

'춘광' 배추의 준고랭지 여름철 재배 방법에 따른 생육과 저장 특성

이정수*

국립원예특작과학원

Effect of Cultivation Method on Growth and Storage Characteristics of Kimchi Cabbage Cultivar 'Chun Gwang' Grown on Semi-highland in Summer

Jung-Soo Lee*

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

Abstract This experiment was conducted to determine the effects of the pre- and post-harvest variable factors on the processed product of kimchi cabbage cultivated in semi-highland at summer time. Kimchi cabbage cultivar 'Chun Gwang' was grown in an open field and/or under a plastic greenhouse condition; it was stored at 0°C after harvesting with low-density polyethylene (LDPE) film packaging. The pre-harvest characteristics growth parameters, fresh weight, head weight, no of leaves, leaf thickness, firmness, moisture content etc. were evaluated. The evaluated postharvest characteristics were fresh weight loss, appearance, trimming loss, SPAD value, moisture content and hue angle. The results show that the fresh weight and leaf thickness were higher in 'Chun Gwang' kimchi cabbages grown in the greenhouse than those in the field. However, the other evaluated factors were not affected by the type of cultural method. During the storage, the cabbage continued to decrease in fresh weight loss, trimming loss and moisture content. When compared to the kimchi cabbage showed significant difference in the fresh weight loss, trimming loss and moisture content during storage. It was confirmed that both cultural methods indoor- and outdoor did not show head growth parameters of 'Chun Gwang' kimchi cabbages on semi-high land at summer time. Although no difference in the growth before storage was observed, the evaluated characteristics like fresh weight loss etc. were influenced by cultural method as a pre-harvest factor. This study suggests that there were to be affected by pre-harvest factor during storage after harvest. In this study, an integrated management system combining relationship between processed agricultural products and their pre- and post-harvest factors.

Keywords Kimchi cabbage, Cultivation method, Growth, Storage

서론

원예 작물의 재배 방법에 따라 생육에 미치는 영향 뿐만 아니라 수확 후 품질에 대한 검토가 요구되고 있다¹⁾. 저온성 작물인 배추는 여름철에 평단지 재배가 어려워 강원도 고랭지 지역 등에서 재배가 이루어진다²⁾. 국내 배추는 대부분 신선 상태로 수확 후 바로 출하되나, 생산 시기의 기상 이변으로 인해 생산에 불안정을 야기하여 배추의 저장 필요성이 요구되고 있다³⁾. 배추의 수급 불안으로 인해 계

절별로 저장을 실시하고 있다. 월동 배추의 저장이 가장 많지만 농산업체에서는 여름 배추도 저장하며, 김치의 원료인 배추의 안정적인 수급에 이용하고 있다^{2,4)}. 여름철 '춘광'에 대해서 재배는 Kim 등²⁾이, 저장은 Eum 등³⁾이 연구하여 생산 가능성과 이용에 대해 연구가 이루어졌으나, 생산적 요소에 따른 수확 후 특성에 대한 검토는 미비하다. 따라서 재배 방법과 수확 전 요인과 관련하여 수확 후 품질에 대한 고찰이 필요하다. 또한 동일한 작물이라도 생산 방식의 차이로 인해 생육 뿐만 아니라 품질적 요인에도 영향이 생길 것으로 보인다. 노지 재배의 경우에는 적절한 생육 시기에 대면적으로 재배될 수 있는 경제적 장점을 가지고 있으며, 시설을 이용한 재배에서는 불량한 외부 환경에 대해 작물을 보호하여 생산할 수 있다⁵⁾. 본 연구에서는 고온기 준

*Corresponding Author: Jung-Soo Lee
National institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Wanju 54874, Korea
E-mail: ljs808@korea.kr

고랭지인 홍천에서 노지와 하우스 시설 재배와 같은 재배 방법이 생육과 수확 후 품질에 미치는 특성에 대한 기초적인 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

배추의 방법에 따른 생육 특성을 검토하고자 실험 재료는 '춘광'(Sakata Korea, Seoul, Korea)을 이용하였으며 재배 방식은 노지 재배와 시설 재배(비닐 하우스 재배)로 나누어 실시하였다. 실험은 강원도 홍천의 시범 재배 농가 포장(해발 340 m)에서 실시하였으며 시설에서 이용한 비닐하우스는 두께 0.08 mm의 Polyethylene (PE) 필름을 피복한 '농가보급형 온실 1-2 W형' 연동형에서 재배하였다.

배추 재배 방법 시 파종은 6월 18일에, 정식은 7월 21일에, 수확은 9월 18일에 노지와 시설 재배를 동일하게 하였다. 파종은 162 공 플러그 트레이에 시판 육묘용 상토를 사용하였으며, 정식 시 조간 간격은 90 cm에 주간 간격 50 cm로 이랑에 1조식으로 하였다. 토양 특성은 사양토로 재배 전 시설 토양의 pH는 6.6와 EC는 $0.7 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 이었으며, 노지 재배 pH는 5.8, EC는 $0.8 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 이었다. 시비는 작물별 처방 기준에 따라⁶⁾ 시설 재배에서 기비는 정식 1주일 전에 10 a당 성분량을 기준으로 질소 6.2 kg, 인산 3.0 kg, 칼리 4.0 kg, 석회 200 kg, 퇴비는 1,500 kg을 하였으며 추비는 정식 후 15일부터 3회에 질소 11.6 kg, 칼리 3.3 kg 실시하였고, 노지 재배는 질소 11.0 kg, 인산 7.8 kg, 칼리 11.0 kg, 석회 200 kg, 퇴비는 1,500 kg을 하였으며 추비는 정식 후 15일부터 3회에 질소 21.0 kg, 칼리 8.8 kg을 사용하였다. 홍천의 노지 및 시설 내 환경은 '춘광' 배추 재배 기간 동안 시설 내 평균 27.8°C 이었고, 최고 45.7°C , 최저 10.6°C 이었다. 배추 노지 재배 환경의 평균 온도는 23.7°C , 최고 온도 36.2°C , 최저는 9.4°C 이었다.

2. 저장 방법

재배 방식이 다른 배추를 이용한 저장 방법은 파렛트 단위에 low density polyethylene (LDPE) 필름 포장하였다. 배추는 시험포장에서 수확 즉시 품질이 양호한 것들을 선별하여, 저온 저장고에서 농산물유통상자($66 \text{ cm} \times 46 \text{ cm} \times 22 \text{ cm}$, 개공율 10%, National plastic company, Korea)에 담아 적재하였다. 저장 시 배추 포장은 농산물유통상자에 3포기씩 넣어 파렛트 단위로 쌓아 적재하였다. 저장 시 저온 저장고의 온도는 $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 이었다.

3. 생육 및 특성 조사

배추의 생육 조사는 농촌진흥청 조사기준표⁷⁾에 따라 구중·구고·구폭·엽두께 등을 조사하였다. 경도는 Lee⁸⁾의 결과

를 참고하여 결구된 배추의 겉잎으로부터 10~15번째 잎의 중륵 부위를 물성측정기(Texture analyzer TA PLUS, AMETEK Test & Calibration Instruments, UK)로 직경 5 mm plunger를 이용하여 탐침법(probing)으로 측정하였다.

저장 중 생체중 변화는 입고할 때 초기 중량과 30일 간격으로 측정한 생체중 변화를 조사하여 감소 정도를 백분율로 나타내었다. 배추의 정선 손실률은 Lee⁹⁾ 보고를 참조하여 건조하거나 부패로 이용 불가능한 외엽을 제거해 신선 상태로 이용 가능한 배추의 구중을 측정하였다. 수분함량은 배추의 중륵 부위를 30일 간격으로 샘플링하여 105°C 건조법에 의해 생체중에 대한 건물중의 백분율로 조사하였다. 가용성 고형물은 배추 잎의 중륵 부위를 균질기로 마쇄한 다음 즙액을 짜서 디지털 당도계(PAL-1, Atago, Japan)으로 측정하였다.

SPAD는 Lee 등⁹⁾로 결과를 참고해 엽록소계(SPAD-502, Minolta, Japan)를 이용하여 입고 시부터 30일 간격으로 측정하였다. 색도 변화(hue angle)는 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 측정된 hunter a*과 b*값에 Lee¹⁰⁾ 보고를 참고하여 환산하였다. 외관의 변화에 대한 평가는 Bark¹¹⁾등과 Jeong¹²⁾등의 보고를 참조하여, 훈련된 3명의 평가원들이 대상 시료의 색, 선도, 형태 등을 관찰하여 5단계로 두어 입고시부터 30일 간격으로 조사하였으며, 촬영을 진행하였다. (선도 기준 : 4 = 매우 신선, 수확 당시와 유사, 3 = 선도 약간 저하, 광택 비슷, 2 = 선도 저하, 변색, 1 = 연화 시작, 0 = 부패 시작, 식용 불가, 상품성 상실)

4. 통계 분석

재배와 수확 후 실험 처리는 4반복으로 하여 통계처리를 하였다. 재배 방법에 따른 생육 특성 분석은 T-test로 실시하였으며, 통계 분석은 SAS (ver. 9.2, SAS Inc., USA)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 생육

'춘광' 배추 고온기 준고랭지인 홍천에서 재배 방법에 따른 전체 생육에서 일부 차이를 보였으나, 결구된 배추의 특성에는 큰 차이로 보이지 않았다. 배추 생육 특성 중에 생체중과 엽두께에서 유의 차이를 보였는데, 생체중은 시설로 재배한 것이 4343.5 g으로 노지의 3106.7 g과 차이를 보였고, 엽두께에서는 시설 재배한 것이 6.3 mm으로 노지의 5.4 mm보다 두꺼운 것으로 나타났다. 그러나 그 외 '춘광' 배추 재배 방법에 따라 결구의 구고·구폭·구중부터 엽장·엽폭이나 내부 경도, 수분 함량, 가용성 고형물(SSC)은 재배 방법인 시설과 노지 간에는 Table 1과 같이 유의 차이를 보이지 않았다. 엽두께에 있어서 시설 재배가 노지 재배보다 더 두

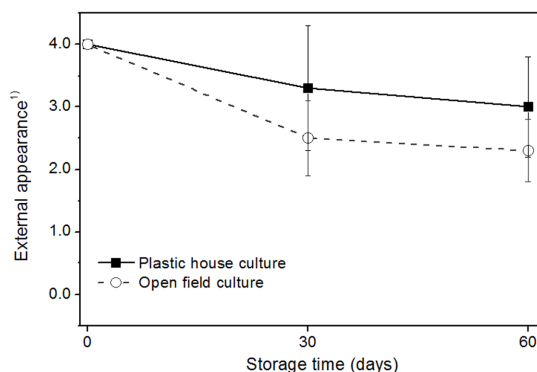
Table 1. Growth parameters of ‘Chun Gwang’ kimchi cabbage as affected by cultivation methods grown on semi-highland in summer

Culture methods	Fresh weight (g)	Head				Leaf				Firmness (N)	Moisture content (%)	SSC (°Brix)
		height(cm)	width(cm)	weight(g)	No of leaf(ea)	length(cm)	width(cm)	weight(g)	thickness (mm)			
Plastic house culture	4343.5	28.6	18.0	2814.5	20.3	30.4	18.5	50.9	6.3	22.8	96.8	4.1
Open field culture	3106.7	27.1	16.5	1924.8	17.5	24.9	17.8	40.2	5.4	22.9	97.4	4.3
T-test	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS

NS, *Non significant at $p < 0.05$, respectively

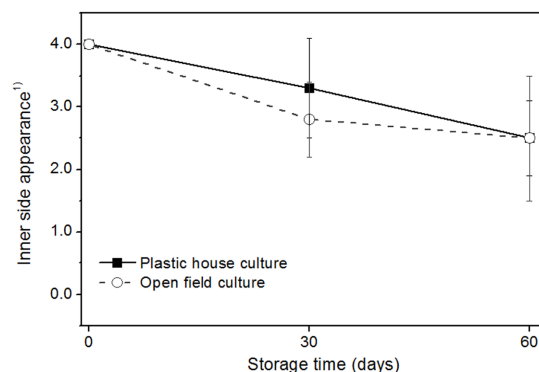
꺼워서 부피와 같은 양적인 생육 증가가 커진 것으로 보인다. 이는 Lee¹³⁾의 보고처럼 배추의 엽두께 증가가 세포 크기의 차이로부터 기인하며, 세포가 커져 엽두께가 두꺼울 수는 있으나 조직은 연약한 형태로 된다고한 결과와 같은 것으로 보인다. 생체중과 엽두께 이외의 생육 측정 항목에 따른 영향을 보면, 고온기 ‘춘광’ 수확 시 결구의 구고·구폭·구중·엽수에서 시설 재배 배추가 28.6 cm, 18.0 cm, 2814.5 g, 203개이었으며 노지 재배가 27.1 cm, 16.5 cm, 1924.8 g, 175개이었다. ‘춘광’의 시설과 노지재배에 따른 엽장·엽폭·엽중에서는 시설 내 재배 배추가 30.4 cm, 18.5 cm, 50.9 g 이고 노지가 24.9 cm, 17.8 cm, 40.2 g으로 시설 재배 배추가 노지재배보다 큰 경향이었으나 유의 차이가 보이지 않았다. 그 외 경도나 수분함량, 가용성 고형물 함량은 시설이 22.8N, 96.8%, 4.1°Brix인데 반해 노지재배는 22.9N, 96.8%, 4.3°Brix로 내부의 구성 물질과 관계 있는 지표에서 노지 재배했던 것이 높은 경향을 보였다. 고온기 재배한 ‘춘광’ 배추의 생체중과 엽두께에서 생육량은 시설 재배가 더 큰 것을 확인하였으나, 결구의 무게나 엽수와 같은 생육에서 재배 방법

에 따른 차이가 없었다. 배추 부위별 적정 생장을 위한 온도는 생육 20~22°C이며, 결구 시 15~18°C로 알려져있다. 준고랭지인 홍천에서 재배 동안 시설과 노지의 생장은 가능하였지만 모두 적정 생육에서 벗어난 온도로써, 배추의 결구를 생성하기보다 높은 온도로 인해 재배 방법간의 결구 무게 등에서 차이가 없었다. Table 1과 Fig. 2에서 배추의 생체중은 시설 재배가 컸으나, 결구의 무게 차이는 보이지 않았다. 이는 시설과 노지 재배 방법이 결구를 생성하기 위한 온도보다 높았기 때문으로 보인다. Lee 등¹³⁾은 봄철 배추의 재배 방법에 따라 생육에 영향을 미친다고 하였으나, 준고랭지에서 재배는 생육 적온을 벗어난 온도 차이로 인해, 봄철보다 차이가 더 적은 것으로 보인다. 본 논문에서 배추의 시설 재배가 생체중량은 증가하고 엽두께는 두꺼우나, 엽수 등의 질적인 생육량에서는 차이를 보이지 않았다. 고온기 고랭지에서 시설 재배를 통해 생육은 확보되나 생육의 질적인 차이까지는 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다. 고온기 재배한 ‘춘광’은 Lee¹³⁾와 같이 봄배추 재배보다 생육에 미치는 영향이 적은 것으로 보인다.



Storage time (days)	0	30	60
T-test	NS	NS	NS

NS Non significant at $p < 0.05$



Storage time (days)	0	30	60
T-test	NS	NS	NS

NS Non significant at $p < 0.05$

Fig. 1. Changes in external and (A) and inner side (B) appearance on ‘Chun Gwang’ summer kimchi cabbage at 0° with film covering.

¹⁾Grade from sensory evaluation : 4 = excellent, 3 = good with marketability, 2 = fair, 1 = poor, and 0 = very poor. Data represent the mean $\pm$ SE of four replicate.

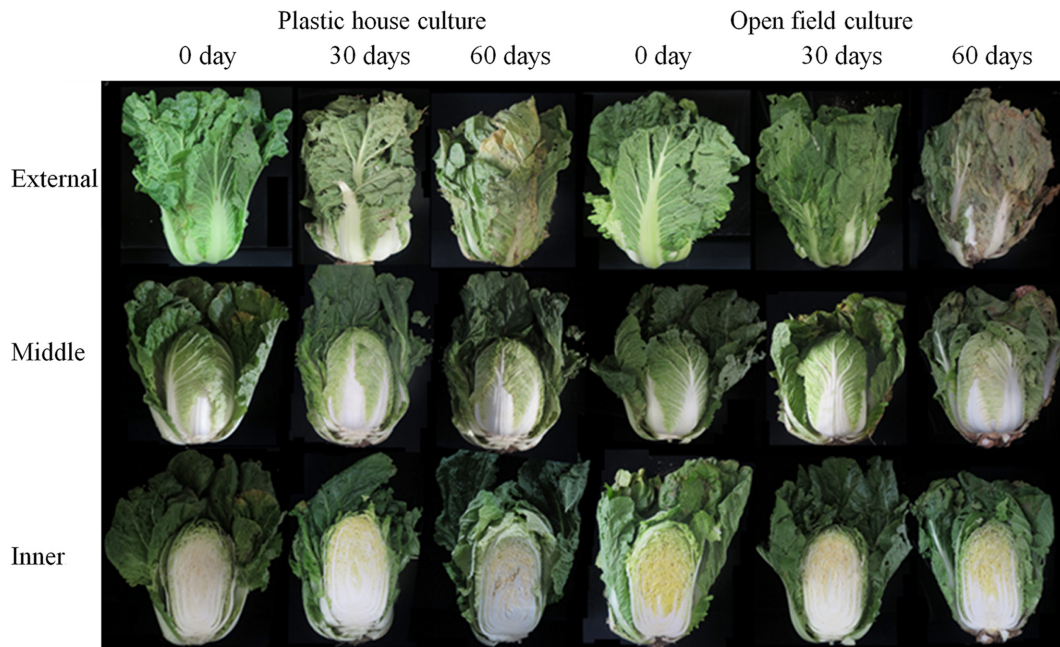


Fig. 2. Effect of cultivation methods on appearance changes of ‘ChunGwang’ kimchi cabbage grown on semi-highland in summer at 0°C storage with film covering.

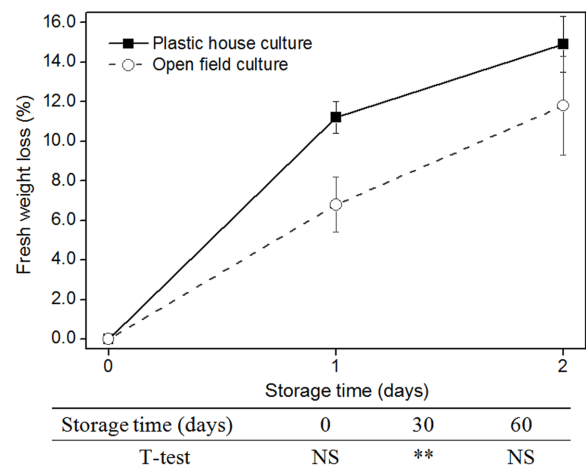
2. 외관 변화

배추 저장 기간에 따라 외관 변화 지수가 감소하지만, 본 연구에서 재배 방법에 따른 수확 후의 차이를 인지하기는 어려웠다. 고온기 준고랭지에서 재배한 ‘춘광’ 저장 시 외관은 내부의 결구보다 변화가 더 큰 것으로 나타났다(Fig. 1). 내·외부의 비교에서 재배 방법에 따른 차이는 저장 시 큰 영향을 미치지 않은 것으로 보인다. 고온기에 재배한 ‘춘광’ 배추를 농산물 유통상자로 저장하는 동안 외관의 변화로 상품성 지수가 변화하여, 배추 전체의 외관이 저장 30일에는 2.5~3.0, 60일에는 2.3~2.5로 감소하였다. 재배 방법에 따라서는 시설 재배가 저장 30일에 3.0에서 저장 60일에 2.5이었고, 노지 재배가 30일에 2.5, 60일에 2.3이었다. 결구의 상품성 지수 변화는 시설 재배가 저장 30일에 3.3, 저장 60일에서 3.0이었고, 노지 재배가 각각 2.8과 2.5이었다. 재배 방법 간에 저장 시 유의 차이는 없었지만 지수 3점을 상품성이 있는 것으로 간주하였을 때, 고온기 ‘춘광’을 시설 재배한 것도 저장 30일 정도까지만 신선품으로 시장 판매 가능한 것으로 보이며, 저장 60일에는 신선품 판매는 어렵고 배추 겉잎을 손질하여 알배추와 같이 최소 가공해야 가능할 것으로 보인다. 노지 배추는 상품성이 30일만에도 변화 정도가 커서 신선품으로 이용은 어려워 보인다. 그러나 배추 내부의 수분이나 가용성 고형물(SSC) 등에서 상태가 양호하여 김치와 같은 가공품으로 이용이 가능해 보인다. ‘춘광’ 배추는 Fig. 2와 같이 배추의 겉잎이 마르면서 외관이 변화하여 상품성이 감소하나, 배추의 내부는 외관보다 온전한 상태를 유지하는 것으로 보인다. ‘춘광’ 배추는 고

온기에도 시설이나 노지에서 생산이 가능한 것으로 보이나, 수확 후 저장을 할 경우에 이용은 생체로 시장판매가 어렵겠지만, 절구된 내부에는 큰 이상이 없는 것으로 판단되어 최소 가공하면 이용에 무리가 없을 것으로 보인다.

3. 생체중 변화

배추 저장 중 재배 방법에 따라 생체중량 감소가 차이를 보이기도 하였다(Fig. 3). 배추 저장 시 저장 기간이 경과함에 따라 생체중량 감소가 커지는데, 재배 방법에 따라 저장



NS, ** Non significant at $p < 0.05$ or significant at $p < 0.01$, respectively

Fig. 3. Effect of cultivation methods on fresh weight loss of ‘Chun Gwang’ kimchi cabbage grown on semi-highland in summer at 0°C storage with film covering.

30일에 차이를 나타내었다. ‘춘광’ 배추는 시설 재배한 것이 저장 30일에 6.8%가 감소하며, 노지 재배는 11.2%로 감소하여 유의 차이를 보였다. 저장 60일에는 시설 재배한 배추의 감소 정도가 더 컸으나, 배추 저장 중 개체 간 차이로 인하여 유의 차이를 보이지 않았다. 배추의 수분 손실이 일어나지 않게 하기 위해서는 저장 중 상대 습도가 90~95% 정도로 유지되어야 한다¹⁴⁾. 저장고 내의 유니트쿨러로 인한 공기의 증기압차가 발생으로 제습되어서, 수분 손실이 일어나고 이로 인해 중량의 감소가 증가하는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾. 그 외에 여러 요인에 의해 영향을 받을 수 있는데 Eum 등¹⁶⁾과 Park 과 Kim¹⁷⁾은 배추 저장 시 품종에 따라 저장 중 생체 변화 특성에 차이가 있다고 보고하였지만, 본 연구에서 저장 중 생체중 감소에서는 수확 전 재배 방법에 따른 영향을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 배추가 재배 방법에 따라 원물의 품질을 이루는 소질이 달라져 동일한 저장 방법으로 저장하더라도 개체간의 차이가 보이는 것으로 생각된다. 이는 배추 저장 중의 생체중량 변화는 수확 전 품종과 같은 고정적인 차이 외에 재배 방법과 같은 가변적인 환경에 따라서도 수확 후 영향이 미치는 것으로 보인다.

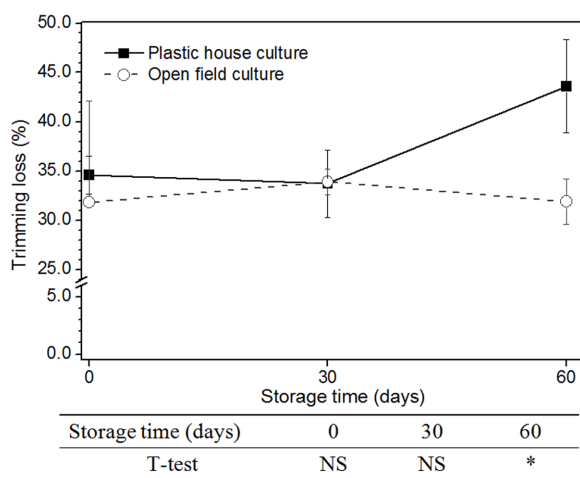
4. 정선 손실률

‘춘광’ 배추 저장 동안 정선 손실률은 저장 후기로 갈수록 수확 전 재배 방법에 의해서 영향을 받는 것으로 보인다. 배추 저장 후에 상품성 있게 보이도록 다듬는 것을 정선(trimming)이라 한다⁴⁾. 배추 저장 전의 초기 정선 손실률은 31.8~34.6%로 재배 방법 간의 차이를 보이지 않았는데, 저장이 60일에는 시설 내 재배가 31.9%인데 반해 노

지는 43.6%으로 유의 차이를 나타냈다. 정선 손실률이 증가하는 것은 저장 시 겉잎이 마르면서 배추 손질 시 절구된 겉잎을 더 뜯어내어 다듬기 때문으로, 수확 전 재배 방법과 같은 환경의 요인이 저장 후 정선 손실에 영향을 미치는 것으로 보인다. Lee 등⁵⁾은 봄배추 재배 방법에 따라서 절구 생육 뿐만 아니라 수확 직후의 정선 손실률에서부터 차이가 나타난다고 하였다. 본 연구의 고온기 홍천에서 ‘춘광’ 재배 시 전체 생육 중량은 다소 차이를 보였지만, 절구 정도는 재배 방법에 따른 영향을 미치지 않았으며 초기 정선 손실률도 차이가 없었다. 그러나 저장 60일에 외엽과 절구 겉잎에서 잎을 뜯어내는 손실률이 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다. 본 연구에서 배추의 저장 방법 차이가 없었음에도 수확 후 정선 손실률에 차이가 나타난 것은 수확 전 재배 방법에 따라 이루어진 원물의 소질이 수확 후 저장하면서 발현되어 차이를 나타낸 것으로 생각된다. Lee 등⁴⁾은 배추 수확 후 저장 방법에 따라 정선 손실률에 차이를 보인다고 하였으나, 본 연구의 결과 배추 정선 손실률은 재배 방법의 영향이 저장 후기에 미치는 것으로 확인하였다.

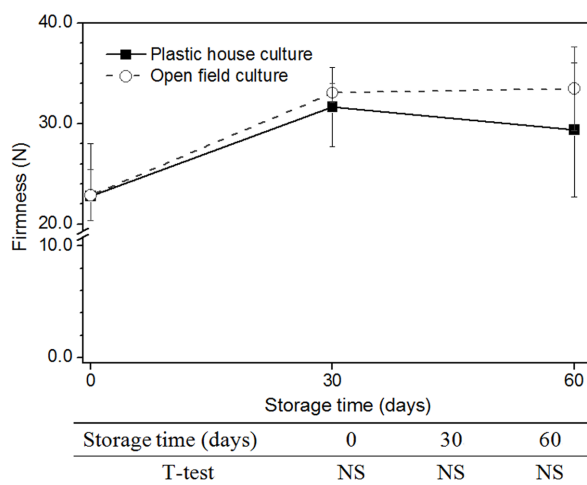
5. 경도

‘춘광’ 배추 재배 방법에 따른 저장의 중력 부분의 경도는 Fig. 5에 나타내었다. ‘춘광’ 배추의 경도는 저장 기간 동안에 증가하는 것으로 보였으나, 재배 방법에 따른 경도의 차이는 저장 시 뚜렷하지 않았다(Fig. 5). ‘춘광’ 배추는 수확 시 경도가 22.8~22.9N으로 큰 영향은 보이지 않았으나, 저장 시 증가하여 저장 30일에 31.7~33.1N, 저장 60일에는 29.4~33.5N으로 높아졌다. Lee 등⁵⁾은 봄배추에서 재



NS, * Non significant at $p < 0.05$ or significant at $p < 0.05$, respectively

Fig. 4. Effect of cultivation methods on trimming loss of ‘Chun Gwang’ kimchi cabbage grown on semi-highland in summer at 0°C storage with film covering. Data represent the mean $\pm$ SE of four replicates



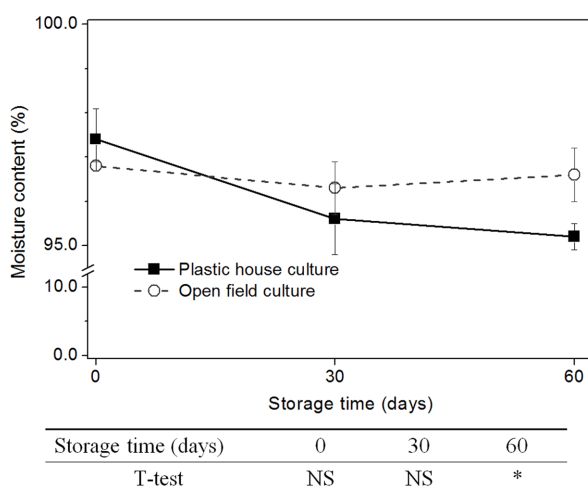
NS Non significant at $p < 0.05$

Fig. 5. Effect of cultivation methods on firmness of ‘Chun Gwang’ kimchi cabbage grown on semi-highland in summer at 0°C storage with film covering. Data represent the mean $\pm$ SE of four replicates.

배 방법에 따라 ‘춘광’ 배추가 경도 차이를 보인다고 하였으나, 재배 시기가 달라짐에 따라 재배 방법의 효과가 경감되었으며, Lee 등⁵⁾의 결과보다 측정치가 더 낮고 차이를 보이지 않았다. 경도는 조직감과 관계가 있어, 질감이나 유연성을 표현할 수 있다^{18,19)}. 경도 변화 원인에 대해 식물 조직에서 표면 수분 증발로 생체중이 감소하면서 작물체 내의 밀도 증가와 세포간 응집·결합이 연약해지면서 조직의 아삭함이나 단단한 정도, 질감과 같은 특성이 변화하는 것으로 알려져 있다¹⁸⁾. 배추를 고온기에 준고랭지인 홍천에서 재배 방법을 달리한 경우 경도 차이는 저장 후 차이를 줄 만큼 크지 않은 것으로 나타났다.

6. 수분 변화

고온기 준고랭지인 홍천에서 재배한 배추의 수분함량은 Fig. 6에 나타내었다. 고온기 ‘춘광’ 배추 재배 방법에 따른 수분함량은 저장 초기에 차이가 없었으나 저장 중 감소 정도가 달라지면서 차이를 나타냈다. ‘춘광’ 배추의 고온기 재배 방법을 달리 한 후 내부엽의 중륵 부위에서 수분을 측정하였는데, 수분함량은 96.8~97.4%로 큰 차이가 없었으나, 저장 60일에는 시설 재배하여 저장한 것이 95.2%로 감소한데 반해 노지 재배한 것은 96.6%로 유의 차이를 보였다. Lee 등⁴⁾은 배추가 알맞은 저장 조건에서 결국 내부까지 수분 변화에 영향을 주기 어렵다고 보고하였다. 그러나 Lee 등⁵⁾은 봄철에 ‘춘광’ 배추 재배 방법을 달리한 경우 수확 시부터 차이를 보였다고 하였다. 배추의 수분함량은 수확 전 요인에 의해서 결정되며, 수확 후 적절한 관리로는 차이가 발생하지 않는 것으로 보인다. 본 연구의 고온기에 재배



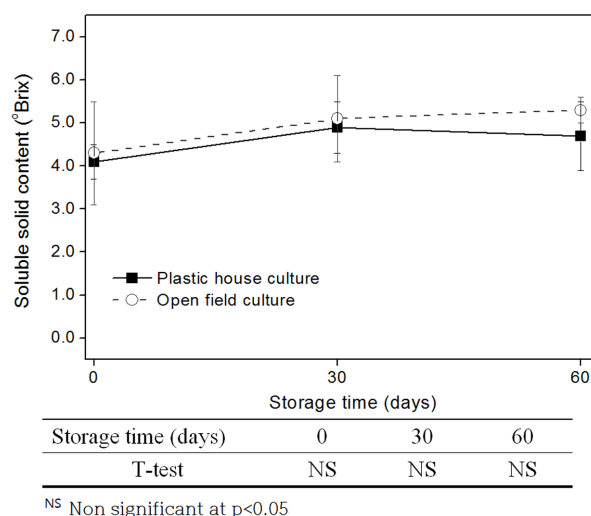
NS, * Non significant at $p < 0.05$ or significant at $p < 0.05$, respectively

Fig. 6. Effect of cultivation methods on moisture content of ‘Chun Gwang’ kimchi cabbage grown on semi-highland in summer at 0°C storage with film covering. Data represent the mean $\pm$ SE of four replicates.

한 ‘춘광’은 준고랭지에서 재배 중 시설과 노지 재배 방법에 따라 수확 시에는 결국 내 수분 함유량에 영향을 미칠 만큼 크지 않았으나, 저장 중에 감소 정도에 차이를 보였다. 저장 60일에는 수분함량에 유의 차이를 보였다. ‘춘광’ 배추 저장 시 재배 방법에 따라 수분함량은 수확 시 변화가 없었지만, 저장 시 수확 전 재배 방법에 따라 차이를 나타내는 것은 재배 동안 환경이 미친 품질이 저장하면서 발현되어 나타나는 것으로 생각된다.

7. 가용성 고형물(SSC)

배추 저장 중 가용성 고형물 함량이 소폭 증가하는 경향을 보였으나, 고온기 ‘춘광’ 배추의 재배 방법에 따른 차이를 인지하기는 어려웠다. ‘춘광’ 배추의 가용성 고형물 함량이 재배 방법에 따라 수확 시 4.1에서 4.3°Brix로 큰 차이가 없었으며, 저장 30일에는 4.9~5.3°Brix, 저장 60일에도 4.7~5.3°Brix이었다. 배추는 수확 후 저장 전 보다 가용성 고형물 함량이 저장 동안 다소 증가하는 것으로 보이나, 재배 방법에 따른 차이가 가용성 고형물 함량까지 영향을 주는 것으로는 보이지 않았다. Um 등¹⁶⁾은 수확 전 예건 등의 전처리에 따라 저장 동안 가용성 고형물 함량은 차이를 보인다고 하였으나, 본 연구에 있어서 ‘춘광’ 배추의 고온기 재배 후 가용성 고형물은 수확 후 저장 동안에 함량 변화가 4.1~5.3°Brix로 변화량이 크지 않아, 일반 소비자가 차이를 감지하기는 어려울 것으로 보인다. 다른 원에 작물의 가용성 고형물 함량은 사과, 딸기, 토마토의 경우에 12~14, 8~10 및 5~15 °Brix로 단맛을 중요시 여기지만 이들 원에 작물과는 달리 배추의 가용성 고형물 함량은 낮아, 배추 품



NS Non significant at $p < 0.05$

Fig. 7. Effect of cultivation methods on soluble solid content(SSC) of ‘Chun Gwang’ kimchi grown on semi-highland in summer at 0°C storage with film covering. Data represent the mean $\pm$ SE of four replicates.

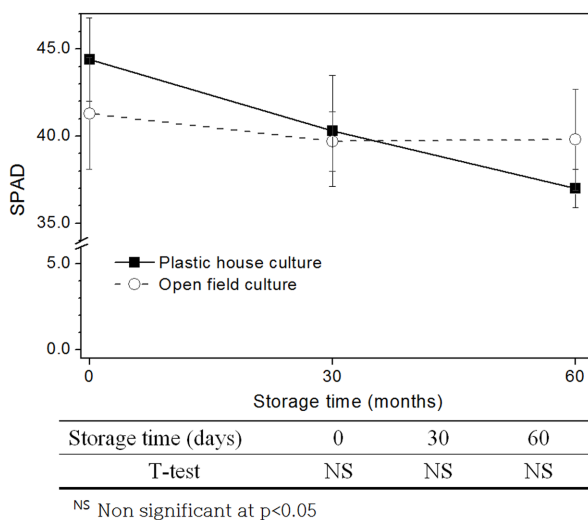


Fig. 8. Effect of cultivation methods in SPAD of ‘Chun Gwang’ kimchi cabbage grown on semi-highland in summer at 0°C storage with film covering. Data represent the mean $\pm$ SE of four replicates.

질을 언급하기는 힘들 것으로 판단된다^{20,21,22,23}). Lee 등⁵)은 가용성 고형물 함량은 김치 발효에 영향을 미치며, 재배 시기에 따라 가을 배추가 높다고 하였다. 그러나 가용성 고형물 함량에 있어서 고온기 ‘춘광’ 배추는 시설과 노지 재배에 따른 재배 방법이 다른 계절과 달리 수확 시 차이를 보이지 않았으며, 저장 시의 영향도 크지 않는 것으로 나타났다.

8. SPAD

배추 저장 중 SPAD 값은 감소하는데, 재배 방법에 따라 감소 정도에서 경향이 달랐지만 유의 차이를 보이지는 않았다(Fig. 8). SPAD 값은 저장 중 엽록소 손실에 의하여 황화가 진행되어 값이 감소하는데¹), ‘춘광’ 배추의 초기 측

정치는 41.3~44.4에서, 저장 30일 만에 37.7~40.3으로, 저장 60일에는 37.0~39.8로 감소하였다. SPAD 측정은 장기간 동일 개체에 대하여 연속적으로 측정하여 변이를 비교함으로써 엽록소 함량의 변화 정도를 간접적으로 확인 할 수 있는 장점이 있다¹). SPAD 값은 재배 방법에 따라 시설 재배 초기치가 다소 높고 노지 재배보다 큰 경향을 보였으나, 개체간의 차이가 크고 변화 정도가 커서 재배 방법 간의 유의 차이가 없는 것으로 나타났다. 고온기 ‘춘광’ 배추 저장 중 SPAD 값 감소로 겉잎의 황화가 진행되고, 엽록소의 손실을 인지할 수 있었으나 재배 방법 차이에 따른 저장 중 엽록소 함량 변화에 미치는 영향은 언급하기 어려웠다.

9. 색상(hue angle)

고온기 준고랭지에 재배한 ‘춘광’ 배추의 hue angle 변화를 보면, 내·외부 색상이 저장 동안에 변화하였으나 재배 방법 간의 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다(Fig. 9). 배추 저장 중 잎이 시들어 가면서 진행되는 색상 변화는 외관의 품질을 결정하는 주요한 상품 가치의 기준이다²⁵). Hue angle 값은 높을수록 녹색을 띄는 것을 의미하며, 값이 낮아질수록 노랗게 황화 되는 것을 의미한다²³). 배추 ‘춘광’ 품종의 색상 변화는 내·외부 중륜을 제외한 잎의 색도를 측정함으로써 확인하였다. 배추 외부의 hue angle은 수확 시 204.0~205.2°이며 저장 60일에는 204.9~206.7°이었고, 내부는 수확 시 204.3~207.8°이고 저장 종료 시 195.9~200.0°로 재배 방법에 따른 차이를 보이지 않았다. 배추 내·외부의 색상은 저장 동안에 지속적으로 변화하나, 고온기 준고랭지에서 재배한 ‘춘광’ 배추는 재배 방법에 따른 차이를 보이지 않아, 소비자가 차이를 판단하기는 어려울 것으로 보인다.

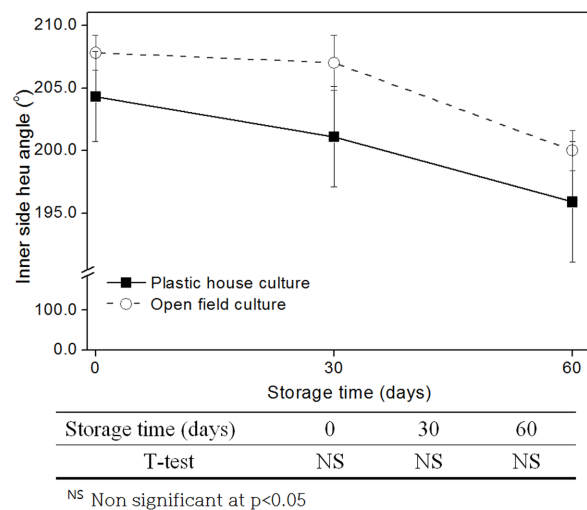
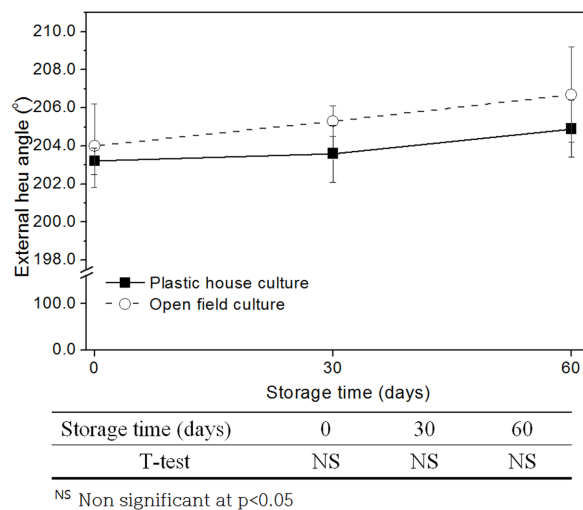


Fig. 9. Effect of cultivation methods in external and inner side hue angle of ‘ChunGwang’ kimchi cabbage grown on semi-highland in summer at 0°C storage with film covering. Data represent the mean $\pm$ SE of four replicates.

요 약

고온기 준고랭지에서 재배한 배추의 생육과 저장에 미치는 영향을 구명하고자 하였다. ‘춘광’ 배추를 홍천에서 재배 방법(노지 및 시설 재배)에 따른 생육 특성과 수확 후 저장 시 특성을 조사하였다. 수확 후 생육은 시설 재배한 배추가 생체중과 엽두께에서 노지 재배와 차이를 보였지만, 가식부인 결구 부분에서는 큰 차이를 보이지 않아, 재배 방법에 따른 생육에 미치는 영향을 언급하기 어려웠다. 준고랭지에서 재배한 ‘춘광’ 배추의 저장 시 생체중이나 정선 손실률, 수분함량 등에서 유의 차이를 보였다. 동일 지역에서 시설과 노지로 재배를 달리한 경우 생체중량이나 정선 손실률은 시설 재배가 변화폭이 더 커서 유의 차이를 보였으며, 수분함량은 다소 낮아지는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 고온기 배추의 수확 후 저장 시 차이가 나타났음을 확인하고, 수확 전 요인이 저장까지 영향을 미치는 유기적인 관계를 확인하였다. 농산물에 대한 생산성 위주의 연구가 주류를 이루었으나, 앞으로는 생산뿐만 아니라 저장 동안의 영향을 확인 할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 고유 연구 사업(과제 번호: PJ01499102, PJ01019401) 지원의 일부로써 이루어졌다. 본 난을 통하여 연구를 도와주시고 지원해 주신 강장원 님, 박수형 님, 이복우 님, 김용숙 님, 이금주 님, 김민주 님에게 감사를 드립니다.

참고문헌

- Lee, J. S., Choi, J. W., Chung, D. S., Lim, C. I., Seo, T. C., Do, G. L., and Chun, C. 2005. Effects of lettuce (*Lactuca Sativa* L.) cultivars and cultivation methods on growth, quality, and shelf-life. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23: 12-18.
- Kim, J. H., and Yun, J. I. 2015. A Thermal Time - Based Phenology Estimation in Kimchi cabbage(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*). *Korean J. Agric. For. Meteorol.* 17: 333-339.
- Eum, H. L., Bae, S. J., Kim, B. S., Yoon, J. R., Kim, J. K., and Hong, S. J. 2013. Postharvest Quality Changes of Kimchi Cabbage Choongwang Cultivar as Influenced by Postharvest Treatments. *Hortic. Sci. Technol.* 31: 429-436.
- 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.
- Lee, J. S., Park, S. H., Lee, Y. S., Lim, B. S., Yim, S. C., and Chun, C. H. 2008. Characteristics of growth and salting of Chinese cabbage after spring culture analyzed by cultivar and cultivation method. *Korean J. Food Preserv.* 15: 43-48.
- National Institute of Agricultural Sciences (NIAS). 2012. Criteria for fertilizers prescribing to crops. NIAS, Suwon, Korea.
- Rural Development Administration (RDA). 2003. Manual for agricultural investigation, RDA. Suwon, Korea.
- Lee, J. Y. 2004. A simplified method to evaluate major quality factors and its application to determine inheritability of tissue firmness and total soluble solids in Chinese cabbage. M.S. Thesis, Chung-Ang Univ., Ansung, Korea.
- 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.
- Lee, J. S. 2020. Comparison of growth and freshness characteristics as affected by CO₂ treatment during cultivation on radish sprout vegetable. *Korean J. Package Sci. Tech.* 26: 105-112.
- Bark, D. E., Yoon, Y. N., Woo, Y. J., Cheung, G. H., Hwang, S. B., Park, S. H., Jeong, J. Y., Shin, C., Choi, D. S., Lim, J. H., Park, S. E., and Lee, J. S. 2015. Freshness comparison of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in accordance with storage and packaging method on high-temperature period. *Korean J. Package Sci. Tech.* 21: 1-6.
- 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 (*Lactuca sativa* L. cv. Cheongchima) during low temperature storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 31: 210-224.
- Lee, J. S. 2018. Growth and salting properties influenced by culture methods, cultivars and storage packaging of kimchi cabbage (*Brassica rapa*) in spring. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 45: 623-634.
- Rural Development Administration (RDA). 2017. Kimchi cabbage. RDA, Wanju, Korea.
- Kim, B. S., Kim, M. J., Kim, O. W., and Kim, G. H. 2001. Quality changes of winter Chinese cabbage by different packing and loading during cold storage. *J. Korean Soc. Postharvest Sci. Technol. Agri. Products.* 8: 30-36.
- Eum, H. L., Kim, B. S., Yang, Y. J., and Hong, S. J. 2013. Quality evaluation and optimization of storage temperature with eight cultivars of kimchi cabbage produced in summer at highland areas. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31: 211-218.
- Park, K. W., and Kim, M. Z. 1985. Influence of cultivar and storage period on the quality of Chinese cabbage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26: 299-303.
- Choi, S. G., and Rhee, C. 1995. Effects of freezing rate and storage temperature on the degree of retrogradation, texture and microstructure of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 783-788.
- 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 Hort. Plant Fac.* 26: 235-241.
- 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.
21. Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R.O., and Lajolo, F.M. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.* 83: 167-173.
22. Harker, F.R., Kupferman, E.M., Marin, A.B., Gunson, F.A., and Triggs, C.M. 2008. Eating quality standards for apples based on consumer preferences. *Postharvest Biol. Technol.* 50: 70-78.
23. Hong, Y.P., An, C.G., Bae, D.H., Jo, M.A., Eum, H.L., Jo, M.C., and Yang, E.Y. 2009. *Postharvest technology manual of bell pepper*. Nonghyup, Seoul, Korea.
24. 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.
25. Lee, Y.J., Lee, H.O., Kim, J.Y., and Kim, B.S. 2017. Effect of various loading methods on freshness of spring kimchi cabbage. *J. Korean Soc. Food Cult.* 32: 303-310.

투고: 2021.04.04 / 심사완료: 2021.04.17 / 게재확정: 2021.04.19