즙하여 디지털당도계(PAL-1, Atago Co. LTD, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 외관

알배추 외관 차이는 포장 방법에 따라 영향을 받는 것으로 보인다. Fig. 3에서 알배추 ‘청남’은 포장 방법별 저장 기간에 따라 상품성을 비교하였는데, 알배추의 관능적 평가를 통한 상품성에서 외관은 포장 방법에 따라 차이를 보였으며, 외부가 내부 보다 영향을 더 받는 것으로 나타났다. Fig. 3에서 저장 14일째 알배추 포장 방법에 따라 유공의 PP 필름 포장(포장 방법 A)이 3.7이었으며, 무공PP필름(포장 방법 B)이 4.0이며, 랩 포장(포장 방법 C)이 3.7, 무포장(포장 방법 D)이 3.7이었으며, 저장 21일째에 유공의 PP 필름 포장(포장 방법 A)이 3.3으로 다른 처리보다 지수가 높았으며, 무공의 PP 필름 포장(포장 방법 B)이 2.7, 랩 필름 포장(포장 방법 C)과 무포장(포장 방법 D)이 각각 2.3이었다. 저장 28일째에는 지수가 3.0 미만으로 모든 포장 방법

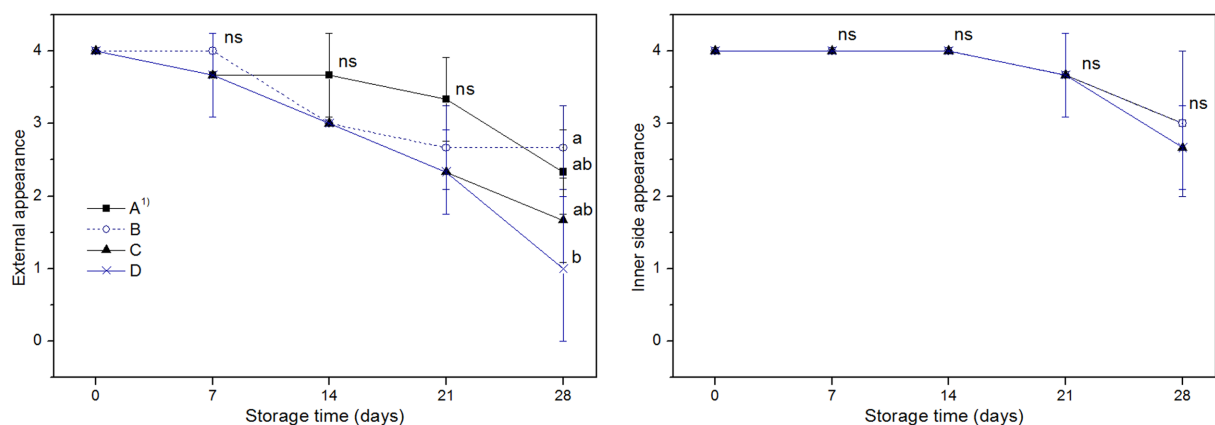


Fig. 3. External and internal (core) appearance as affected by different packaging methods on Korean head cabbage during 28 days of storage at 10°C.

Grades based on appearance evaluation: 4 = very good, 3 = good and merchandise preservation, 2 = poor, 0 = very poor, rotting. Data represent the mean $\pm$ SE of four replicates. Some error bars are masked by the symbol. ¹⁾Refer to Fig. 1 for the types of packaging.

에서 상품적 가치를 상실하였다. 알배추 포장 방법에 따른 경시적 변화를 보면 3점을 판매 가능한 상품성으로 간주할 때, 유공의 PP 포장(포장 방법 A)이 저장 21일까지의 지수가 3.3으로 상품성을 가진 반면에, 다른 처리는 14일째에 3.0 미만의 지수를 보였다. 따라서 알배추는 유공의 PP필름

(포장 방법 A)와의 무공PP(포장 방법 B), 랩 포장(포장 방법 C)과 무처리(포장 방법 D)는 21일 이후에 상품성을 유지하기 어려운 것으로 나타났다. Fig. 3에서 내부의 지수는 모든 포장 방법에 따라 14일까지는 4.0이고 3주에는 3.7으로 처리 간 큰 차이를 보이지 않았고 21일째에는 유공 PP필

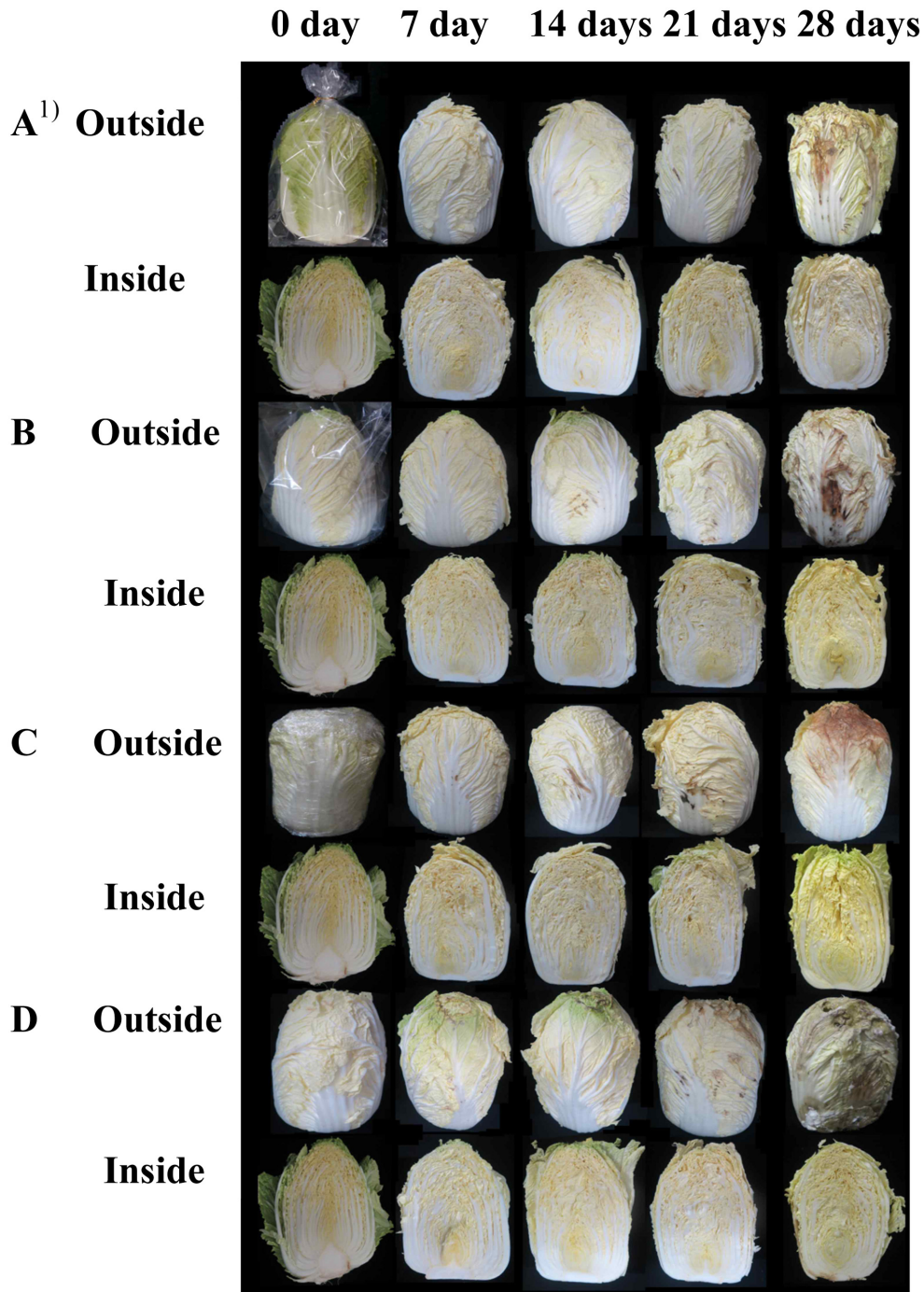


Fig. 4. Changes in the appearance of Korean head cabbage as affected by different packaging methods used during 28 days of storage at 10°C.

¹⁾Refer to Fig. 1 for the types of packaging.

름(포장 방법 A)과 무공 PP필름(포장 방법 B) 처리가 3.0이며 랩 포장(포장 방법 C)과 무처리(포장 방법 D)가 2.7이었다.

일반 소비자가 농산물 구매 시 외관에 따른 판단이 중요한데⁶⁾, 포장 방법에 따라 소비자의 선택이 달라진다고 하였다⁷⁾. Park 등⁸⁾은 원예작물 저장 방법과 필름 포장재가 선도에 큰 영향을 미치지 않는다고 하였으나, Lee 등³⁾은 포장 방법에 따라 저장 중에 선도가 달라진다고 하였다. Fig. 3의 외부와 내부의 선도 지수에서 알배추 저장 중 선도는 저장기간이 경과함에 따라 감소하는데, 내부의 선도 변화보다는 외부의 외관 변화가 더 큰 것으로 나타났으며, 외관은 포장 방법에 따라 영향을 받아 유공의 PP 포장이 다른 처리보다 높은 지수를 유지하였다.

Fig. 4의 내·외부 변화에 따른 모습이 달리 나타났다. 포장 방법에 따라 저장기간 별 변화를 보면, 알배추 저장 7일째에 포장한 것 중 랩 포장(포장 방법 C)이 중록 부위에서 깨시무늬 증상이 일부 발생으로 외관의 품위가 저하되었으며, 무포장(포장 방법 D)은 잎끝이 갈변하면서 마르기 시작하였다. 알배추의 저장 14일째에 포장별 형태를 보면, 무공의 PP 필름 포장(포장 방법 B)은 일부 알배추의 밑둥에서 갈변을 보였으며 포장 내에 많은 물기를 가지고 있었다. 랩 포장(포장 방법 C)은 경우 밑둥에 심한 갈변과 깨시무늬 증상이 커져서 일부는 줄무늬처럼 커져서 상품성을 떨어뜨렸다. 무포장(포장 방법 D)은 배추가 전체적으로 마르고 표면의 색상이 황변하였고 밑둥의 수분이 빠져 말랑말랑한 느낌이 들었다. 저장 21일째에 유공 PP 필름 포장(포장 방법 A)이나 무공 PP 필름 포장(포장 방법 B)은 중록 부위에 물러짐 현상이 나타나기 시작하였으며, 랩 포장(포장 방법 C)은 심한 갈변과 물러짐이 알배추에 발생하였고, 무포장(포장 방법 D)은 겉면이 마르고 변색이 되고, 부패가 발생하기 시작하였다. Fig. 4에서 내부의 변화는 포장 방법에 따른 처리간에 큰 차이는 없었다. 알배추 내부변화 모습은 저장 28일까지 포장 여부나 방법에 차이 없이 외부만 변화고 내부는 처리간에 큰 차이 없이 비교적 상태가 양호하였으나 무공 PP필름(포장 방법 B)은 이취가 발생하였고 외부의 깃무늬이나 갈변이 결국 내부에까지 영향을 주어 안쪽으로 진행되면서 상품적 가치가 저하되는 것으로 나타났다. 무처리인 무포장이 다른 처리보다 변화가 더 큰 양상을 보여주었다. 알배추가 외부의 변화가 크고 내부가 적은 것은 배추의 형태학적 특징으로 인해 외부의 겉잎은 포장재 내 환경의 영향을 받아 변화지만, 배추의 결구된 잎이 여러겹으로 겹친 특성으로 인해 안쪽의 내부까지는 외부의 영향을 크게 미치지 않은 것으로 보인다.

2. 생체중량

알배추 저장 중 생체중량은 포장 여부에 따라 차이가 대

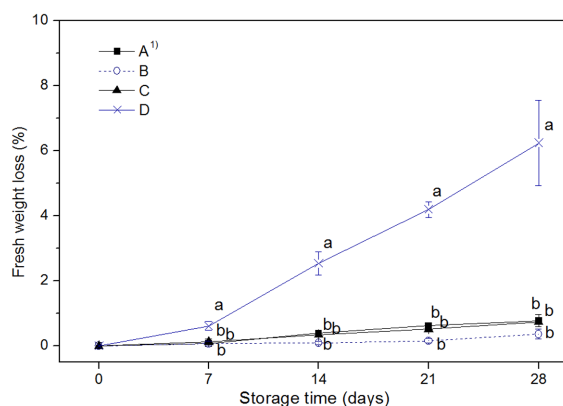


Fig. 5. Changes in the fresh weight loss of Korean head cabbage as affected by different packaging methods used during 28 days of storage at 10°C.

Data represent the mean±SE of four replicates. Some error bars are masked by the symbol.

¹⁾Refer to Fig. 1 for the types of packaging used.

별되었다. Fig. 5에서 알배추 저장 시 포장 여부에 따른 생체중량은 포장을 하는 것이 저장 중 큰 영향을 미치는 것으로 보이며, 저장 시 포장 소재에 따라서는 큰 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다. 포장 방법에 따른 경시적 차이를 보면, 포장을 하지 않은 대조구인 무포장 처리(포장 방법 D)가 포장 한 것에 비해 저장 1주에서도 생체중량 변화에 차이를 보였으며, 저장기간이 경과함에 따라 더 커지는 것으로 나타났다. Fig. 5에서 알배추의 저장 21일째의 생체중량은 포장 여부에 따라 차이가 커져, 무처리인 무포장은 4.2%의 중량 감소를 보였으며, 포장을 한 처리 구에서는 0.2~0.6%가 감소하였는데, 이중 유공 PP필름 포장(포장 방법 A)이 0.6%이고, 랩 포장(포장 방법 C)이 0.5%, 무공 PP(포장 방법 B)가 0.2%로 순의 감소율을 보였다. 포장 방법에 따라서는 저장 28일에 종료 시 무포장(포장 방법 D)으로 저장한 경우 6.2%로 생체중량 감소 정도가 가장 컸으며, 무공 PP 필름(포장 방법 B)으로 밀폐한 포장 방법은 기밀이 잘되어 생체중량 감소 정도가 가장 적은 것으로 나타났으나, 포장 처리한 모든 포장 방법이 1% 미만의 생체중량 정도를 보여, 필름 포장 방법 간의 중량 감소 차이가 크지는 않은 것으로 나타났다.

Lee 등²⁾ 이 상추 저장 연구에서 PE나 PP같은 필름 소재보다는 천공 여부의 차이에 따라 저장성이 영향을 받는다고 하였는데, 본 실험에서 보면 무공 PP 소재 필름으로 포장한 포장 방법 B가 생체중량 변화가 정도가 가장 적었으나, 랩으로 포장한 포장 방법 C가 무공임에도 불구하고, 다소 차이가 있어, 포장 방법 C의 생체중량 감소 정도는 오히려 유공의 PP 필름(포장 방법 A) 정도와 유사한 생체중량 감소 양상을 보였다. 본 실험에서 Lee 등²⁾의 결과와 어느 정도 부합하는 것으로 보이나, 알배추는 필름 소재나

천공 여부에 따른 영향이 크게 미치지 않은 것으로 보이는데, Fig. 2에서 포장 방법에 따라 습도는 포장을 한 유공 PP 필름(포장 방법 A), 무공 PP 필름(포장 방법 B) 및 랩 필름(포장 방법 C)는 습도가 96.4~97.9%로 비슷한 것으로 나타났으며, 무처리(포장 방법 D)는 46.0%으로써 포장 여부에 따른 습도 차이가 커서, 알배추 저장·유통 시 생체중량 면에서 포장이 반드시 필요하며 포장 방법 간에는 큰 차이가 없는 것을 판단된다.

3. 색도(hue angle)

색도(hue angle)는 저장 시의 모든 필름 포장 처리구에서는 저장 종료기까지 195° 이상의 hue angle을 유지하며 큰 변화가 없었으나, 무처리인 무포장은 저장 시 황화현상이 진행되어 21일에 190° 이하까지 hue angle 값이 떨어졌다(Fig. 6). 알배추에서 hue angle 값이 높을수록 초록색을 띠는 것을 의미하며, 값이 낮아지면 황화되어 변색하는 것을 의미한다. Cho 등⁹⁾은 필름 포장으로 chlorophyll 분해를 억제하여 색도가 유지되었다는 보고와 일치하는 것으로 나타났다. 필름으로 포장한 것은 포장 내에 습도를 유지하여 hue angle 값을 높게 유지시키는 것으로 보이며(Fig. 6), 포장재의 차이에 따라 큰 차이로 보이지 않았다. 반면에 무포장은 수분 감소 등으로 인해 chlorophyll의 분해의 진행이 촉진되어 값이 떨어진 것으로 보인다.

4. 경도

알배추의 포장 방법에 따른 중록의 경도를 Fig. 7에 나타내었다. 알배추 저장 중에 내부엽의 경도는 감소하는 경향을 보여주었으나, 포장 여부나 포장 방법에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았다. Fig. 7에서 알배추의 경시적 경도 변

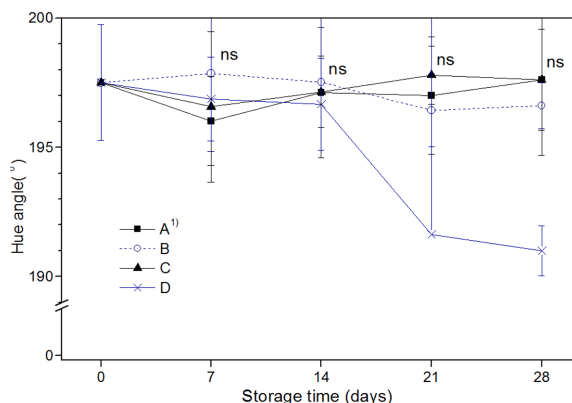


Fig. 6. Changes in the hue angle of Korean head cabbage as affected by different packaging methods used during 28 days of storage at 10°C.

Data represent the mean±SE of four replicates. Some error bars are masked by the symbol.

¹⁾Refer to Fig. 1 for the types of packaging used.

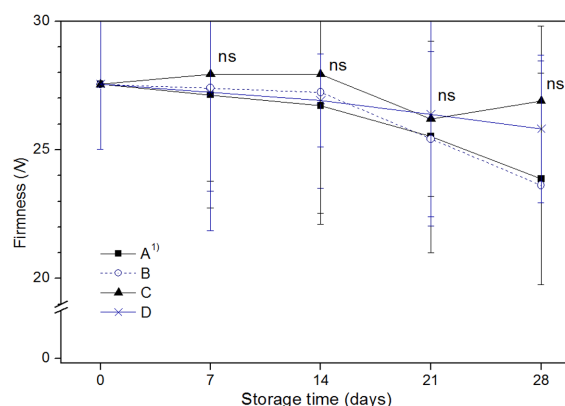


Fig. 7. Changes in the firmness of Korean head cabbage as affected by different packaging methods on Korean head cabbage during 28 days at 10°C.

Data represent the mean±SE of four replicates. Some error bars are masked by the symbol.

¹⁾Refer to Fig. 1 on package types

화를 보면 저장 초기 27.5 N에서 4주 쯤에 23.6~26.9 N으로 감소하였다. 포장 방법에 따라 보면, 유공의 PP 필름 포장(포장 방법 A)이 저장 종료 시 23.9 N이며, 무공 PP 필름(포장 방법 B)이 23.6 N까지 감소하였으며, 랩 포장(포장 방법 C)이 26.9 N이고, 무포장(포장 방법 D)이 25.8 N이었다. 경도는 조직감과 관계가 있는데, 질감 정도나 유연 정도를 표현할 수 있다^{13,14)}. 원예작물의 저장 중에 경도가 변화하는데¹⁰⁾, 경도는 Chang 등¹¹⁾은 원예작물에서 세포벽의 다당류가 분해되어 감소된다고 하였는데, 생식으로 이용되는 엽채류에서 씹힘성(chewiness)과 연관 있어, 상품성과 소비자 평가에 경도를 중요한 요소로 보았다¹²⁾. 경도 변화의 원인은 식물 조직의 표면 수분 증발로 생체중량이 감소하면서 밀도 증가와 세포간 응집 및 결합이 약해지면서 아삭한 정도나 단단한 정도, 질감과 같은 조직 특성이 나빠지기 때문으로 알려져 있다¹²⁾. 알배추 ‘청남’은 경도가 저장 기간 중에 감소하지만 포장 여부와 방법에 따라서는 다소 차이가 있으나 큰 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

5. DPPH 라디칼 소거능

포장조건에 따른 알배추 저장 중 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Fig. 8과 같으며 저장기간이 경과함에 따라 전반적으로 감소하였고, 포장 방법에 따른 유의적인 차이는 없었다. DPPH는 천연소재로부터 항산화 활성을 분석하는데 많이 이용되며 비교적 안정한 free radical로서 항산화제, 방향족 아민류 등에 환원되어 탈색되는 원리로 측정하게 된다⁵⁾. DPPH 라디칼 소거능은 항산화능력을 측정하는데 DPPH 라디칼 소거능이 우수한 경우 총 페놀함량 또한 높아 서로 양의 상관관계가 있다고 알려져 있다¹⁷⁾. 본 연구에서 알배추 저장 중 DPPH 라디칼 소거능을 측정하

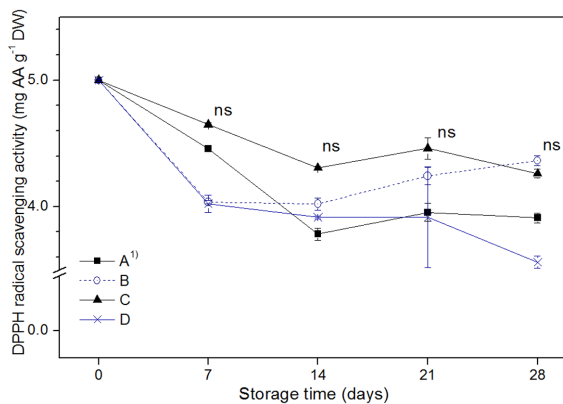


Fig. 8. Changes in the DPPH radical scavenging activity of Korean head cabbage as affected by different packaging methods used during 28 days of storage at 10°C.

Data represent the mean±SE of four replicates. Some error bars are masked by the symbol.

¹⁾Refer to Fig. 1 for the types of packaging used.

결과 저장 초기 5.0 mg AA·g⁻¹ DW에서 저장 28일째 3.5~4.2 mg AA·g⁻¹ DW까지로 다소 감소하였으나 저장기간 동안에 포장 방법에 따른 큰 차이는 크지 않은 것으로 보였다. Bac 등⁶⁾이 측정한 신선편이 로메인 상추의 DPPH 라디칼 소거능 결과와 본 실험에서도 저장 후 감소하는 경향을 보였다. 알배추의 포장방법에서 랩 포장이 다른 포장 보다는 약간 높은 수치를 보였으며, 무처리인 무포장이 필름포장을 한 것에 비해 낮은 경향을 보였다. 향후에 알배추의 저장 중 이화학적 품질 외에 영양학 및 생리활성 효과에 대한 연구를 통해 다각적인 측면에서 선도 유지 효과와 특성을 구명할 필요가 있다고 생각된다.

6. 가용성고형물(soluble solid content)

알배추 포장 방법에 따라 저장 시 가용성고형물함량(SSC)은 저장 초기와 비교하여 감소하는 것으로 판단된다. Fig. 9에서 저장된 알배추 ‘청남’은 가용성고형물함량 변화는 초기 5.0 °Brix에서 포장 방법에 따라 저장 4주 후에 낮아지면서 3.5~3.9 °Brix까지 감소하였다. 저장 동안 알배추의 가용성고형물함량이 감소하지만, 포장 방법 간의 차이는 크지 않은 것으로 보인다. 알배추는 가용성고형물함량이 감소하는 패턴을 보였는데, 이는 Choi 등¹⁸⁾의 결과와 같이 호흡과 같은 대사작용으로 인해 소모되어 감소되는 것으로 생각된다. Park과 Yoon 등¹⁷⁾은 사과와 배의 경우 저장 후 전분의 당화 현상으로 인해 당도가 증가한다고 하였으나, 배추는 과일이 아닌 엽채류로서 당분이 전환되는 가용성고형물함량의 증가는 보이지 않는 것으로 생각된다. 알배추 ‘청남’은 가용성고형물함량이 감소하지만, 포장 여부나 방법에 따라서는 차이를 확인하기는 어려운 것으로 나타났다.

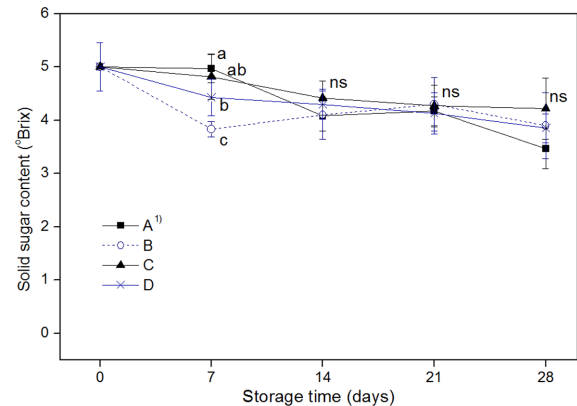


Fig. 9. Changes in the SSC (solid sugar content) of Korean head cabbage as affected by different packaging methods used during 28 days of storage at 10°C.

Data represent the mean±SE of four replicates. Some error bars are masked by the symbol.

¹⁾Refer to Fig. 1 for the types of packaging used.

7. 수분 함유

알배추 포장방법에 따라 저장 중 저장 기간에 따른 수분함량 변화를 Fig. 10에 나타내었다. 저장 기간에 따른 알배추의 절구된 내부엽에서 중륵 부위 수분함량을 측정하였는데, 저장 동안의 차이에 따라 수분함량은 큰 차이를 보이지 못하였다. Fig. 5에서 알배추는 저장 중에 생체중량이 감소하며, 이는 수분중량 감소에 의한 것으로 보이지만, 본 연구에서는 내부엽까지 차이를 줄 만큼의 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

Lee 등¹⁹⁾이 적절한 저장 조건은 배추 작물 체내까지 저장 중에 영향을 미치기 어려웠다는 보고와 같은 결과를 보인 것으로 판단된다. 알배추 저장 중 수분함량은 95%이상

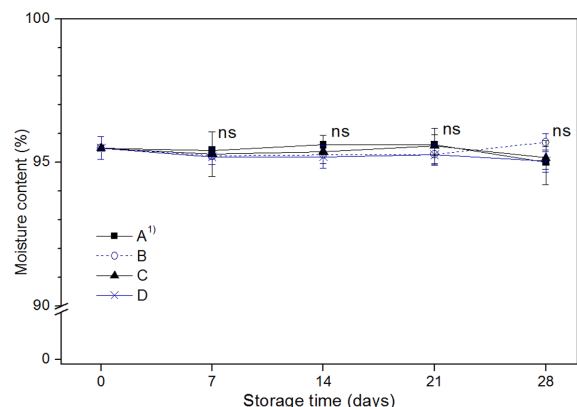


Fig. 10. Changes in the moisture content of Korean head cabbage as affected by different packaging methods used during 28 days of storage at 10°C.

Data represent the mean±SE of four replicates. Some error bars are masked by the symbol.

¹⁾Refer to Fig. 1 for the types of packaging used.

으로 저장기간 동안 높은 함량이 유지되고 있었는데, 본 연구에서는 저장 시 Fig. 2의 포장재 내의 높은 습도로 인해 배추 내부에까지 수분함량에 영향이 없는 것으로 보인다. 알배추 저장에서 배추의 생체중량 감소는 외부의 겉잎만의 영향으로 보이며, 배추의 내부 수분함량까지 변화에 영향이 없는 것으로 나타났다.

요 약

새로운 배추 판매 형태인 알배추의 포장 방법에 따른 선도 유지 효과를 구명하고자 하였다. ‘청남’ 배추를 알배추로 정선했을 포장 방법에 따라 유공 PP 필름(포장 방법 A), 무공 PP 필름(포장 방법 B), 랩 필름(포장 방법 C), 그리고 무포장(포장 방법 D)으로 하여, 저온인 10°C 저장 조건에서 생체중량 감소, 외관, 색상과 수분함량 등의 특성을 조사하였다. 알배추를 10°C에 저장보관 동안에 생체중량에서는 감소 하는데 필름 포장 여부에 따라 차이가 나타나서, 무포장이 필름포장 보다 중량감소율이 컸다. 포장 시 필름 종류에 따라서는 무공의 PP 필름이 다른 필름 포장방법보다 낮은 생체중량 감소 경향을 보였다. 그러나 외관에서는 유공의 PP필름 포장이 다른 무공PP나 랩포장, 무포장보다 다소 높게 유지되는 경향을 보였고, 내부는 필름 종류에 따른 차이를 거의 보이지 않았다. 무공 PP 필름 포장 방법은 초기에 다소 높은 외관을 유지하나, 저장이 지속될수록 내부의 물기로 인한 변색과 이취 등이 문제가 발생되었다. 색도(hue angle)는 필름여부에 따라 차이를 보여 무포장에 저장 후기에 급격히 떨어지는 것으로 나타났고 필름포장 종류에 따라서는 큰 차이를 보이지 못하였다. 경도와 DPPH 라디칼 소거능, 가용성고형물(SSC)는 저장 중에 감소하지만, 포장 방법에 따른 처리간에 큰 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다. 본 실험에서 알배추의 품질을 유지하기 위한 포장 방법에 따른 선도 유지 효과를 검토한 결과, 외관에서 유공의 PP 필름이 무공 PP나 랩필름, 무포장보다 좋아, 개별 포장 시 유공 PP 필름으로 저온(10°C)에서 저장·유통 하는 것이 상품성 유지에 유리한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문에서 국립원예특작과학원의 연구사업으로 ‘오이 과채류의 대용량 active modified atmosphere 포장에 의한 선도유지 기술 개발(PJ01387602)’의 추가 시험 내용으로 수행하였습니다. 본 지면을 통하여 연구를 도와주신 김지강 님을 비롯하여 홍윤표 님, 박수형 님, 허은주 님, 김용숙 님, 추민성 님, 신민경님에게 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Chung, S.O., Kim, Y.M., Ryu, D.G., Kim, S.J., and Park, J.T. 2014. Variation of functional compounds in leafy Chinese cabbage grown under different light conditions in a plant factory. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 526-529.
2. Lee, J.S., Chung, D.S., Choi, J.W., Jo, M.A., Lee, Y.S., and Chun, C.H. 2006. Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. *Kor. J. Food Preserv.* 13: 8-12.
3. Lee, J.S., Lee, H.E., Lee, Y.S., and Chun, C.H. 2008. Effect of packaging methods on the quality of leaf lettuce. *Kor. J. Food Preserv.* 15: 630-634.
4. Jeong, J.C., Woo, P.K., and Joon, Y.Y. 1990. Influence of packaging with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce during low temperature storage. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 31: 219-225.
5. Karaca, H., and Velioglu, Y.S. 2014. Effects of ozone treatments on microbial quality and some chemical properties of lettuce, spinach, and parsley. *Postharvest Biol. Technol.* 88: 46-53.
6. Lim, C.J., Lee, J.S., Choi, J.W., and Choi, J.S. 2005. Analysis of buying behavior and preference to fruits in Korea. *Kor. J. Hort. Sci. technol.* 23: 351-355.
7. Kim, D.H., Park, J.W., Lee, S.H., and Ha, J.Y. 2013. A study on effects of design qualities and value in farm products on royalty. *Korean J. Food Market Eco.* 30: 27-42.
8. Park, J.D., Hong, S.I., Park, H.W., and Kim, D.W. 1999. Modified atmosphere packaging of peaches for distribution at ambient temperature. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 31: 1227-1234.
9. Cho, M.A., Hong, Y.P., Choi, J.W., Won, Y.B., and Bae, D.H. 2009. Effect of packaging film and storage temperature on quality maintenance of broccoli. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 128-139.
10. Kim, J.G., Choi, J.W., and Park, M.H. 2016. Effect of different days of postharvest and CO₂ concentrations on the quality of ‘Seolhyang’ strawberry during storage. *Korean J. Food Preserv.* 23: 12-19.
11. Chang, K.H., Lee, D.H., Kim, I.S., Kang, I.K., and Byun, J.K. 1999. Changes in the cell wall components during the softening in peach fruits. *Hortic. Environ. Biotech.* 40: 355-358.
12. Chang, M.S., and Lee, J.S. 2017. Effects of packaging methods on the freshness during storage of lettuce harvested in summer season of Korea. *Korean J. Food Preserv.* 24: 159-167.
13. Choi, S.G., and Rhee, C. 1995. Effects of freezing rate and storage temperature on the degree of retro gradation, texture and microstructure of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 783-788.
14. Lee, J.H., Lee, H.J., Kim, S.K., Lee, S.G., Lee, H.S., and Choi, C.S. 2017. Development of growth models as affected by cultivation season and transplanting date and estimation

- of prediction yield in kimchi cabbage. Protected Horticulture and Plant Factory. 26: 235-241.
15. Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature. 181: 1199-1200.
16. Bae, J.M., Lee, D.U., Jeong, M.C., and Choi, J.H. 2016. Change of quality characteristics in fresh-cut 'Romaine' lettuce by heat treatment. Korean J. Food Preserv. 23: 27-33.
17. Park, Y.M., and Yoon, T.M. 2012. Effects of Postharvest 1-MCP treatment, storage method, and shelf temperature on quality changes of 'Gamhong' apples during export simulation. Korean J. Hort. Sci. Technol. 30: 725-733.
18. Choi, J.H., Lim, J.H., Jeong, M.C., and Kim, D.M. 2005. Effect of high CO₂ pre-treatment on quality of 'Hikawa Hakuho' peach fruits. Korean J. Food Preserv. 12: 540-545.
19. Lee, J.S., Choi, J.W., Chung, D.S., Lim, C.I., Park, S.H., Lee, Y.S., Lim, S.C., and Chun, C.H. 2007. Cold storage packing and salting treatments affecting the quality characteristics of winter Chinese cabbages. Korean J. Food Preserv. 14: 24-29.

투고: 2019.12.09 / 심사완료: 2019.12.12 / 게재확정: 2019.12.23