

월동 배추의 저온 저장 방법별 포장 및 염장 처리에 따른 품질 특성

이정수¹ · 최지원¹ · 정대성¹ · 임채일¹ · 박수형¹ · 이윤석² · 임상철³ · 전창후[†]

¹농촌진흥청 원예연구소, ²연세대학교 패키징학과, ³삼지대학교 농업과학교육원, 서울대학교 원예학과

Cold Storage, Packing and Salting Treatments Affecting the Quality Characteristics of Winter Chinese Cabbages

Jung-Soo Lee¹, Ji-Won Choi¹, Dae-Sung Chung¹, Chai-Il Lim¹, Su-Hyung Park, Youn-Suk Lee², Sang-Chul Lim³ and Chang-Hoo Chun[†]

Department of Horticultural Science, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

¹National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-706, Korea

²Packaging Department, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

³Farmer's Training Center, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

Abstract

Quality changes in winter Chinese cabbages were evaluated during low temperature storage. Fresh and salt-treated Chinese cabbages were put into (a) polyethylene (PE) film sacks (size: 40 cm × 60 cm, thickness: 0.03 mm, with four perforations each 8 mm in diameter), (b) plastic containers or (c) polypropylene (PP) nets and stored at 0°C. Also, Cabbages were also wrapped in newspapers and stored underground where the average temperature was 2.7°C. The weight loss rates of Chinese cabbages stored in PP nets and plastic containers were greater than those of cabbages stored with PE or wrapped in newspaper. Chinese cabbages wrapped in newspaper and stored underground needed much greater trimming compared to cabbages stored in other ways. The firmness and the soluble solid contents of Chinese cabbages were not affected by the various storage treatments. A better appearance was retained when Chinese cabbages were stored in PE film sacks. Chinese cabbages in PE film sacks stored at 0°C showed delayed weight loss, less trimming loss, and less change in appearance. The quality changes in salted Chinese cabbages (desalting losses, pH changes, osmolarities, and crude fiber contents) were not significantly different after the various treatments. No storage treatment was effective in maintaining a high quality of salted winter Chinese cabbage.

Key words : Chinese cabbages, cold storage, salting treatment

서 론

1)

배추는 재배 및 저장 기술의 발달로 연중적인 공급과 소비가 가능해졌다(1,2). 그러나 시기적으로 품질의 차이를 보이는데 가을이나 월동 배추가 다른 시기에 생산되는 배추보다 품질이 우수하다고 알려져 있으며(3), 생산량이 많고 가격도 비교적 저렴한 편이어서 저장하여 이듬해까지 이용되고 있으며, 이에 대한 연구도 많이 이루어 졌다(4,5).

원예산물의 품질 및 가공적성은 품종과 같은 유전적 요인과 재배와 같은 수확전 요인, 저장조건과 같은 수확후 요인이 영향을 미치는데(6,7), 이러한 배추의 품질 및 가공적성은 김치의 품질에도 크게 영향을 미친다(8).

배추에서 저장수명 연장에 관한 연구는 많이 이루어졌으나(3,9), 저장 후 절임 등 가공했을 때의 품질 특성에 관한 연구는 많이 이루어지지 않고 있는데, 본 연구에서는 수확 후 장기저장 방법에 따른 배추 특성과 이를 소금에 절였을 때의 특성을 조사하여 보다 효과적으로 김치 제조를 위한 배추의 저장방법에 대한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

[†]Corresponding author. E-mail : changhoo@snu.ac.kr,
Phone : 82-2-880-4567, Fax : 82-2-873-2056

재료 및 방법

재 료

본 실험의 실험재료로 ‘휘파람배추’(사카타코리아)를 사용하였다. 공시 재료는 전남 해남군 소재 농가에서 2004년 9월 17일에 정식하여 관행적으로 재배한 후 1월 5일에 수확한 것을 이용하였다. 시험구 처리는 완전임의 배치로 4반복 처리하였다.

저장방법

배추는 수확 즉시 품질이 좋은 것들을 선별하여 저온 저장고와 관행적인 움에 입고를 처리를 하였는데, 저온 저장고에는 그물망에 3포기씩 담아 저장하는 방법과 플라스틱 컨테이너(66×46×22 cm)에 3포기씩 넣어 쌓은 후 비닐로 덮어 저장하는 방법, PE(두께 : 0.03 mm, 가로 : 40 cm, 세로 : 60 cm, 유공 8 mm 4개)에 담아 저장하는 방법으로 구분하였다. 움저장은 깊이 30 cm 정도에 높이 1 m에 세로 1.5 m으로 토굴을 만든 후 배추를 신문지로 싸서 저장하였다. PE 포장과 움저장시에는 포엽 부분을 아래 방향으로 적재하였으며, 그물망과 플라스틱 컨테이너를 이용하여 저장할 때에는 수평으로 적재하여 쌓아 올렸다. 저장기간 중 저온 저장고의 온도는 0±1℃를 유지하였으며, 움의 온도는 2.7±4.2℃였다.

정선손실량(Trimming loss)

건조되거나 부패되어 이용이 불가능한 외엽을 제거하여 결구된 구중의 무게를 측정하였다. 이때 폐기율은 다음 식으로 구하였다.

$$\text{정선손실률(\%)} = \frac{\text{다듬기 전 배추 무게} - \text{다듬은 배추 무게}}{\text{다듬기 전 배추 무게}} \times 100$$

시장성

3명으로 구성된 panel team을 구성하여 배추를 다듬은 후에 별도의 등급표(선도 기준 : 6=매우 신선, 수확당시와 비슷, 4=선도 약간 저하, 광택 비슷, 2= 선도저하, 변색, 연화 시작 0=부패시작, 식용불가, 상품성 상실)에 의해 조사하였다.

염장 특성

배추를 일정기간 저장한 후에 소금에 절여 저장방법에 따른 염장특성을 조사하였는데, 염장 방법은 배추를 다듬은 후에 2등분해서 천일염(보람식품)으로 만든 11% 간수에 배추를 세척 후에 배추 잎 사이사이 소금(배추 무게의 3%)을 고르게 뿌려 12시간 절인 후 깨끗한 물에 세척을 한 후 4시간 동안 탈수하여 실험에 이용하였으며 조사 항목은 다음과 같다.

배추의 염도 측정은 배추를 균질기로 마쇄한 다음 염분 농도계(NS-3P, Merbabu)로 측정하였다.

pH 측정은 배추를 균질기로 분쇄한 다음에 pH meter (TP-93, Toko Chemical Laboratories, Japan)를 이용하여 측정하였다. 탈염율의 측정은 염장배추를 배추무게의 3배에 해당하는 물에 담그고 1시간 간격으로 1분씩 저어서 담금 물속에 염분이 고르게 확산되도록 한 후 4시간 뒤에 탈염한 배추의 염도를 전과 같이 측정하였다. 탈염률을 다음 식으로 계산 하였다.

$$\text{탈염률(\%)} = \frac{\text{탈염전 배추 염도} - \text{탈염후 배추 염도}}{\text{탈염전 배추 염도}} \times 100$$

그 외의 조사

배추 저장중 조사는 저장기간 3개월 동안에 30일 간격으로 중량감소율, 정선손실량, 경도, 당도, 시장성을 조사하였다. 중량감소율은 처리별로 배추 시료를 칭량하여 초기 중량에 대한 측정시 중량을 백분율로 환산하여 나타내었다. 그 외 조섬유(M1020, Foss Tecator, Denmark)함량 및 경도(TAX-XT, SMS, England), osmolality(Vapro 5520, Wescor, USA)를 측정하였다. 배추 절임시 대조구로서 봄에 재배하여 수확한 ‘춘광’(사카다 종묘) 품종을 사용하였다. 공시 재료는 충남군 소재 농가에서 1월 7일에 정식하여 관행적으로 재배한 후 4월 21일에 수확하였다.

결과 및 고찰

중량변화(감모율)

배추 저장 방법에 따른 감모율은 PE 필름백과 움저장, 플라스틱 컨테이너 저장, 그물망 순으로 낮게 나타났다(Fig. 1). PE 필름백 저장은 저장후 90일에도 감모율이 2%정도로 변화폭이 적었는데, 이는 저장고내의 건조한 냉기의 직접적인 접촉이 어려워 건조가 억제되어 중량감소가 적게 일어난 것으로 여겨진다. 움저장의 경우는 신문지로 싸서 저장하였는데, 저장 60일까지는 무게가 3% 감소하였으나 이후 날씨가 따뜻해지면서 움 안의 습도가 올라가면서(결과 미 제시), 오히려 생체중이 증가되어 감모율이 떨어졌다. 그물망 저장이나 플라스틱 컨테이너는 저장 90일후에 약 20%까지 무게가 감소했다. 이는 저장고내의 건조한 공기와 접촉이 용이해 중량감소가 많이 일어난 것으로 보인다. Kim 등(3)은 배추의 중량감소는 주로 저장고 내의 공기와 증기 압차에 의해 건조되고, 증발기 표면에서 응결 제습됨으로써 중량감소가 일어난다고 하였는데, 본 실험에서는 저장 중에 PE 필름백으로 포장함으로써 이를 방지 할 수 있었다.

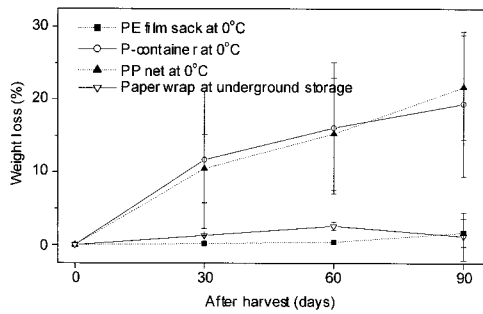


Fig. 1. Changes in weight loss of winter Chinese cabbage during low temperature storage.

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

정선 손실 정도

Fig. 2를 보면 저장방법의 차이에 따른 정선 손실 정도에 차이를 보이는데, 저장 중에 정선 손실량이 움저장을 한 경우가 다른 처리보다 높은 경향을 보였다. 저장 90일 이후의 정선 손실량은 움저장, 그물망 저장, 플라스틱컨테이너, PE 필름백 순으로 나타났는데 움저장의 정선 손실량이 다른 처리보다 큰 경향을 보여 생체중의 약 30%정도까지의 손실을 보였으며, PP 망 저장은 26%의 손실, 플라스틱 컨테이너가 21%의 손실, PE 필름백 손실은 18%의 정선 손실량을 보였다. PE 필름백 저장이 다른 저장 방법보다 정선 손실율이 낮게 나타났다. 움저장한 배추의 정선 손실율이 높은 것은 저장중의 온도나 습도의 변화 폭이 다른 저장 방법보다 커 결국에는 품질이 떨어져 있어 정선시 겉잎이 떨어지는 현상이 심하게 나타난 것으로 생각된다. 이는 Kim 등(10)의 배추를 저장 방법을 달리하여 저장하였을 경우에 플라스틱 필름 포장이 다른 처리(그물망, 골판지 박스)보다 손실량이 적었다는 결과와 유사한 결과를 보여 주었다.

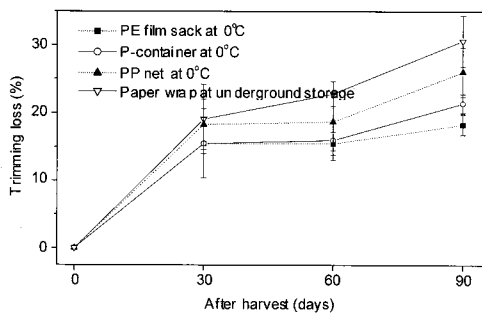


Fig. 2. Changes in trimming loss of winter Chinese cabbage during low temperature storage.

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

경도 변화

배추 경도는 저장기간이 늘어날수록 증가하는 경향이

보였으나, 저장 방법에 따른 차이가 뚜렷하지는 않았다(Fig. 3). 저장 방법별 경도 차이가 뚜렷하지는 않았으나 PE 필름백 저장, 그물망, 플라스틱 컨테이너가 비슷한 경향으로 증가하였고 움저장은 다른 처리보다 다소 낮은 폭으로 증가하는 경향이였다. 다른 과실이나 과채류는 저장중이나 이후에 경도가 감소하는 경향이였으나 엽채류인 배추는 오히려 증가하는 경향을 보여 주었다. 과실에서 경도가 감소하는 것에 대해 Park과 Kim(11)은 과실내부의 전분이 당으로 변화는 것과 관계가 깊다고 하였으며, Kim과 Shin(12)는 과실의 pectin 함량과 효소활성에 의해서 기인한다고 하였다. Muranatsu 등(13)은 세포벽의 다당류가 분해되면서 경도가 감소된다고 하였다. 배추의 경도가 저장기간 중에 증가하는 것은 저장기간이 경과함에 따른 수분감소와 관련이 있을 것으로 추측되며 이러한 부분에 대해서는 보다 더 세밀한 조사가 필요할 것으로 생각된다.

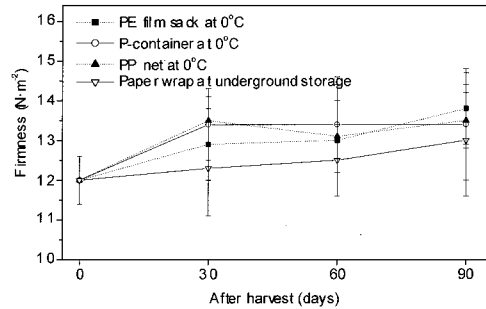


Fig. 3. Changes in firmness of winter Chinese cabbage during low temperature storage.

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

가용성 고형물 함량

배추의 가용성 고형물의 함량 변화는 저장방법에 따라 처리간의 차이가 크게 나타나지는 않았다(Fig. 4). 움저장과 PE 필름백 저장은 다소 감소하는 듯 보이고 망저장과 플라

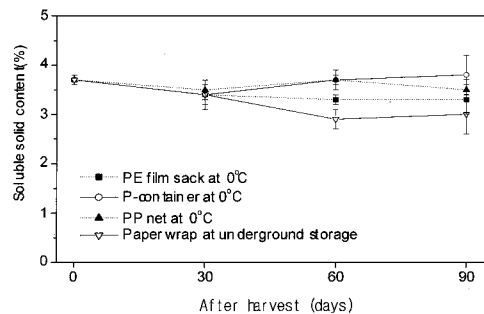


Fig. 4. Change in soluble solid content of Chinese cabbage as affected by storage methods.

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

스틱컨테이너 저장은 오히려 증가하는 것처럼 보였으나 평균값이 $3.5 \pm 0.3\%$ 안팎으로 저장기간 동안 가용성 고형물의 함량이 크게 변하지는 않았다. Kwon 등(14)은 과실류의 배가 가용성 고형물의 함량이 저장기간 중에 크게 감소한다고 보고하였고, 같은 배추를 가지고 Kim 등(10)은 120일간 저장을 한 경우 유리당의 함량이 저장기간이 늘어날수록 감소한다고 하였는데, 본 시험에서 배추는 3개월간 저장하였으나 변화 경향이 뚜렷하지 않았다. Shim 등(15)은 배추의 가용성 고형물의 함량이 김치의 발효에 영향을 미치는 데 재배시기에 따라 가을배추가 월동히 높은 것으로 나타났지만, 배추 저장 방법에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았다.

형태적 특징

저장 방법별 배추의 형태적 특징을 살펴보면(Fig. 5), PE 필름백에 넣어둔 배추는 PE 필름백 안에 결로현상이 나타난 것이 많았고 겉잎이 썩어 짓무른 것이 많았으나 속잎이 마르지는 않았으며 정선 손질하기 위해 다듬었을 경우 다른 처리에 비해 비교적 윤기가 있어 보였다. 플라스틱 컨테이너 저장은 겉잎이 마른 것이 많고 다듬었을 때도 결구된 배추의 잎이 마른 듯한 느낌이 들었다. 그물망 저장도 겉잎이 마른 것이 많았으며, 겹쳐 쌓아 눌린 부분은 짓눌려서 부패되는 현상이 많이 나타났으며, 손질한 배추의 겉면이 다소 마른 느낌이 들었다. 또한 플라스틱 컨테이너나 그물망 저장의 일부 배추는 밑쪽에 갈변 현상이 나타나는 것도 있었다. 움저장 배추는 겉잎은 신문지를 벗겼을 때 일부 부패된 것도 있었으나 다른 처리에 비해 깨끗해 보였다. 그러나 정선 손질 시 잎이 떨어지는 것이 많이 나타났고 절단했을 때 내부에 무름 증상이 나타나기 시작한 것이 있고 분구가 된 것도 많아 장기적인 저장 방법으로는 적합하지 않는 것으로 생각된다. 저장된 배추의 외형은 봄배추에 비해 겉잎의 푸른빛이나 속잎의 노란빛이 전체적으로 떨어지는 양상을 보여주었다.

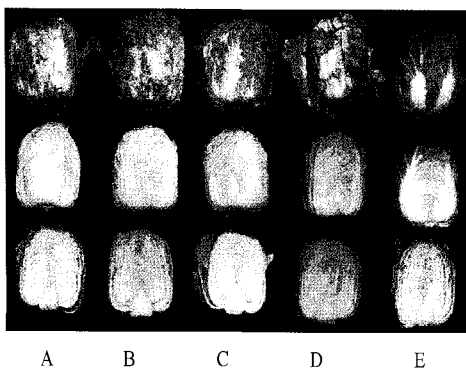


Fig. 5. Winter Chinese cabbage treated with different methods during low temperature storage.

A : PE film sack at 0°C, B : P-container at 0°C, C : PP net at 0°C, D : Wrapping paper at underground storage, E : Spring Chinese cabbage as comparison. A horizontal line at the top of the figure shows that the Chinese cabbage is not trimmed after storage. Middle line indicates the trimmed chinese cabbage. A horizontal line at the bottom of the figure shows the cutting chinese cabbage with half.

상품성

저장방법에 따른 상품성은 저장기간이 경과되면서 저하되었는데, 그 경향이 저장 방법에 따라 다소 달랐다(Fig. 6). PE 필름백은 저장 30일에는 상품성이 다른 처리에 비해 더 낮았으나, 저장기간이 늘어날수록 변화 폭이 적어 저장 90일 이후에는 가장 높은 상품성을 유지하였으며, 플라스틱 컨테이너와 망저장은 비슷한 경향으로 감소하는 경향을 보여주었다. 움저장의 경우 저장 60일까지는 다른 처리보다 높은 상품성을 유지하였으나, 저장 90일 이후에는 급격히 상품성이 떨어졌다.

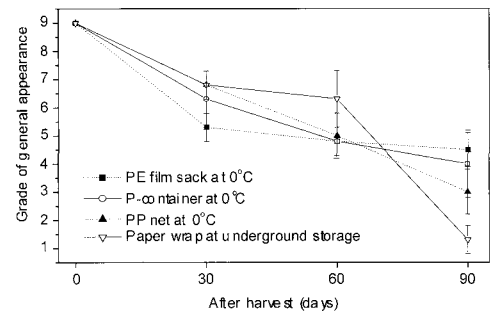


Fig. 6. Changes in general appearance of winter Chinese cabbage during storage at 0°C.

Grades from sensory evaluation : 6=very good, 4=good, 2= poor, 0=very poor, rotting. Data represent the mean±SE of four replicates. Some error bars are masked by the symbol.

절임 특성

배추 절임전의 물리적 특성을 보면(Table 1), 저장방법에 따른 수분 함유량에서 차이를 보였다. 수분 함량의 경우 움저장의 경우가 96.7%로 다른 처리보다 함유량이 높았다. 그 외 PE 필름백이나 플라스틱 컨테이너, 그물망 처리간에는 유의차가 없어 처리간의 차이를 보이지 않았다. 이러한 수분함량을 봄배추와 비교하면 함유량에는 별 차이가 없었다. Osmolality는 저장 배추의 저장 방법에 따른 유의 차이가 없었지만 저장한 배추와 봄배추를 비교해 보면, 저장 배추

Table 1. Comparison of water content, pH, osmolality, and crude fiber of Chinese cabbage as affected by storage methods

Storage method	Water content (%)	Osmolality (mmol · kg ⁻¹)	Crude fiber (g · 100 g ⁻¹)
PE film sack at 0°C	96.2	225.0	0.77
P-container at 0°C	95.7	221.8	0.78
PP net at 0°C	96.1	235.3	0.75
Paper wrap at underground storage	96.7	222.3	0.79
LSD _{0.05}	*(0.58)	NS	NS
Spring Chinese cabbage ²	96.3	186.0	0.64

²Spring Chinese cabbage was checked up with storage winter Chinese cabbage as comparison.

의 osmolality 평균값이 226.1 mmol · kg⁻¹으로 봄배추의 186.0 mmol · kg⁻¹보다 높은 경향을 보여 주었다. 조섬유 함량에 있어서 저장 배추간의 저장 방법에 따른 조섬유 함량의 차이를 보이지 않았다. 저장한 배추와 바로 수확한 봄배추와의 조섬유 함량을 비교하면 저장배추의 평균 조섬유량이 0.77 g · 100 g⁻¹으로 봄배추의 0.64 g · 100 g⁻¹보다 높은 경향이였다.

절임 배추의 염도, 탈염율, pH, osmolality, 조섬유 특성을 조사한 결과(Table 2), 저장방법에 따른 배추의 염농도는 처리간 유의차가 없었다. 그러나 봄배추와 저온 저장한 배추의 염농도를 비교하면 저장 배추의 염농도가 1.4%로써 봄배추의 염농도 0.9% 보다 높았다. 탈염율과 pH에 있어서도 배추의 저장방법에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았으며 봄배추와도 큰 차이가 없었다. 저장방법에 따른 배추의 osmolality와 조섬유 함량에 있어서 처리간의 유의차를 보이지 않았다. 그러나 저장배추와 바로 수확한 봄배추를 비교하면, 저장배추의 평균 osmolality는 770.0 mmol · kg⁻¹인데 봄배추의 625.5 mmol · kg⁻¹으로 저장배추의 osmolality가 높은 경향을 보였으며 조섬유에 있어서도 저장배추는 1.01 g · 100 g⁻¹인데 봄배추는 1.10 g · 100 g⁻¹ 이었다.

Jung 등(16)은 품종별로 월동한 배추를 김치로 담금하였을 경우 pH, 산도, 경도에서 차이가 났다고 하였으나, 본 실험에서는 저장방법을 달리하여 배추를 절여 특성을 조사한 결과 저장방법별로 염도, 탈염율, pH, osmolality, 조섬유 함량에서 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 그러나 봄배추와 저장배추를 비교하였을 경우 염도, osmolality, 조섬유 함량에서 다소 차이를 보였다. 월동 배추를 수확후 저장방법을 달리 저장하여 배추를 절여 특성을 조사하였으나 본 실험에서의 저장방법에 따라서는 결과가 유사하므로 배추 저장 후 절였을 경우에 대한 특성 조사보다는 저장시 감모손실 및 신선도 유지를 위한 방법을 구명하는 것이 보다 필요할 것으로 생각된다.

요 약

월동배추의 저장방법에 따른 특성과 김치를 위해 절였을 경우 특성을 조사하여 배추의 효과적인 저장방법을 구명하고자 하였다. 저장방법(PE 필름백, 플라스틱 컨테이너, 망 저장, 움저장)에 따른 배추의 특성을 3개월 동안 조사한 결과, PE 필름백에 저장한 배추가 결이이 부패하는 단점이 있으나 다른 처리에 비해 감모율, 정선 손실율, 외관 등에서 비교적 좋은 결과를 보여주었다. 그러나 저장방법을 달리하여 배추를 절였을 경우에 처리별로 절임특성이 큰 영향을 보이지 않았다. 본 실험 결과로 월동배추의 저장 방법이 절임 특성에는 큰 영향이 없지만 저장방법에 따라서 중량 감도 및 정선손실 정도에 영향을 미치므로 배추는 저장중의 이러한 손실을 줄이고 신선도를 유지할 수 있는 방법에 대한 연구가 보다 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Lee, I.S., Park, W.S., Koo, Y.J. and Kang, K.H. (1994) Comparison of fall cultivations of Chinese cabbage for Kimchi preparation Kor. J. Food Sci. Technol. 26, 226-230
2. Oh, D.G., Yoon, J.Y., Lee, S.S. and Woo, J.G.(1984). Effects of some mulch materials on Chinese cabbage growing in different seasons. III Soil temperature and growth of Chinese cabbage in summer. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 25, 263-269
3. 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 by different packing and loading during cold storage. Kor. J. Post harvest Sci. Technol., 8, 30-36
4. Han, E.S. Seok, M.S. and Park. J.H. (1998) Quality changes of salted Baechu with packaging methods during long term storage. Kor. J. Food Sci. Technol., 30, 1307-1311
5. Yang, Y.J. (2004) Changes in elasticity, firmness, vitamin C, and carbohydrate during controlled atmosphere storage of sweet pepper fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 22, 305-309
6. Kim, M.J., Hong, G.H., Chung, D.S. and Kim, Y.B. (1998) Quality comparison of Kimchi made from different cultivars of Chinese cabbage. Kor. J. Food Sci. Technol., 39, 528-532
7. Lee, I.S., Park, W.S. Koo, Y.J. and Kang, K.H.. (1994) Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. Kor. J. Food

Table 2. Quality characteristics of salted Chinese cabbage

Storage method	Salt concentration (%)	Desalting loss (%)	pH	Osmolality (mmol · kg ⁻¹)	Crude fiber (g · 100 g ⁻¹)
PE film sack at 0°C	1.4	48.6	5.7	775.0	1.01
P-container at 0°C	1.4	43.3	5.6	752.0	1.01
PP net at 0°C	1.2	46.2	5.7	800.0	1.00
Paper wrap at underground storage	1.6	48.5	5.5	753.0	1.00
LSD _{0.05}	NS	NS	NS	NS	NS
Spring Chinese cabbage ^z	0.9	47.3	5.8	625.5	1.10

^zSpring Chinese cabbage was checked up with storage winter chinese cabbage as comparison.

- Sci. Technol., 26, 239-245
8. Han, E.S. (1998) Quality evaluation of nonghyup *kimchi*. Nonghyup cooperative review. 21, p.153-167
 9. Kang, E.J., Jeong, S.T., Lim, B.S. and Jo, J.S. (1999) Quality changes in winter Chinese cabbage with various storage methods. Kor. J. Post harvest Sci. Technol., 6, 173-178
 10. Kim, B.S., Mahn, G.B. and Kim, M.J.(2001) Effect of packaging and loading conditions on the quality of late autumn Chinese cabbage during cold. Kor. J. Post harvest Sci. Technol., 8, 23-29
 11. Park, Y.S. and Kim, B.W. (1995) Changes in fruit firmness, fruit composition, respiration and ethylene production of kiwifruit during storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 36, 67-73
 12. Kim, D.M., and Shin, H.Y. (1985) Changes in Firmness of Apples during Exposure to Room Temperature after CA Storage. Kor. J. Food Sci. Technol., 15, 9-10.
 13. Murantsu, N., Takahara, T., Ogata, T. and Kojima, K. (1999) Changes in Rind Firmness and Cell Wall Polysaccharides during Citrus Fruit Development and Maturation HortScience, 34, 79-81
 14. Kwon, Y.B., Park, S.W., Kim, M.S., Shin, I.S. and Hong, S. J. (2003) Effect of postharvest treatment on fruit quality during storage of 'Naitaka' pear. Kor. J. Hort. Sci. & Technol., 21, 114-119
 15. Shim, S.T., Kim, K.J. and Kyung, K.H. (1990) Effect of soluble-solids contents of Chinese cabbages on *Kimchi* fermentation. Kor. J. Food Sci. Technol., 22, 278-284
 16. Jeong, S. T., Kim, J.G., and Kang, E.J. (1999) Quality characteristics of winter Chinese cabbage and changes of quality during the *kimchi* fermentation. Kor. J. Postharvest Sci, Technol., 6, 179-183

(접수 2006년 8월 14일, 채택 2007년 1월 26일)