

PLANT & FOREST

Growth and salting properties influenced by culture methods, cultivars and storage packaging of kimchi cabbage (*Brassica rapa*) in spring

Jung-Soo Lee*

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

*Corresponding author: ljs808@korea.kr

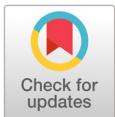
Abstract

This experiment was conducted to determine the effects of the pre- and post-harvest variable factors on the processed product of kimchi cabbage. Two kimchi cabbage cultivars, namely 'Chungwang' and 'Dongpung,' were grown in a field and under a plastic greenhouse condition and stored at 5°C after harvesting with and without low-density polyethylene (LDPE) film packaging. Growths were determined after harvesting while salting characteristics were determined after the processing and storage. The results show that the height, weight and leaf thickness were higher in kimchi cabbages grown in the greenhouse than those grown in the field. The plastic house culture increased the kimchi cabbage growth of the head weight, head height and leaf thickness compared with that of the open field culture. However, the osmolality and firmness were higher in the outdoor cultivated kimchi cabbages. Kimchi cabbage packed in film covered sacks and stored at 5°C showed lower weight loss than unpacked cabbages during storage. Salt concentration and pH were also affected by the different pre- and post-harvest factors after salting the kimchi cabbages. Salt concentrations of the kimchi cabbage were influenced by various factors such as the cultivars, cultivation methods and storage covering. Though the present findings showed a limited difference in salt concentration and pH between the cultivars of kimchi cabbages, this study suggests that there is a relationship between processed agricultural products and their pre- and post-harvest methods.

Keywords: culture method, greenhouse cultivation, outdoor culture, pre-and post-harvest characteristics, quality

Introduction

배추(*Brassica rapa*)를 절였을 때 나타나는 차이에 대해, 가공 공정뿐만 아니라 원물에서부터 특성 검토가 요구되고 있다. 배추를 절이는 것은 김치를 만드는 첫 단계(Woo and Koh, 1989; Kim et al., 2007a; Ku et al., 2013)로 가공 과정 외에 복합적인 요인이 품질 특성에 영향을 미친다(Lee et al., 2007;



OPEN ACCESS

Citation: Lee JS. 2018. Growth and salting properties influenced by culture methods, cultivars and storage packaging of kimchi cabbage (*Brassica rapa*) in spring. Korean Journal of Agricultural Science. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20180090>

DOI: <https://doi.org/10.7744/kjoas.20180090>

Received: July 18, 2018

Revised: December 3, 2018

Accepted: December 6, 2018

Copyright: © 2018 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Lee et al., 2008). 그러나 절임 전 배추 원물이 가공 전까지 다양한 요소가 영향을 끼치지만(You, 2005; Cho et al., 2017), 생산 요인에서부터 저장 후 가공까지의 전체에 대한 고찰이 미흡하다. 따라서 수확 전·후의 일련 과정에 대한 유기적인 연구가 필요하다.

절임으로 이용되는 배추는 엽채류에서 기간 채소로 중요한 작물이며, 작형에 따른 품종 분화와 생산 및 저장 기술 발달로 주년 공급이 가능하다(Ku et al., 2013; Kim et al., 2015; KREI, 2017; RDA, 2017). 배추의 생산은 작형별로 산지가 이동하며 생산되는데, 봄철에는 봄배추 품종으로 공정 육묘 및 시설 재배를 통해 생산하고, 여름철에는 고랭지로 이동하여 재배하며, 가을철에는 전국적으로 노지에서 재배되고, 겨울철에는 해남지역에서 월동배추 품종을 이용하면서 지속적으로 생산되고 있는데 생산이 어려운 단경기에는 저장시설을 이용한 관리기술의 발전으로 연중 공급이 가능해졌다(Han and Lee, 2013).

배추를 이용한 김치제조는 절임과 발효과정으로 대별될 수 있는데, 절이는 과정은 세포막 파괴와 삼투압 현상이 중요한 물리적 현상 등으로 인해 후에 배추에 양념과 미생물 혼입을 용이하게 하며, 절임 이후 발효과정은 미생물과 화학적 변화를 유발한다(Kim et al., 1988; Ku et al., 1988; Yoo, 1996).

절임배추에 대해서는 염농도, 절임 시간과 공정 등의 특성에 따른 다양한 연구가 보고 되었는데(Han, 1994; Lee et al., 1994; Song et al., 1995; Kim, 1997; Ku et al., 1997; Han et al., 1998b; Lee et al., 2013a). 절임배추의 품질은 가공 방법뿐만 아니라 가공 전 배추의 품질 차이에 의해 영향 받을 수 있다(Lee et al., 2008; Lee et al., 2013a; Cho et al., 2017). 배추는 다양한 품종과 생산법, 재배 지역의 구배로 지속적 공급은 가능해졌으나 동일한 품질의 농산물 수급은 오히려 어려워졌다. 그러므로 원물 차이에도 불구하고 동일한 가공 과정을 적용할 수 있는지에 대한 연구가 필요하다. 이러한 가공적 차이에 대한 연구는 품종과 같은 고정적 요인에 대해 연구가 이루어졌으나(Han et al., 1998a; Kim et al., 2000), 재배 방법이나 환경요인, 저장 방법을 달리한 수확 후 관리 방법의 차이에 따른 가변적인 요인이 절임배추에 미치는 영향에 대해서는 연구가 많지 않다. 따라서 배추의 재배 조건과 같은 수확 전 요인뿐만 아니라 수확 후 저장 조건 등이 가공 전에 나타나는 특성에 대한 고찰이 요구된다.

본 연구에서는 김치 제조를 위해 품종과 재배 방식, 저장법에 따라 절인 후에 나타나는 특성에 대한 기초 자료를 얻고자 수행하였다. 배추 절임 가공에 영향을 미치는 원재료의 차이와 발생 요인을 고찰하여 가공 시 일률적인 공정보다는 배추의 원물 특성에 따라 공정을 달리 적용해야 되는 이유를 구명하고자 하였다.

Materials and Methods

배추의 품종 및 재배 방법

배추의 품종과 재배 방법에 따른 생육 특성을 검토하고자 실험 재료는 ‘춘광’(Sakata Korea, Seoul, Korea)과 ‘동풍’(Seminis seed, Seoul, Korea)을 이용하였으며 재배 방식은 노지 재배와 시설 재배(비닐하우스 재배)로 나누어 실시하였다. 실험은 국립원예특작과학원 시험 포장에서 실시하였으며 시설에서 이용한 비닐하우스는 두께 0.08 mm의 Polyethylene (PE) 필름을 피복한 ‘농가보급형 온실 1-2 W 형’ 연동형에서 재배하였다.

배추 재배 방법 시 파종은 3월 17일에, 정식은 4월 16일에, 수확은 6월 11일에 노지와 시설재배를 동일하게 하였다. 파종은 162 공 플러그 트레이에 시판 육묘용 상토를 사용하였으며, 정식 간격은 70 × 40 cm로 평 이랑에 2조식으로 하였다. 토양특성은 사양토로서 재배 전 시설 토양의 pH는 6.5와 EC는 0.7 mS · cm⁻¹이었으며, 노지 재배는 pH는 6.2, EC는 1.2 mS · cm⁻¹이었다. 시비는 작물별 처방 기준에 따라(NIAS, 2012) 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. 노지 및 시설 내의 환경은 측정하지 못하였으나 광 환경은 시설 내부가 노지보다 보통 30 - 40% 정도 낮으며, 시설내의 주간 온도는 높으나 야간에는 가온을 하지 않으면 외부 온도와 같은 것으로 알려져 있다(Park, 1993; Ku et al., 1998; Kim et al., 2010; Lee et al., 2013b; Choi et al., 2014).

저장 방법

품종과 재배 방식이 다른 배추를 이용하여 저장 방법을 파렛트 단위에 low density polyethylene (LDPE) 필름 포장 여부에 따라 포장과 무포장으로 구분하였다. 배추는 시험포장에서 수확 즉시 품질이 양호한 것들을 선별하여, 저온 저장고에서 농산물유통상자(66 cm × 46 cm × 22 cm, National plastic company, Ansan, Korea)에 담아 적재하였다. 저장 시 배추 포장은 농산물유통상자에 3포기씩 넣어 파렛트 단위로 쌓아 적재하였다. 포장은 LDPE (두께: 0.03 mm, 유공(Φ): 8 mm × 4 개/m², C&K professional pakage, Seoul, Korea) 필름을 덮어 저장하였다. 저장 시 저온 저장고의 온도는 5 ± 1°C이었다.

생육 및 특성 조사

배추의 생육 조사는 농촌진흥청 조사기준표(RDA, 2003)에 따라 구중·구고·구폭·엽두께를 조사하였다. 경도는 Lee (2004)의 결과를 참고로 하여 절구된 배추의 겉잎으로부터 10 - 15번째 잎의 중륵 부위를 물성측정기(Texture analyzer TA PLUS, AMETEK Test & Calibration Instruments, Fareham, UK)로 직경 5 mm plunger를 이용하여 탐침법(probing)으로 측정하였다. 엽함량, pH 및 삼투물 농도(osmolality)는 배추 잎의 중륵 부위를 균질기로 마쇄한 다음 즙액을 짜서 이용하였다. 엽분은 엽분 농도계(NS-3P, Merbabu, Japan)로 측정하였으며, pH는 pH 측정기(TP-93, Tokyo Chemical Laboratories, Japan)로 하였고, 삼투물 농도는 Vapro pressure osmometer (5520, Wescor Inc., Logan, USA)로 측정하였다.

염장 특성

생육과 저장이 동일한 배추를 소금에 절여 염장 특성을 조사하였다. 염장법은 배추를 정선한 후에 2등분하여 천일염(Boram Food Co., Busan, Korea)으로 만든 10% 간수에 배추를 세척 하고 배추 잎 사이에 소금(배추 생체중량의 3%)을 일정하게 뿌려 12시간 절인 후에 깨끗한 물에 세척을 한 후에 4시간 동안 탈수하여 실험에 이용하였으며, 엽분 농도 및 pH, 삼투물 농도를 조사하였다.

통계 분석

재배와 수확후 실험 처리는 4반복으로 하여 통계처리를 하였다. 재배방법과 품종에 대한 생육 특성분석은 2²요인분석으로, 재배방법과 품종과 포장여부에 대한 절임특성은 3²요인분석을 실시하였으며, 통계분석은 SAS (ver. 9.2, SAS Inc., USA)를 이용하였다.

Results and Discussion

생육과 외관 특성

배추는 재배 방법에 따라 생육 차이를 보였으며, 조성물의 농도 및 배추 형태, 세포 모양에서 차이를 나타냈다. 배추는 시설재배로 비닐하우스에서 재배한 것이 구중과 엽두께 등의 생육뿐만 아니라(Table 1), 외형에서 생육량이 더 큰 것으로 나타났다(Fig. 1). 생육 특성 외에 삼투물 농도에서는 시설 내 재배 배추가 조성물 함량이 낮고, 경도가 낮으며 (Table 1), 세

포 형태에서도 다소 성긴 구조를 보였다(Fig. 2).

생육 특성에서 구중은 재배 방법에 따라 시설 재배에서 재배한 배추가 2,344 - 2,610 g이고 노지는 1,789 - 2,209 g으로 시설 재배한 것이 노지 재배보다 무거운 것으로 나타났다. Lee et al. (2008)은 배추에서 수량과 관계가 깊은 구중이 재배 방법에 따라 차이를 보인다고 하였는데, 본 논문에서도 재배 방법에 따라 시설 재배가 노지 재배보다 큰 것으로 나타났다. 구고는 재배 방법에 따라 생육 차이를 보였으나 구폭은 차이를 보이지 않았다. 구고는 시설 내에서 재배한 것이 26.2 - 26.4 cm이고 노지는 24.1 - 25.1 cm로, 배추의 구고도 구중과 같이 시설 재배가 노지 재배 보다 큰 것으로 나타났다. 엽두께는 재배 방법에 따라서 비닐 하우스내의 시설 재배가 6.2 - 6.7 mm으로 노지의 5.9 - 6.1 mm보다 컸으며, 품종에 따라서 ‘춘광’이 6.1 - 6.7 mm이고 ‘동풍’이 5.9 - 6.2 mm로 차이를 보였다. 배추에서 엽두께와 같은 생육 차이는 품종별로도 나타나지만 재배 방법에 따른 가변적인 생육 환경에 따라서도 차이를 보였다. 재배 방법에 따른 엽두께 차이는 시설 재배가 노지 재배보다 양적으로 생육이 증가한 결과로 보인다. 경도에 있어서는 품종과 재배 방법, 그리고 이들 간의 상호작용에 의해 차이를 보였다. 배추 재배 방법에 따른 경도는 노지 재배가 20.6 - 27.5 N으로 시설 재배의 17.7 - 18.9 N보다 더 단단한 것으로 나타났다. 품종에 따라 ‘춘광’이 17.7 - 20.6 N이고 ‘동풍’이 18.9 - 27.5 N으로 차이를 보였다. 재배 방법에 따른 품종의 차이는 노지 재배의 ‘동풍’이 27.5 N으로 높았으며 비닐하우스에서 재배한 ‘춘광’이 17.7 N으로 낮은 것으로 나타났다. 경

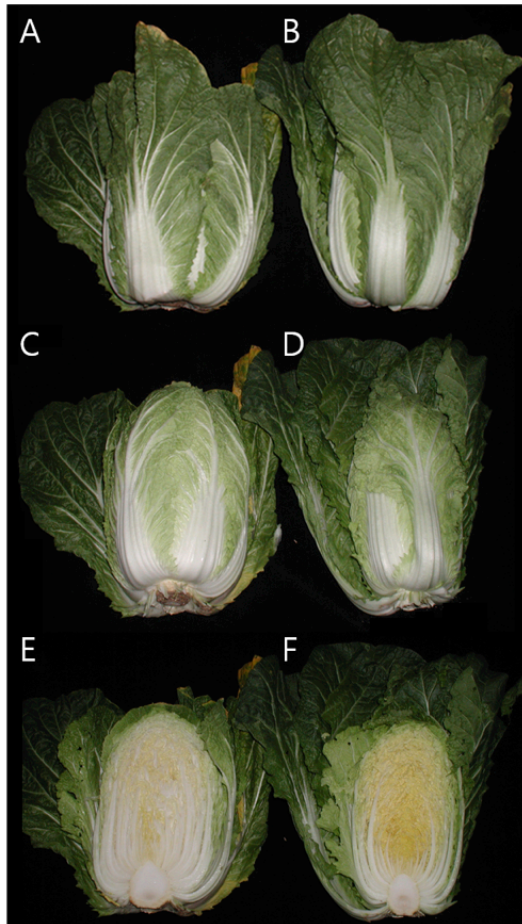


Fig. 1. Appearance of ‘Chungwang’ kimchi cabbage as affected by cultivation methods under plastic house and open field culture. (A) Outside plant appearance of plastic house culture before trimming, (B) Outside plant appearance of open field culture before trimming, (C) Outside head appearance of plastic house culture, (D) Outside head appearance of open field culture, (E) Inside head appearance of plastic house culture, (F) Inside head appearance of open field culture.

도에서 품종에 따른 차이도 있지만 재배 방법에 따른 생육 환경 차이는 생육량이 많았던 시설 재배보다는 노지 재배가 구조적으로 단단한 구성을 이루는 것으로 보인다. 삼투물농도에 있어서 노지 재배가 $895 - 1,073 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 시설 재배의 $308 - 309 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 보다 높은 경향을 보였으나, 수분함량에 있어서는 배추 재배 방법이나 품종에 따라 차이를 보이지 않았다. Lee et al. (2005)의 결과에서 재배 방식에 따른 수분은 스트레스 상태가 아니면 정상적인 생육 상태에서 차이를 확인하기 어렵다고 하였는데, 본 연구에서도 배추의 재배 방법에 따라서 같은 결과를 보였다.

Fig. 1에서 배추의 외관을 보면 시설재배한 것이 노지에서 재배한 것보다 크기가 큰 것으로 나타났다. ‘춘광’배추는 재배 방법에 따른 외관의 형태적 특징을 살펴보면, 시설 내에서 재배한 것이 배추 결구 형태가 큰 것으로 보이나, 결구 내부(속잎)의 노란빛은 전체적으로 노지 재배에 비해 색상이 열어지는 양상을 보여주었다.

Fig. 2에서 배추 재배 방법의 차이로 인해 생육뿐만 아니라 세포의 구조적 형태도 달라지는 것으로 나타났다. 시설 재배 배추는 내부의 세포 크기가 크고 노지보다 도관의 구조가 영성한 형태를 보였다. 이는 Lee et al. (2008)의 결과에서 배추의 재배 방법에 따라 시설 재배를 통해 생육량이 커지나 엽수와 같은 질적 증가에 차이가 없다고 하였는데, 본 연구에서도 Fig. 2와 같이 배추의 외형적인 생육 차이는 단일 세포 크기와 같은 양적인 크기가 커졌으나 조직은 연약한 형태인 것으로 생각된다. Fig. 1에서 재배 방법 별 크기의 차이는 Table 1의 엽두께 차이로 인해 시설 재배 배추가 더 커지는 것을 확인하였는데, 이는 Fig. 2에서 세포 크기가 생육의 차이에도 영향을 미친 것으로 보인다.

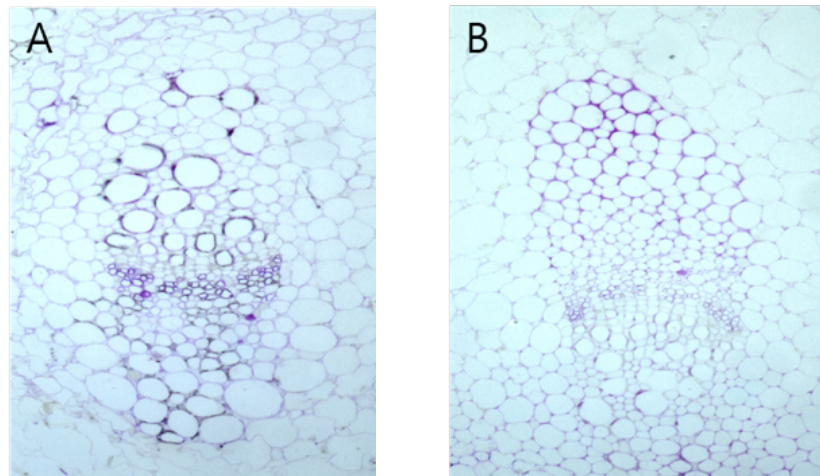


Fig. 2. Cross section of vascular bundle on ‘Chungwang’ kimchi cabbage as affected by cultivation methods: Under plastic house and open field culture ($\times 200$). (A) Kimchi cabbage vascular bundle of midrib on plastic house culture, (B) Kimchi cabbage vascular bundle of midrib on open field culture.

Table 1. Growth, moisture content, osmolality and firmness of two kimchi cabbage cultivars as affected by cultivation methods.

Culture methods (A)	Cultivars (B)	Head			> Leaf > thickness > (mm)	Moisture content (%)	Osmolality ($\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Firmness (N)
		Height (cm)	Width (cm)	Weight (g)				
Plastic house culture	Chungwang	26.2	14.0	2,610	6.7	93.5	308	17.7
	Dongpung	26.4	15.4	2,344	6.2	93.4	349	18.9
Open field culture	Chungwang	24.1	13.4	2,209	6.1	93.6	895	20.6
	Dongpung	25.1	17.0	1,789	5.9	92.6	1,073	27.5
A		*	NS	*	*	NS	**	**
B		NS	NS	NS	*	NS	NS	**
A \times B		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*

NS, not significant at $p = 0.05$; *, significant at $p = 0.05$; **, significant at $p = 0.01$.

생체중량 변화

배추 저장 중에 생체중량 변화는 품종별 재배 및 포장 방법에 따라 영향을 받은 것으로 보인다. Fig. 3에서 배추의 생체중량 감소는 재배 방법에 따라서 시설 재배한 것이 노지 재배보다 큰 것으로 보이며, 포장 방법에 따라서는 농산물 유통 상자의 무포장이 필름 피복한 것보다 큰 경향을 보였으나 품종에 따른 경향은 언급하기 어려웠다. 배추 저장 30일째에 생체중량 감소율은 저장 중 배추 개체 간의 차이로 인해 유의차를 보이지 않았지만, 재배 방법에 따라서 노지 재배한 배추가 1.4 - 2.9%이며, 시설 재배는 2.8 - 5.8% 이었다. 생체중량은 포장여부에 따라서 파렛트에 LDPE 필름으로 덮어 피복한 것이 1.4 - 3.3%이며 무포장으로 단순 적재가 2.7 - 5.8%이었다. 품종에 따라서는 ‘춘광’이 1.9 - 5.8% 이며 ‘동풍’이 1.4 - 5.8%인 것으로 나타났다.

Eum et al. (2013)과 Park and Kim (1985)은 배추 품종에 따라 저장 특성 중 생체 변화에 차이가 있다고 보고하였지만, 본 실험에서 품종에 따라서는 차이를 언급하기 어려웠다. 반면에 저장 중 생체중량 감소에서 재배 방법 또는 저장 시 포장 여부에 따른 영향을 확인할 수 있었다. Kim et al. (2001)은 배추에서 중량 감소가 저장고의 공기와 증기압차에 의해 건조되며, 증발에 의해 표면이 응결 제습 되어 일어난다고 하였는데, 본 실험에서도 배추 저장 동안에 LDPE 필름을 이용하여 피복함으로써 수분 감소를 방지하여 생체중량 감소가 낮은 것으로 보인다.

배추는 재배 방법의 차이에 따라 생육과 외형, 내부 형태에 차이를 보였으며, 저장 중에도 영향을 받는 것으로 보인다. 또한 저장 중 포장 여부에 따른 영향도 확인되어, 저장 조건과 재배적 요인이 모두 지속적으로 작용 받는 것으로 보인다.

저장 중의 원물에 따른 차이를 실험과 같이 비교 대상이 있으면 변화 차이 원인을 추측할 수 있겠으나, 생산 현장에서 이를 확인하기는 어려우므로 생산 이력제 활용에 의해 차이를 확인할 수 있을 것으로 생각된다(Kim et al., 2007b). 본 논문을 통해 생산뿐만 아니라 저장 등 모든 과정을 포함한 농산물 이력제 활용이 필요할 것으로 사료된다.

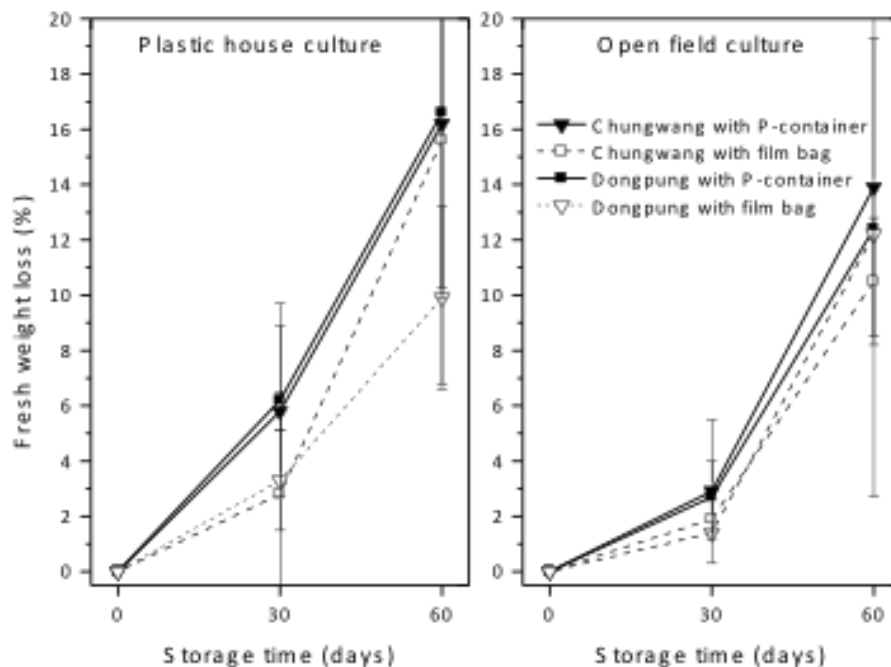


Fig. 3. Fresh weight loss of ‘Chungwang’ and ‘Dongpung’ kimchi cabbage as affected by cultivation methods and packaging during storage at 5°C.

절임 특성

절임배추는 품종과 재배 방법과 같은 수확 전 요인뿐만 아니라 수확 후의 저장 조건에 따라서도 영향을 받았다. Table 2에서 절임배추는 절임 전의 품종과 재배 및 저장 방법에 따라 염함량과 pH에서 차이를 보였는데, 염함량은 품종 외에 재배 방법별 저장 방법에서 유의차를 보였으며, pH는 품종과 재배 방법에 따라 각각 유의 차를 나타냈다.

절임 후 염함량에 따른 차이를 보면 품종별로 ‘동풍’은 0.9 - 1.8%이고 ‘춘광’이 0.8 - 1.4%로써 ‘동풍’의 염농도가 다소 높은 것으로 나타났다. 재배 방법에 따른 저장 조건에의 염농도는 시설 재배 후 농산물유통상자로 단순 적재 저장이 1.4 - 1.8%로 가장 높았고, 시설 재배 한 후 LDPE필름으로 피복한 것이 1.2 - 1.4%이었으며, 노지 재배 후 박스에 무포장 한 것이 0.9 - 1.1%이었고, LDPE필름으로 저장한 것이 0.8 - 1.3% 순으로 나타났다. Kim (1997)과 Lee et al. (2011)은 배추 절임 시 염농도에 영향을 주는 요인으로는 배추의 종류, 소금 농도 및 절임 시간과 온도에 의해 영향을 받는다고 하였으며, Lee et al. (2008)은 그 외에 재배 방법에 의해서도 영향을 받는다고 하였는데, 본 실험에서는 수확 전 재배 방법 이외에 저장 방법과 같은 수확 후 요인에 의해서도 가공 시 절임에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 절임 후의 차이가 나는 것은 세포가 이루는 조직의 형태적 차이로 인해 작물의 생육에 영향을 미칠 뿐만 아니라 가공 후 특성에도 영향을 주는 것으로 보인다. 절임배추에서 염도는 김치의 품질 요소인 맛·냄새·조직감에 상관관계가 높아 중요한 인자로 생각되는데(Cho and Rhee, 1979; Han and Seok, 1996), 절임배추의 염농도는 2 - 3% 사이가 김치에서 기호도가 높은 것으로 보고되었다(Park et al., 1994; Cho et al., 1998a; Lee et al., 2009). 본 실험에서의 배추절임 농도가 수확 전·후 요인에 의해 영향을 받은 것으로 확인되었으나, 절임배추의 염농도는 이보다는 낮은 농도로 나타나서 원물의 생산 또는 저장 이력에 따라 가공 시 염 농도 처리를 조절해야 할 것으로 보인다. Table 2의 배추절임 시 품종과 재배 방법에 따른 pH 변화에서, 품종별로는 ‘동풍’이 5.4 - 5.5이고 ‘춘광’이 5.0 - 5.5로 ‘동풍’이 다소 낮은 경향을 보였고, 재배 방법에 따라서는 시설 재배에서 pH 범위가 5.4 - 5.5에 평균이 5.5이고 노지 재배의 5.0 - 5.6으로 평균이 5.3으로 노지 재배 배추의 pH가 더 낮은 것으로 나타났다. 배추의 pH는 절임 후에 부재료와 혼합하면서 낮아지는데 4.2 - 4.4 범위에서 가장 적당한 것으로 알려져 있으나(Lee et al., 2014), 본 실험의 배추는 이보다는 높게 나타났다. 삼투물 농도에 있어서 유의차가 없지만 시설 재배의 ‘동풍’ 배추가 삼투물 농도가 높은 경향을 보였다.

Table 2. Salted kimchi cabbage characteristics such as salt concentration, pH, and osmolality as affected by cultivation and storage methods.

Culture methods (A)	Cultivars (B)	Storage methods (C)	Salt concentration (%)	pH	Osmolality (mmol·kg ⁻¹)
Plastic house culture	Chungwang	Non covering	1.4	5.5	817
		Film covering	1.2	5.4	733
	Dongpung	Non covering	1.8	5.5	1,171
		Film covering	1.4	5.5	1,005
Open field culture	Chungwang	Non covering	1.1	5.0	827
		Film covering	0.8	5.3	618
	Dongpung	Non covering	0.9	5.4	648
		Film covering	1.3	5.6	856
A			NS	*	NS
B			*	*	NS
A × B			NS	NS	NS
C			NS	NS	NS
A × C			*	NS	NS
B × C			NS	NS	NS
A × B × C			NS	NS	NS

NS, not significant at $p = 0.05$; *, significant at $p = 0.05$; **, significant at $p = 0.01$.

전통 식품인 김치를 만들기 위해 가공 시 절임배추의 원재료 품질 차이의 원인에 대한 연구가 많이 있지만(Lee et al., 2008), 본 연구는 품종 및 재배 방법과 같은 수확 전 요인뿐만 아니라 저장 방법의 차이에 의해서도 절임 시 염 함량에 영향을 미치는 것을 관찰하였다. 절임배추 가공 시까지의 특성 변화는 생산에서부터 관련된 가변적이고 우연적인 조건들이 순차적으로 모여, 수많은 원인이 연결되어 구성된 것으로 보인다. 재배환경이나 저장법과 같은 가변적 요인에 대해 차이를 관찰할 수 있었지만, 변화요인에 대한 확인만으로는 생산과 수확 후 관리에 대한 가이드 라인을 제시하거나 정형화하기에는 부족하다. 김치를 가공하기 위한 표준화 작업이 이루어져 있으나(Cho et al., 1997; Cho et al., 1998b; Hwang, 2006), 향후에는 원재료의 특성에 따라 규격화하기 위해서 수확 전·후까지도 일괄적 체계에서 관리가 필요할 것으로 보인다(Kim et al., 2007). 수확 전·후 요인별 배추의 영향을 주는 원인에 대한 고찰뿐만 아니라, 가공·유통 시까지 과정을 이력제를 통해 차이를 이해함으로써, 향후에 원산물 차이에 의한 품질 변화를 미리 판단하여 생산물의 가치를 개선할 수 있을 것으로 판단된다. 본 논문을 통해 수확 후 관리는 재배에서뿐만 아니라 저장·유통을 포함한 가공까지도 일괄적으로 관리되어야 한다는 판단을 내릴 수 있도록 데이터를 확보하고자 하였으며, 향후에 저장성이나 가공에 영향을 미치는 원재료 특성에 대한 연구와 검토로 김치 산업에서 배추의 보다 높은 품질 관리를 기대할 수 있는 시스템으로의 변화를 기대한다. 따라서 이를 조절 또는 보완하기 위해서는 지속적인 연구를 통해 결과를 객관화하여 특성을 계량화할 필요가 있다.

Conclusion

배추 품종과 재배 및 저장 방법에 따른 원물 차이가 배추 절임 시 미치는 영향을 구명하고자 하였다. 배추를 재배 방법(노지 및 시설재배) 및 품종(‘춘광’과‘동풍’)에 따른 생육 특성과 수확 후 저장 방법(포장 여부)에 따라 저장 후(5°C, 60일간)에 수확 전·후 요인에 따른 절임 특성을 조사하였다. 수확 후 생육은 시설재배한 배추가 구중 및 겉구크기, 엽두께, 함수량 등에서 높은 경향을 보였으며, 노지 재배한 배추는 품종에 따라 다르지만, 중륙의 경도에서 높아지는 경향을 보였다. 배추 품종별로 재배 방법에 따른 특성은 시설 내에서 재배한 것이 구중 등이 커져 생육량이 증가하는데, 경도나 삼투물 농도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 시설재배를 함에 따라 엽두께나 구중과 같은 양적인 생육은 증가하지만, 삼투물 농도나 경도가 낮은 것으로 보아 구조나 내부 구성물 등이 노지 재배보다 연약하거나 함량이 낮은 것으로 보인다. 따라서 배추 재배 방법 중 시설 재배의 생육량은 엽두께와 같이 부피가 증가하였지만 경도 등에 차이를 보이지 않아 질적인 차이까지 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다.

저장 중 생체중량 변화에서 유의 차이는 구별되지 않았지만 재배 조건에 따른 저장 방법에서 생체중량 변화는 시설 재배가 노지 재배보다 크고 포장 여부에 따라 무포장이 큰 경향을 나타냈다. 저장 시 생체중량 감소는 포장 방법뿐만 아니라 저장 전에 수확 전 요인이 영향을 미치는 것으로 보인다.

배추를 절임 때에 염농도나 pH에서 품종에 따른 차이뿐만 아니라 재배 조건과 이에 따른 저장 방법에 따라서도 영향을 받는 것으로 나타났다. 본 실험의 결과 배추의 절임 시 수확 전·후의 요인에 의해 절였을 경우, 특성이 달라질 수 있음을 확인하였다.

농산물에 대해 품종이나 재배 기술 개발은 생산성 위주의 연구였으나, 향후에는 양적 생산보다 최종 생산품의 품질이나 가공성을 높이기 위한 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 많은 데이터를 수집하여 본 실험에서 확인한 가변적 요인의 차이점을 정형화하여 개선 방법에 대해 모색해야 되는 것으로 생각된다.

본 연구를 통해 배추에서 품종과 재배 방법뿐만 아니라 저장 방법에 따라 가공 시 절임배추에 미치는 영향을 확인하여, 수확 전 요인은 수확 후 저장뿐만 아니라 가공 시까지 유기적 관계를 확인하였다. 따라서 원예 산물은 생산뿐만 아니라 최종 산물의 저장까지도 일괄적으로 관리해야 된다는 인식의 전환이 필요하다.

Acknowledgements

본 성과물(논문)은 농촌진흥청 국립원예특작과학원의 연구사업(PJ010194, PJ003818)인 ‘원예특용작물 최적 유통 시스템 구축을 위한 손실률 모니터링 연구’와 ‘재배환경에 따른 채소류의 수확후 품질 및 저장유통 개선 연구’의 일부 지원으로 이루어졌습니다. 본 란을 통하여 작물을 관리해주신 이상남 님·김향배 님, 시료를 제공해주신 박수형 님, 촬영에 협조해주신 도경란 님, 통계분석을 도와주신 이해림 님, 그 외에 실험에 도움을 주신 이영미 님, 권진현 님, 조수경 님, 우예진 님에게 감사를 드립니다.

References

- Cho EJ, Lee SM, Rhee SH, Park KY. 1998a. Study on standardization of Chinese cabbage Kimchi. Korean Journal of Food Science and Technology 30: 324-332. [in Korean]
- Cho EJ, Rhee SH, Park KY. 1997. Standardization of ingredient ratios of Chinese cabbage Kimchi. Korean Journal of food Science and Technology 29:1228-1235. [in Korean]
- Cho EJ, Rhee SH, Park KY. 1998b. Standardization of kinds of ingredient in Chinese cabbage Kimchi. Korean Journal of Food Science and Technology 30:1456-1463. [in Korean]
- Choi MK, Yun SW, Kim HT, Lee SY, Yoon YC. 2014. Field survey on the maintenance status of greenhouses in Korea. Protected Horticulture and Plant Factory 23:148-157. [in Korean]
- Cho SD, Lee EJ, Bang HY, Kim BS, Kim GH. 2017. The effects of spring Kimchi cabbage pre-treatment and storage conditions on Kimchi quality characteristics. Korean Journal of Horticultural Science Food Technology 35:747-757. [in Korean]
- Cho Y, Rhee HS. 1979. A study on flavors taste components in Kimchis. Korean Journal of Food Science and Technology 11:26-31. [in Korean]
- 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 Journal of Horticultural Science and Technology 31:211-218. [in Korean]
- Han ES. 1994. Quality changes of salted Chinese cabbage by packaging methods during storage. Korean Journal of Food Science and Technology 26:283-287. [in Korean]
- Han ES, Seok MS. 1996. Improvement of salting process of Chinese cabbage in Kimchi factory. Food Industry and Nutrition 1:50-70. [in Korean]
- Han ES, Seok MS, Park JH. 1998a. Quality changes of salted Baechu with packaging methods during long term storage. Korean Journal of Food Science and Technology 30:1307-1311. [in Korean]
- Han ES, Seok MS, Park JH. 1998b. Change of characteristics in salted Baechu (Chinese cabbage) and its exudate during long term storage. Korean Journal of Food Preservation 5:165-169. [in Korean]
- Han GS, Lee RH. 2013. A proposal to advance and analyze the real state of logistics and distribution in radish and Chinese cabbages. Korean Journal of Food Marketing Economics 30:67-95. [in Korean]
- Hwang HJ. 2006. The technical and administrative strategy for the globalization of Kimchi. Food Industry

and Nutrition 11:13-18. [in Korean]

- Kim BS, Nahmgung B, Kim MJ. 2001. Effect of packaging and loading conditions on the quality of late autumn Chinese cabbage during cold storage. *Journal of the Korean Society of Post-harvest Science and Technology Agricultural Products* 8:23-29. [in Korean]
- Kim HC, Choi JH, Lee SW, Lee JH, Bae JH. 2010. Change of internal temperature and humidity according to kind of covering materials in sweet pepper's greenhouse. *Journal of Bio-Environment Control* 19:1-5. [in Korean]
- Kim HO, Suh SR, Choi YS, Yoo SN, Kim YT. 2007a. Optimal condition for mechanized salting process of salt-inserting method for winter cabbage to produce Kimchi. *Korean Journal of Food Preservation* 14:695-701. [in Korean]
- Kim JY, Lee EJ, Park SK, Choi GW, Baek NK. 2000. Physicochemical quality characteristics of several Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* Rupr.) cultivars. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 18:348-352. [in Korean]
- Kim SD. 1997. Preparation of Kimchi and salting. *Journal of the Korean society of Post-harvest Science and Technology Agricultural Products* 4:215-225. [in Korean]
- Kim SH, Yang JY, Kang SA, Chun HK, Park KY. 2007b. Current state and improvement for Korean Kimchi industry. *Food Industry and Nutrition* 12:7-13. [in Korean]
- Kim WJ, Ku KH, Cho HO. 1988. Changes in some physical properties of Kimchi during salting and fermentation. *Korean Journal of Food Science and Technology* 20:483-487. [in Korean]
- Kim YS, Shim KM, Jung MP, Choi IT. 2015. Study on meteorological factors affecting estimation of Chinese cabbage yield. *Journal of Climate Change Research* 6:277-281. [in Korean]
- Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1988. Some quality changes during fermentation of Kimchi. *Korean Journal of Food Science and Technology* 20:476-482. [in Korean]
- Ku KH, Song JG, Park GS. 1998. Characteristics on distribution of air temperature for watermelon cultivation in tunnel type greenhouse. *Protected Horticulture* 11:8-17. [in Korean]
- Ku KH, Jeong MC, Chung SK. 2013. Industrialization of salted Chinese cabbages and fresh-cut Chinese cabbage. *Food Science and Industry* 46:2-11. [in Korean]
- Ku YS, Kim MK, Kim MJ, Kim SD. 1997. Quality of Kimchi fermented with various salt concentration. *Korean Journal of Food Science and Technology* 9:65-69. [in Korean]
- KREI (Korea Rural Economic Institute). 2017. Agricultural outlook. KREI, Naju, Korea. [in Korean]
- Lee HW, Kim YS, Sim SY, Lee JW, Diop S. 2013b. Estimation of heat insulation and light transmission performance according to covering methods of plastic greenhouses. *Protected Horticulture and Plant Factory* 22:270-278. [in Korean]
- Lee IS, Lee YK, Kim HY. 2014. Physicochemical and sensory characteristics of Baechu kimchi using spicy hot flavor graded hot pepper powder. *Korean Journal of Food Science and Technology* 30:22-32. [in Korean]

- Lee IS, Park WS, Koo YG, Kang KH. 1994. Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. *Korean Journal of Food Science and Technology* 26:239-245. [in Korean]
- Lee JS, Choi JW, Chung DS, Lim CI, Park SH, Lee YS, Lim SC, Chun CH. 2007. Cold storage, packing and salting treatments affecting the quality characteristics of winter Chinese cabbages. *Korean Journal of Food Preservation* 14:24-29. [in Korean]
- Lee JS, Choi JW, Chung DS, Lim CI, Seo TC, Do GL, Chun CH. 2005. Effects of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars and cultivation methods on growth, quality, and shelf-life. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 23:12-18. [in Korean]
- Lee JS, Park SH, Lee YS, Lim BS, Yim SC, Chun CH. 2008. Characteristics of growth and salting of Chinese cabbage after spring culture analyzed by cultivar and cultivation method. *Korean Journal of Food Preservation* 15:43-48. [in Korean]
- Lee JY. 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., Ansong, Korea. [in Korean]
- Lee KH, Kuack HS, Jung JW, Lee EJ, Jeong DM, Kang KY, Chae KI, Yun SH, Jang MR, Cho SD, Kim GH, Oh JY. 2013a. Comparison of the quality characteristics between spring cultivars of Kimchi cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). *Korean Journal of Food Preservation* 20:182-190. [in Korean]
- Lee MK, Yang HJ, Woo HN, Rhee YK, Moon SW. 2011. Changes in the texture and salt content of Chinese cabbage using different salting methods. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrient* 40:1184-1188. [in Korean]
- Lee SW, Cho SR, Han SH, Rhee C. 2009. Effects of the low temperature and low salt solution on the quality characteristics of salted Chinese cabbage. *Korean Journal of Food and Nutrition* 22:377-386. [in Korean]
- NIAS (National Institute of Agricultural Sciences). 2012. Criteria for fertilizers prescribing to crops. NIAS, Suwon, Korea. [in Korean]
- Park GC. 1993. Standard model and characteristics of modernized greenhouse. *Protected Horticulture* 12:10-27. [in Korean]
- Park KW, Kim MZ. 1985. Influence of cultivar and storage period on the quality of Chinese cabbage. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 26:299-303. [in Korean]
- Park WS, Lee IS, Han YS, Koo YJ. 1994. Kimchi preparation with brined Chinese cabbage and seasoning mixture stored separately. *Korean Journal of Food Science and Technology* 26:231-238. [in Korean]
- RDA (Rural Development Administration). 2003. Manual for agricultural investigation, Suwon, Korea. [in Korean]
- RDA (Rural Development Administration). 2017. Kimchi cabbage. RDA, Wanju, Korea. [in Korean]
- Song EJ, Kim MS, Han JS. 1995. Effect of the salting of Chinese cabbage on taste and fermentation of Kimchi. *Korean Journal of Food Science and Technology* 11:226-232. [in Korean]
- You HN. 2005. Application of vacuum impregnated technology on salted Baechu and Kimchi. M.S. Thesis,

Dong-Guk Univ., Seoul, Korea. [in Korean]

Yoo YK. 1996. Microbial and chemical changes of Kimchies containing different ingredients during fermentation. Korean Journal of Food and Nutrition 9:289-293. [in Korean]

Woo KJ, Koh KH. 1989. A study on the texture and taste of Kimchi in various saltings. The Journal of Korean Society of Food and Cookery Science 5:31-41. [in Korean]