

월동 배추의 저온 저장 중 포장 및 적재 방법에 따른 품질 변화

김병삼 · 김민정 · 김의웅 · 김건희*
한국식품개발연구원, *덕성여자대학교

Quality Changes of Winter Chinese Cabbage by different Packing and Loading during Cold Storage

Byeong-Sam Kim, Min-Jung Kim, Oui-Woong Kim and Gun-Hee Kim*

Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

*Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

Abstract

Quality changes of winter Chinese cabbage with different packing and loading methods were investigated during cold storage at 0°C. Judging from the marketability of stored Chinese cabbage, winter Chinese cabbage could be above 4 months at 0°C cold store. Four Chinese cabbages were packed with 0.3mm polyethylene film and then loaded vertically in plastic container. During storage at 0°C, gas composition in the plastic bags was indicated by 8.2~19.5% O₂ and 0.35~8.58% CO₂, respectively. Compared to the conventional storing method, packed with polypropylene net, the freshness of Chinese cabbage was prolonged nearly 10 to 20% by MAP.

Key words : Chinese cabbage, modified atmosphere packaging, cold storage

서 론

김치는 우리 고유의 발효채소로서 현재 200여종 이상이 보고되고 있으며 이 중 배추김치와 무김치가 가장 보편적이며 특히 배추김치는 김치의 대명사가 되고 있다. 전국의 김치 제조업체 수는 200여개소로 1998년도 1월 현재 생산능력 1,267톤에 달하고 있다 (1). 한편 김치의 수출도 '88 서울 올림픽이래 꾸준히 증가하여 '98년말 현재 2천2백여톤, 금액으로는 6

백만달러에 이르고 있어 수출 상품으로서도 일익을 담당하고 있다(2). 그러나 김치가 산업화되고 수출 상품화되는 시점에서 가장 문제점으로 들어나는 것이 신선한 원료의 안정적 조달이다. 이는 김치 산업의 가동율과도 직결될 뿐만 아니라 김치의 품질이 주원료의 품질에 크게 좌우되기 때문이다. 따라서 김치산업을 활성화시키고 아울러 원료채소 생산능력의 경제적 측면을 동시에 제고시키기 위해서는 원료채소의 수확 후 장기저장에 필요한 기술과 관련 설비 등의 개발이 시급한 실정이다.

배추와 같은 신선채소의 선도유지를 위한 기술로서는 온도와 습도 등 단일환경조건의 컨트롤만으로는 제한성이 있기 때문에 전 유통과정을 총괄관

Corresponding author : Byeong-Sam Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun, Bundang, Songnam, Kyonggi, 463-420, Korea
E-mail : bskim@kfri.re.kr

리하는 체계가 필수적이다. 현재 주로 활용되고 있는 청과물의 선도유지를 위한 기술로서는 저온보존, 수분조절, 가스조절, 에틸렌 제거, 원적외선, 미약방사선 등의 활용이 있다. 이중에서도 특히 중요한 기술로서는 산지 예냉과 저온유통기술, 포장기술 등을 들 수 있다(3).

따라서 본 연구에서는 김치의 주원료인 배추중 동절기부터 늦봄에 걸쳐 저장, 유통되는 월동배추를 신선한 상태로 장기간 저장하는 것을 목표로 기존 저온저장 방법에 포장 및 적입 방법을 개선함으로써 원료 배추의 신선도를 연장하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

월동 배추 저장 시험에 사용된 배추(*Brassica campestris L. ssp pekinensis*)는 전남 해남 지방에서 재배된 것(품종:동풍, 홍농종묘)으로 1998년 1월 중순경 수확한 것을 사용하였다. 배추 1개의 생체 중량은 1.7~3.4kg, 길이는 25~35cm, 장직경은 245~196mm, 단직경은 187~96mm 였다.

전처리 및 저장

월동 배추의 저장은 Table 1과 같이 행하였다. 즉, 월동 배추를 선별하여 다듬은 후 기존 저장 방법인 그물망에 저장하는 방법과 골판지 박스에 넣어 저장하는 방법, 플라스틱 컨테이너에 배추를 그대로 4포기씩 또는 PE 필름백에 1~4포기씩 넣어 파렛트 단위로 저장하는 방법을 사용하였다. 적입형태에 따른 품질변화를 조사하기 위해 배추는 플라스틱컨테이너에 가로방향과 세로방향으로 구분 저장하였다. MA 저장에 사용된 포장재로는 polyethylene fim 0.03mm와 0.06mm를 사용하였으며, 포장백은 heat sealing을 하지 않고 별도의 실링용 끈을 이용하여 twisting형태로 상부를 폐쇄시켰다. 저온 저장고의 저장온도는 $0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였으며, 산지 저온저장고는 1실이 37평(720m²) 규모였다.

Table 1. Treatments for cold storage of winter Chinese cabbage.

Treatment	Container	Packaging material	No. of Chinese cabbages per unit pack
W1	a) ¹⁾ b) ²⁾ P-container ³⁾	none	4
W2	PP net	PP	3
W3	Carton ³⁾	Carton	3
W4	P-container	0.06mm PE	1
W5	P-container	0.06mm PE	4
W6	P-container	0.03mm PE	1
W7	P-container	0.03mm PE	4
W8 ³⁾	P-container	0.03mm PE	4

¹⁾ loading horizontally

²⁾ loading vertically

³⁾ packed with KMnO₄ sachet

⁴⁾ container : 516×363×291mm plastic(HDPE) box

⁵⁾ dimensions : 550×360×185mm

호흡속도

배추의 호흡 속도는 static method를 사용하여 분석하였다(4). 일정 온도에서 시료의 일정량을 밀폐가 가능한 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 탄산가스농도를 GC(Shimadzu GC-14A, Japan)로 측정하였다. 분석을 위한 GC의 운전조건은 Table 2와 같다.

Table 2. GC conditions for respiration rate measurement

Item	Condition
Detector	TCD
Column	CTR1 (Alltech Co.)
Column Temp.	35 °C
Injector Temp.	60 °C
Detector Temp.	60 °C
Carrier Gas	He (50 mL/min)

에틸렌 발생량

배추의 에틸렌 발생량 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 밀폐가 가능한 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 에틸렌 가스 농도를 GC(Hewlett Packard Model-5890, USA)로 측정하였다. 분석을 위한 GC의 운전조건은 Table 3과 같다.

Table 3. GC conditions for ethylene production rate measurement

Item	Condition
Detector	FID
Column	HP-PLOT 5 (HP Co.)
Column Temp.	170 °C
Injector Temp.	200 °C
Detector Temp.	210 °C
Carrier Gas	He (10 mL/min)

품질변화

월동 배추의 저장 중 품질변화를 알아보기 위하여 30일 간격으로 다음 항목을 조사하였다. 정선 손실율은 상품성이 없는 부패된 외부엽을 제거한 후의 중량을 저장 전 중량에 대한 백분율로 환산하여 표시하였다. 감모율은 저장 전 무게에 대하여 저장 중 감소된 정도를 백분율로 환산하여 표시하였다. 환원당은 Miller(5)법에 의하여 측정하였고, 비타민 C 함량은 2,4-DNP 비색법(6)에 준하여 측정하였다. Chlorophyll 함량은 Chlorophyll meter(MINOLTA SPAD-502, Japan)를 사용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

생리적 특성

월동 배추의 경우 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 0~20°C 범위에서 에틸렌 발생량을 조사한 바에 의하면 20°C에서는 0.353~0.457 $\mu\text{lC}_2\text{H}_4/\text{kg/h}$, 5°C에서는 0.040~0.057 $\mu\text{lC}_2\text{H}_4/\text{kg/h}$ 로 조사되었다. 그러나 0°C에서는 0.01 $\mu\text{lC}_2\text{H}_4/\text{kg/h}$ 이하로 검출되어 신뢰성을 고려할 때 거의 발생되지 않는 것으로 여겨졌다. 월동 배추 저장 시 0~20°C 범위에서 호흡속도를 조사한 바에 의하면 20°C에서는 7.55~9.89 $\text{mlCO}_2/\text{kg/h}$, 5°C에서는 2.98~3.65 $\text{mlCO}_2/\text{kg/h}$, 그리고 0°C에서는 1.39~2.24 $\text{mlCO}_2/\text{kg/h}$ 로 조사되었다. 이는 김 등(7)이 발표한 늦가을 김장배추의 에틸렌발생량 및 호흡속도와 유사한 것으로 조사되었는데 이는 동절기에 수확되어 생리적활성이 낮은 것으로 여겨졌다.

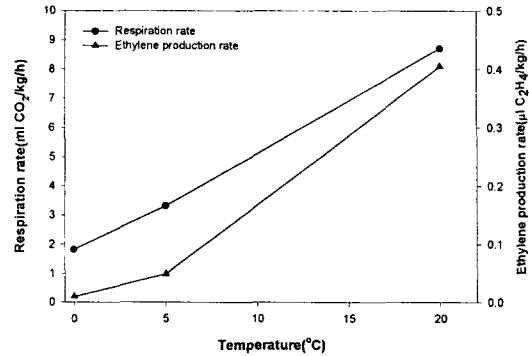


Fig. 1. Respiration rate and ethylene production rate of winter Chinese cabbages.

포장용기 및 적재방법이 배추 품질에 미치는 영향

월동배추의 저장은 5월말까지 저장이 가능한 것으로 나타났다. Fig. 2(a)에서 본 바와 같이 배추를 그물망과 플라스틱콘테이너 그리고 골판지박스에 담아 저온저장한 결과 90일 저장 후 그물망 저장과 플라스틱콘테이너 저장구에서는 감모율이 약 13~17%로 비교적 높게 나타났으며 외관적으로는 시들 현상이 수반되어 상대적으로 상품성이 저하된 것으로 관찰되었다. 그러나, 골판지박스에 담아 저장한 경우는 감모율이 8% 정도로 낮게 나타났다. 플라스틱콘테이너에 저장한 경우는 적입형태에 따라 저장중 품질에 차이가 있었는데 세로로 적입한 경우가 가로로 적입한 배추에 비하여 품질이 양호하게 유지되었다. 이는 세로로 배추를 세울 경우 콘테이너의 표면과 접촉하는 면적이 상대적으로 적어 냉기 순환이 용이하였기 때문으로 여겨졌다. 그러나 저장중 가로로 적입한 경우는 바닥과 닿은 측면이 그리고 세워져 저장한 경우는 밑부분이 약간 짓무름 현상을 나타내기 때문에 보습제나 신문지 등을 배추 밑에 놓는 것이 좋은 것으로 나타났다. Fig. 2(b)는 저장한 배추를 다듬었을 때의 손실율을 기간별로 나타낸 것으로 중량감모율과 약간 다른 경향을 나타내었는데 그물망에 담아 저장한 경우가 가장 손실율이 높았고 플라스틱콘테이너에 담아 세로로 적입한 경우가 낮은 값을 나타내었다. 그물망에 담아 철제파레트에 적재할 경우 배추가 4~6단으로 쌓여 짓눌리기 때문에 압상에 의한

손상과 냉기의 불충분한 순환에 의해 부패가 촉진된 것으로 여겨졌다.

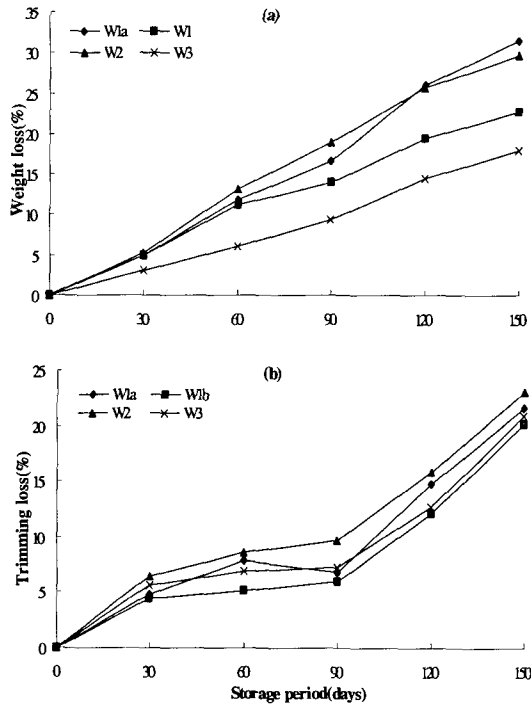


Fig. 2. Changes in the weight loss and trimming loss of winter Chinese cabbage during storage at 0°C.
* Treatment abbreviations are same as Table 1.

Table 4. Changes in the quality of winter Chinese cabbage during storage at 0°C (variety : Dongpung)

Quality Characteristics	Treatment ¹⁾	Storage period (days)					
		0	30	60	90	120	150
Vitamin C (mg%)	W1a	25.71	18.21	16.02	15.24	13.12	12.89
	W1b	25.71	19.11	16.22	15.72	15.06	13.22
	W2	25.71	17.90	14.12	12.19	11.02	10.89
	W3	25.71	18.12	16.12	15.24	12.89	12.41
Reducing Sugar (mg/g)	W1a	24.72	16.07	14.95	13.95	12.99	11.12
	W1b	24.72	17.40	15.88	14.02	13.27	12.02
	W2	24.72	16.98	13.05	12.94	11.88	10.03
	W3	24.72	17.43	15.88	13.45	12.88	12.33
Chlorophyll (mg/g)	W1a	5.38	2.78	1.98	1.49	0.48	-
	W1b	5.38	3.41	2.25	1.54	0.41	-
	W2	5.38	2.24	1.71	1.31	0.31	-
	W3	5.38	2.95	2.79	1.61	0.91	-

¹⁾ same as Table 1.

Table 4는 월동배추를 포장용기별로 0°C에 저온저장중 비타민 C, 환원당 및 엽록소의 변화를 나타낸 것이다. 표에서 보면 저온저장중 이들 성분들은 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었는데 비타민 C와 환원당의 경우 수확 직후 25.71mg%와 24.72mg/g에서 3개월후에 비타민 C는 12.19~15.72mg%, 환원당은 12.94~14.02mg/g으로 감소하였다. 처리구별 감소 정도는 기존 저장법인 그물망에 담아 저장한 경우가 감소율이 상대적으로 높고 플라스틱컨테이너와 골판지박스에 저장한 경우는 다소 낮게 나타났다. 이는 그물망에 담아 저장한 경우 냉기접촉이 원활하지 않아 품온강하가 지연되어 성분분해가 촉진된 것으로 여겨졌다. 배추 겉잎의 클로로필 색소는 에틸렌에 의한 분해와 냉기와와의 접촉에 의한 탈색에 의해 감소하였는데 저온저장중 2개월후에 50% 이상이 감소하였다. 특히 저온저장고에서 3개월을 경과하면 겉잎의 경우 2~3매 이상을 제거하여야 시장유통이 가능한 것으로 조사되었다. Fig. 2와 Table 4에서 보는 바와 같이 전반적인 품질 변화를 보면 기존 저장 방법에 비하여 플라스틱컨테이너와 골판지박스가 배추의 선도유지에 좋은 결과를 나타내었다. 그러나 효율적인 저장을 위해서는 골판지박스의 경우는 내수성을 더 강화할 필요가 있는 것으로 나타났고 플라스틱컨테이너는 적입효율을 높일 수 있게 상자규격을 개선하고 감모손실을 낮추기 위하여 MAP를 병행할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

플라스틱필름의 종류와 적입형태에 따른 품질 변화

월동배추의 플라스틱 필름 포장 저장시 포장내의 가스조성은 처리구에 따라 차이가 있었으며 이는 일정한 경향을 보이기 보다는 배추의 개체별 특성과 포장백의 밀봉 정도에 따른 차이가 나타났다. 저장중 포장내 산소 농도는 처리구에 따라서는 10% 부근까지 감소하였으며 상대적으로 탄산가스 농도는 저장 110일 동안 8%이상까지 증가하였다. 포장백별 특성은 배추를 1개체씩 담은 경우와 4개체씩 담은 경우는 1개체씩 담은 경우 포장백 내부의 산소농도가 높게 나타났고 이산화탄소 농도는 낮게 나타났

다. 그러나 포장재의 두께에 따른 차이는 완전한 밀봉이 이루어지지 않았기 때문에 현저하게 나타나지 않았으며 포장백내에 $KMnO_4$ 주머니를 봉입한 경우는 다른 처리구에 비하여 상대적으로 산소농도가 높게 유지되었다.

Table 5. Changes in the gas composition in plastic film bags with winter Chinese cabbage during storage at 0°C (variety : Dongpung), %

Treat-ment	Gas composition	Storage period(days)										
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
W4	O ₂	14.92	16.55	17.41	17.10	14.97	18.41	14.78	19.37	12.91	18.56	19.42
	CO ₂	3.71	3.24	2.68	2.82	4.20	2.72	5.78	1.63	8.33	2.26	1.29
W5	O ₂	19.34	13.29	13.82	13.13	12.24	9.81	10.49	12.33	13.46	15.49	14.54
	CO ₂	1.87	5.47	5.63	6.26	6.98	8.79	7.57	5.86	4.81	4.10	4.29
W6	O ₂	20.23	18.68	18.82	18.86	18.97	19.09	18.93	19.39	18.82	18.97	17.45
	CO ₂	0.37	1.67	1.53	1.53	1.43	1.40	1.67	1.61	1.66	1.49	2.64
W7	O ₂	13.73	13.56	15.74	14.32	13.58	12.66	12.06	11.32	10.74	8.26	9.73
	CO ₂	2.32	2.92	3.74	3.08	3.68	4.23	4.83	5.00	5.78	7.11	8.58
W8	O ₂	20.20	18.82	19.45	19.26	19.62	19.72	19.96	19.62	17.76	16.72	19.64
	CO ₂	0.35	1.41	1.06	1.20	0.95	0.57	0.93	1.13	2.37	1.97	2.69

¹⁾ same as Table 1.

Fig. 3(a)와 (b)는 플라스틱필름으로 포장하여 플라스틱컨테이너에 담아 저장한 경우 포장재의 종류와 두께에 따른 월동배추의 감모율과 정선손실율을 나타낸 것이다. 그물망에 담아 저장한 경우는 0°C에서 150일 후에 25% 이상의 중량감소를 나타내었는데 플라스틱필름으로 포장한 경우는 3% 이하의 감모율만 나타내었다. 다듬었을 때의 손실율은 60일 저장 후 기존 그물망의 경우는 8.7%, 플라스틱필름에 포장한 경우는 3~4%, 150일후에는 그물망포장은 20~25%, 플라스틱필름포장의 경우는 10~15%로 MAP를 저온저장에 적용한 경우 선도유지에 좋은 결과를 나타내었다. 포장재의 종류와 두께별 정선손실율의 변화는 90일째까지는 거의 차이를 보이지 않았으나 4개월 이상 저장한 경우는 포장재의 두께가 높을수록 손실율이 높게 나타났다. 그리고 포장백내 배추의 적입개체수나 $KMnO_4$ 봉입에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다.

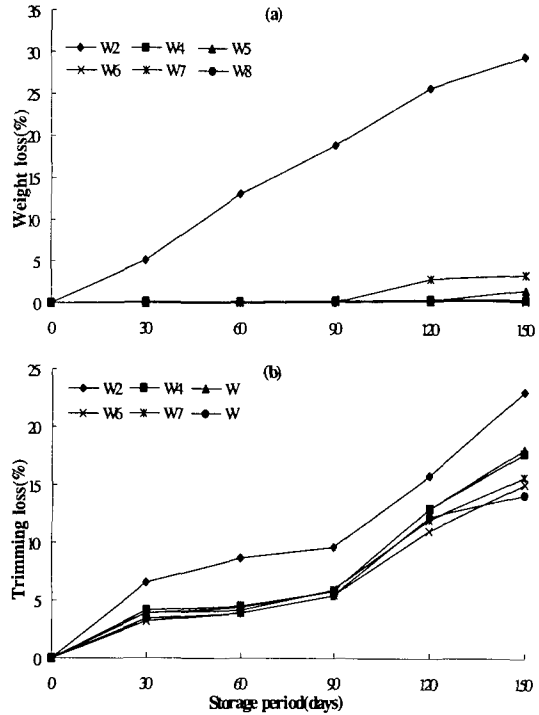


Fig. 3. Changes in the weight loss and trimming loss of winter Chinese cabbage during storage at 0°C.
* Treatment abbreviations are same as Table 1.

저온 저장중 비타민 C 함량은 감소하였는데 초기 25.71mg%에서 150일 저장 후에는 10.89~15.48mg%까지 감소하였다. 처리구별로는 플라스틱컨테이너를 이용해 플라스틱 필름에 포장, 저장한 경우가 전 처리구에 있어서 기존 그물망에 담아 저장한 경우에 비하여 감소 정도가 낮게 나타났다. 비타민 C는 배추 저장 중 감소하였는데 비타민 C 파괴의 가장 큰 원인은 온도와 저장기간이 크게 작용한 것으로 보고되었다(8). 한편, 김치 제조시 환원당 함량의 변화는 젖산 발효가 진행되면서 당이 젖산균에 의해 소모되어 그 함량이 낮아지게 되는데, 김치의 맛 성분과 관련이 있는 환원당(9) 함량의 변화도 비타민 C와 유사한 경향으로 감소하였는데 수확 직후에 비하여 5개월 후에는 40~50% 이상 감소하였다.

앞 부분의 클로로필 색소는 플라스틱필름으로 포장한 경우 그물망에 저장한 경우에 비하여 보존율이 높게 나타났으나 포장재의 두께와 적입개수에 따른 차이는 크지 않았다. 에칠렌은 배추 잎의 클로로필

을 분해하여 잎의 황화현상을 촉진하기 때문에 KMnO₄를 주머니에 충전해 포기당 100g씩 비율로 봉입하여 저장하였으나 0℃와 같은 낮은 온도에서 에틸렌 발생은 미미하여 처리구간에 큰 유의차를 확인하기 어려웠다. 따라서 0℃와 같은 낮은 온도에서의 저온저장 중 배추 잎의 황변은 에틸렌 보다는 탈습과 부패에 의한 조위현상으로 수반되는 쪽이 큰 것으로 여겨졌다. Wang(10)은 1~5% O₂, 2~5% CO₂ 공기조성이 황변을 억제하는 것으로 보고하였는데 플라스틱필름 저장의 경우 상대적으로 고이산화탄소, 저산소 조건을 조성하였기 때문에 색소분해가 지연된 것으로 여겨졌다.

Table 6. Changes in the quality of winter Chinese cabbage during storage at 0℃ (variety : Dongpung)

Quality Characteristics	Treatment ¹⁾	Storage period (days)						
		0	30	60	90	120	150	
Vitamin C (mg%)	W2	25.71	17.90	14.12	12.19	11.02	10.89	
	W4	25.71	18.93	17.14	15.58	14.96	14.21	
	W5	25.71	18.12	17.04	16.12	14.92	14.22	
	W6	25.71	19.29	17.14	16.34	15.48	14.98	
	W7	25.71	18.72	17.50	16.88	15.90	15.48	
	W8	25.71	18.92	17.94	16.49	15.21	13.48	
	Reducing Sugar (mg/g)	W2	24.72	16.98	13.05	12.94	11.88	10.03
		W4	24.72	16.22	15.73	14.06	13.90	12.80
W5		24.72	15.29	15.12	13.98	12.08	12.88	
W6		24.72	16.95	14.36	14.30	14.40	13.60	
W7		24.72	17.60	16.63	13.73	12.18	11.80	
W8		24.72	18.43	16.88	14.08	12.98	12.02	
Chlorophyll (mg/g)		W2	5.38	2.24	1.71	1.31	0.31	-
		W4	5.38	3.44	3.13	2.37	1.80	-
	W5	5.38	3.62	3.19	2.44	1.75	-	
	W6	5.38	3.98	3.08	2.41	1.85	-	
	W7	5.38	3.44	3.21	2.60	2.09	-	
	W8	5.38	3.38	3.47	2.54	2.09	-	

¹⁾ same as Table 1.

저온저장중 월동배추의 품질은 폴리에틸렌 필름 0.03mm 처리구가 0.06mm 처리구에 비하여 우수한 저장 효과를 보였다. 이는 0.06mm의 경우 완전밀봉을 하지 않았더라도 배추의 호흡과 증산작용의 결과 방출되는 수분을 포장 외부로 신속히 배출하지 못해 포장내에 응축되어 배추의 짓무름을 가져오기 때문이었다. 그리고 개체 포장한 것과 4포기씩 동시에

포장한 것과의 차이는 크게 나타나지 않아 작업효율을 고려하였을 때 4포기씩 적입한 것이 적절할 것으로 여겨졌다. 이러한 결과는 김등(7)이 늦가을배추를 여러가지 포장조건과 적재방법에 따라 저장한 결과와 유사한 것으로서 감모손실과 품질변화를 억제하기 위해서는 MAP의 적용이 필요한 것으로 여겨졌다.

요 약

월동배추(품종 : 동풍)를 0℃에서 저온저장중 선도유지를 위하여 포장과 적입방법 개선에 대한 효과가 조사되었다. 저장과정중 배추의 상품성을 보았을 때 월동배추는 0℃에 저온 저장한 경우 4개월 이상 저장, 출하가 가능한 것으로 여겨졌다. 포장용기간 저장성은 0.03mm 폴리에틸렌 플라스틱필름에 4포기씩 세로로 적입하여 플라스틱컨테이너에 저장한 경우가 기존의 폴리프로필렌 그물망과 철제패레트를 이용한 경우에 비하여 우수하게 나타났다. MAP 저장시 포장내의 가스 조성은 처리구간에 큰 유의적인 차이를 나타내지는 않았는데 대체로 산소 농도는 8.2~19.5% 정도, 이산화탄소는 0.35~8.58% 범위를 나타내었다. 저온저장중 비타민C, 환원당, 클로로필 색소는 계속 감소하였으며 폴리에틸렌 플라스틱필름과 컨테이너에 의한 MAP가 기존 저장방법에 비하여 10~20% 정도 선도 저하를 억제하는 효과를 가져왔다.

감사의 글

본 논문은 농림부에서 시행한 농림기술개발사업에 의하여 수행된 연구결과의 일부로서 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 최신양 (1991) 김치산업의 현황, 한국식문화학회

- 지, 6(4), 527-536
2. 농림부 국립농산물검사소 (1999) 1998년산 작물 통계
 3. 김병삼 (1997) 신선채과물의 선도제고와 콜드체인 시스템의 보급을 위한 산지에냉 기술의 도입, 식품과학과 산업, 30(2), 103-120
 4. Couture, R. and Makhlou F, J. (1990) Production of CO₂ and gamma irradiation of strawberry fruit. *J. Food Quality*, 385, 13
 5. Miler, G. L. (1958) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, 31, 426-432
 6. A.O.A.C (1980) Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, Washington, D. C., 366
 7. 김병삼, 김민정, 남궁배 (2001) 포장 및 적입방법이 늦가을배추의 저온저장중 품질에 미치는 영향, 한국농산물저장유통학회지, 8(1), 23-29
 8. 고하영, 최동성 (1996) 절임배추의 품질 유지에 미치는 칼슘제제의 효과, 농산물저장유통학회지, 3(1), 1-5
 9. 이동선, 신동화, 민병용 (1979) 배추가공저장시험, 농공이용연구소 연구보고, 313-327
 10. Wang, C.Y. (1985) Effect of low O₂ atmosphere on postharvest quality of Chinese cabbage, cucumber, and eggplants. In:(ed). Blankenship S.M. *Controlled Atmospheres for Storage and transport of Perishable Agricultural Commodities*. Department of Horticultural Science, NC State Univ. 142-149

(접수 2000년 12월 20일)