

부추 저온저장시 선도유지에 미치는 포장재료의 효과

김창배 · 이숙희 · 김종수 · 윤재탁 · 김 탁
경상북도농업기술원

Effects of Packing Materials on the Keeping Freshness of Chinese Chives(*Allium Tubersum Rottler*) at Low Temperature Storage

Chang-Bae Kim, Suk-Hee Lee, Jong-Su Kim, Jae-Tak Yoon and Tak Kim
Kyongbuk Agricultural Technology Administration

Abstract

During the storage period of chives(*Allium Tubersum Rottler*) at low temperature(4~5°C), weight loss in chives by the packages of LDPE, P.P and HDPE film was decreased less than 1%, however that of chives unpacked was remarkably increased as time went by. Soluble solids of unpacked chives was decreased from 6.0 to 4.6 °Brix after 2 weeks storage and that of LDPE film sealed was lessened to 4.9~5.9 °Brix, the treatment of deaeration showed a tendency to decrease a lot to 4.5~4.7 °Brix. The vitamin C content of chives unpacked was 37.1mg% at before storage, but after one week decreased very much to 15.2mg%, and that in chives packed by the different methods was visibly lessened after 2 weeks storage, the Vitamin C content in chives processed by deaeration sealing method was lessened compared to that at chives processed by sealing only. In the bag of chives packed by HDPE film had low CO₂ and C₂H₄ concentration and the gas concentration in the bag of chives processed by P.P film was increased as storage period went by. Conclusively the freshness of chives packaged by LDPE and HDPE film maintained for 3 weeks, at P.P film for 2 weeks, but the marketability of chives unpacked was degraded in 3~4 days.

Key words : Chinese chives, plastic films, package method, freshness

서 론

부추(*Allium tuberosum Rottler*)는 풍부한 영양가를 지닌 건강식품인 동시에 간장, 위장질환 등의 치료에도 효과가 있는 여러 가지 약리성분이 함유되어 있을 뿐만 아니라 Propyl Sulfide라는 유황화합물이 다량 함유되어 있어 독특한 향취를 풍기는 예로부터 우리나라 고유의 인기 있는 채소의 하나이다(1-3).

최근 식생활 수준 및 양상이 크게 변화함에 따라 부추, 상추, 미나리 등 각종 건강채소에 대한 수요가 증가하여 재배면적과 생산량이 매년 늘어나고 있다.

특히 경북지역은 전국 부추재배 면적의 75%(450ha)를 점유하고 있을 뿐 아니라 포항은 전국 최대의 부추 주산지로서 알려져 있다(4). 그러나, 부추는 다른 채소 작물과 같이 수분함량이 90% 이상으로 높을 뿐만 아니라, 수확 후에도 대사작용이 왕성하게 일어나기 때문에 유통중 양적 및 질적 변화가 매우 크다. 특히, 고온기 생산 유통시에는 1~2일의 단기간에도 부패하여 상품성을 잃기 때문에 부추재배농가의 소득증대에 큰 지장을 초래하고 있어 이에 따른 문제점 해결책이 시급히 요구되고 있다.

따라서, 부추의 수급안정을 위해서 안전 저장시설과 저장기술이 요구되고 있으나 저장물량과 시간에는 현실적으로 어느 정도 한계가 있어 생산물 중 극히 일부만이 저온으로 저장·유통되고 있는 실정이다.

Corresponding author : Chang-Bae Kim, Kyongbuk Agricultural Technology Administration, Taegu 702-320, Korea

다. 부추의 흡수출하를 방지하고 유통 편리성과 상품 고급화를 위한 차별화 측면에서 볼 때 MAP(modified atmosphere packaging) 저장기법 즉, 포장지내 식물체 호흡에 의한 CO₂ 농도의 증가와 O₂농도의 저하에 의한 호흡억제(5)로 수확후 신선 과채류의 수명을 연장시킬 수 있는 효과적인 방법으로 부추 저장·유통시에 신선도를 유지시킬 수 있는 포장 출하기법을 적극 유도할 필요가 있다고 본다(6-8).

본 연구에서는 농가에서 부추를 수확한 뒤 몇 가지 플라스틱 film을 사용하여 간편하게 포장 처리함으로써 저장, 유통기간 중 신선도를 유지할 수 있는 효과적인 포장방법을 개발하고자 기체 투과도가 다른 포장재를 이용하여 포장한 후 일정 온도에서의 저장기간중 품질변화 특성 등을 조사한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재 료

본 시험에 공시된 부추는 1998년 경북농업기술원의 재배시험포에 재배 중인 그린벨트 품종으로 하였다. 부추를 5월 14일 수확한 뒤 불순물을 제거하고 건전시료를 선별한 뒤 차압 냉풍식 저장고에서 12시간 예냉(0~2℃) 후 저온저장고(온습도 자동조절; 온도 4~5℃, 습도 90~95%)에 처리별로 3반복씩 저장하였다.

포장방법

포장처리 방법은 0.03mm의 LDPE(low density polyethylene) film, PP(polypropylene) film과 HDPE(High density polyethylene) film으로 가로 40cm, 세로 60cm의 봉지를 만들어 여기에 부추 650~700g씩을 각각 넣고 밀봉처리, 그리고 완전 탈기후 밀봉처리를 하여 저온저장고에 입고하였다.

중량변화 및 이화학적 성분 함량 측정

저장 중 중량감소는 증산 및 호흡에 의한 중량감소를 입고시 중량에 대한 백분율로 표시하였다.

Vitamin C 함량은 신선시료 2g을 2% metaphosphoric acid 용액 50ml로 추출한 뒤 추출액 2ml에 indophenol 0.2ml, 2% metaphosphoric acid 2ml를 가하여 충분히 혼합하였다. 여기에 DNP(2,4-Dinitrophenyl) 1ml를 첨가한 뒤 37℃에서 3시간 방치시키고, 즉시 방냉 후 85% H₂SO₄ 용액 5ml를 가한 뒤 vortex mixer로 혼합하고 실온에서 30분간 방치후 540nm에서 흡광도를 측

정하여 검량선에 의거 함량을 산출하였다.

당도(Soluble solids)는 부추시료 즙액을 3,000rpm으로 5분간 원심분리 후 그 여액을 Abbe 굴절 당도계로 측정하였고 또한 chlorophyll 함량은 시료 5g을 85% acetone 50ml를 첨가하여 마쇄한후, 24시간 추출하여 여과후 spectrophotometer 642.5, 660nm에서 각각 흡광도를 측정하여 검량곡선에 준하여 구하였다.

가스농도 측정

저장중 LDPE, PP, HDPE film 봉지내의 CO₂ 농도 및 C₂H₄ 농도는 1ml syringe로 공기를 빼내어 gas chromatograph(Hewlett Packard 5890)로 측정하여 함량을 경시적으로 구하였다. CO₂가스분석조건은 컬럼 Chromozomo 102(1/8inch i.d.×12ft, supleco), 검출기는 TCD, carrier gas로는 He(30ml/min)으로 하였고 C₂H₄가스분석은 컬럼으로 active alumina(1/8inch i.d.×6ft, supleco), 검출기는 FID, carrier gas로는 N₂(30ml/min)으로 하였다.

신선도평가

저장부추의 부패율, 황화, 무름 등을 종합 평가하여 신선도 점수 (9: 아주 좋음↔1: 아주 나쁨)를 조사하여 표기하였다. 본 시험에 공시된 시험전 부추시료의 생육특성 및 성분분석 결과는 Table 1과 같이 생육경도와 성분함량 등은 부추 고유의 특성을 유지하였다.

Table 1. Quality characteristics of chinese chives before storage

Leaf length (cm)	No. of leaves	Soluble solids (°Brix)	Vitamin C (mg%)	Total Chlorophyll (µg/ml)
24	4.6	6.0	37.1	325.2

결과 및 고찰

중량감소율

부추의 저장기간중 포장재 및 포장방법별 중량감소를 조사한 결과 Table 2와 같이 무포장구는 저장기간이 경과할수록 감소율이 현저히 증가하였으며, 저장 1주일째 6.6%의 감소로 상품성이 거의 없었다. 그러나 LDPE, P.P 및 HDPE film 등 포장재 밀봉 저장시는 저장기간이 경과하여도 처리간 큰차이 없이 1% 미만으로 미미하게 감소되는 경향이었으며, 밀봉 및 탈기처리시에도 큰 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 임 등(9)이 시금치를 LDPE와 PP film으로 밀봉하여

저장할 경우 포장재료간에 큰 차이가 없었다는 보고와 유사한 경향이었으며, 또한 MA저장시 많이 사용되는 플라스틱 film은 과채류의 수분감소에 의한 중량감소를 크게 줄일 수 있기 때문에 저장수명이 현저하게 연장된다는 보고(10-11)와 일치하는 경향이었다.

Table 2. Changes in weight loss in chives during storage period

Package method	Weight loss(%)				
	1 ¹⁾	2	3	4	5
Unpackage	2.9	6.6	8.6	13.3	17.3
LDPE	0.1	0.3	0.3	0.4	0.6
	0.1	0.3	0.3	0.4	0.7
Sealing	0.1	0.3	0.3	0.4	0.6
	0.1	0.3	0.3	0.4	0.6
Deaeration & Sealing	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7
	0.3	0.4	0.6	0.6	0.7
HDPE	0.2	0.4	0.7	0.7	0.7
	0.3	0.4	0.6	0.6	0.7

¹⁾ Weeks after storage.

당도(Soluble Solids)의 변화

Table 3은 포장방법별 부추즙액의 당도(Soluble solids)를 경시적으로 조사한 결과인데 입고시 6.0 °Brix에서 무포장 2주째에 4.6 °Brix로 감소되었고, LDPE등 PE film 포장재 처리는 밀봉처리의 경우 저장 3주째에도 4.9~5.9 °Brix로 감소폭이 적었다. 송등(12)은 플라스틱 film을 이용하여 풋콩 저장시 단맛, 경도 등의 관능검사와 저장성을 조사한 결과 PE film 밀봉처리가 다른 포장재에 비하여 양호하였다고 보고한 바 있으나, 본 시험의 탈기저장시에는 4.5~4.7 °Brix로 감소가 다소 큰 경향이었으며 포장재간에는 일정한 경향이 없었다.

Table 3. Changes in soluble solids in chives juice during storage period

Package method	Soluble solids(° Brix)					
	0 ¹⁾	1	2	3	4	5
Unpackage	6.0(100)	5.7(95)	4.6(77)	4.4(73)	3.3(55)	2.7(45)
LDPE	6.0	5.6	5.1	4.9	3.5	3.1
	6.0	6.1	4.9	4.9	4.0	3.1
Sealing	6.0	5.9	5.3	5.9	4.0	3.1
	6.0(100)	5.9(98)	5.1(85)	5.2(87)	3.8(63)	3.1(52)
LDPE	6.0	5.6	5.4	4.5	4.0	3.3
	6.0	5.3	5.3	4.7	3.9	3.2
Deaeration & Sealing	6.0	5.1	5.1	4.7	3.8	3.6
	6.0(100)	5.3(88)	5.3(88)	4.6(77)	3.9(65)	3.4(57)

¹⁾ Weeks after storage. () : Relative index.

비타민 C 함량 변화

저장기간중 부추의 Vitamin C 함량은 Table 4에서와 같이 입고시 37.1mg%에서 무포장은 저장 1주에 15.2mg%(4%)로 급격히 감소되었고, LDPE 등 포장재

를 처리한 경우에도 저장 3주후 부터는 12.7~19.5mg%로 함량이 현저히 줄어드는 경향이였다. 포장재간에는 PP film 밀봉이 LDPE 및 HDPE film 밀봉처리에 비하여 전반적으로 감소폭이 더 컸으며, 포장방법간에는 탈기밀봉이 밀봉처리에 비하여 현저히 감소되는 경향(13)이였다.

Table 4. Changes in vitamin C content in chives during storage period

Package method	Vitamin C content(mg%)					
	0 ¹⁾	1	2	3	4	5
Unpackage	37.1(100)	15.2(41)	10.1(27)	8.0(22)	5.1(14)	-
LDPE	37.1	28.0	22.4	18.7	11.2	9.2
	37.1	27.4	22.0	15.2	14.7	6.5
Sealing	37.1	30.3	31.0	19.5	14.4	9.4
	37.1(100)	28.6(77)	25.1(68)	17.8(48)	13.4(36)	8.4(23)
LDPE	37.1	36.5	23.8	12.7	11.2	7.6
	37.1	21.5	20.7	14.1	12.1	10.3
Deaeration & Sealing	37.1	35.7	30.0	16.7	17.1	15.0
	37.1(100)	31.2(84)	24.8(67)	14.5(39)	13.4(36)	11.0(30)

¹⁾ Weeks after storage. () : Relative index.

총 Chlorophyll 함량변화

Table 5는 저장방법별 total chlorophyll 함량을 조사한 결과인데, 저장 1주째에는 크게 감소되지 않았으나 저장 2주째부터 현저히 감소되었으며, 포장재간에는 HDPE film과 LDPE film 처리가 PP film에 비하여 chlorophyll 함량이 다소 많은 양상을 보였다. 이는 PP film이 LDPE film과 HDPE film에 비하여 공기와 수분의 투과율이 낮아 과습에 의한 엽록소의 분해와 부패가 촉진된 결과로 추측된다. 그러나 임 등(9)이 시금치 저장시험 결과에서 보고한 내용과 같이 처리별 total chlorophyll 함량과 육안조사에 의한 색차 정도는 구별이 잘 되지 않아 시각적으로는 거의 같은 느낌이었다. 그리고 저장 5주째에는 전처리 같이 부패가 급속히 진전되어 황화, 무름 등의 상태를 보여 상품성이 전혀 없었고, chlorophyll의 함량도 거의 검출되지 않았다.

Table 5. Changes in total chlorophyll content in chives during storage period

Package method	Total chlorophyll content (µg/ml)					
	0 ¹⁾	1	2	3	4	5
Unpackage	325.2(100)	296.0(91)	214.1(66)	95.5(29)	25.0(8)	-
LDPE	325.2	287.3	247.9	114.6	103.5	9.2
	325.2	315.3	216.2	123.8	107.1	6.5
Sealing	325.2	314.7	301.6	145.2	123.6	9.4
	325.2(100)	305.8(94)	255.2(78)	127.9(39)	111.4(34)	8.4(23)
LDPE	325.2	319.3	224.3	141.3	82.0	7.6
	325.2	293.7	186.9	125.0	82.6	10.3
Deaeration & Sealing	325.2	305.7	247.3	120.7	84.8	15.0
	325.2(100)	306.2(94)	219.5(67)	129.0(40)	83.1(26)	11.0(30)

¹⁾ Weeks after storage. () : Relative index.

Table 6은 저장기간 중 부추즙액의 당도와 vitamin C 함량과의 관계를 검토한 결과로 저장 1주째는 유의성이 인정되지 않았으나, 저장 2주째 부터는 1%수준의 높은 유의상관이 인정되어 부추품질(단맛, 신선도)에 직접적인 영향을 미치는 당도와 vitamin C 함량간에 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 따라서, 부추 유통·저장시 PE(Polyethylene)film, 기능성 film등 포장재 저장 즉, MAP (Modified Atmosphere Packaging) 저장법은 CA(Controlled Atmosphere) 효과로 신선과채류의 품질을 효과적으로 유지시킬 수 있는 방법임을 알 수 있었다(14-15).

Table 6. Relationship between soluble solids and vitamin C content in chives during storage period

Storage (weeks)	1	2	3	4
Correlation coefficients	-0.1801	0.6995**	0.7506**	0.7161**

** : Significant at P = 0.01.

탄산가스 및 에틸렌가스 함량

부추 저장기간중 포장재별 CO₂농도의 변화를 조사한 결과 Fig. 1과 같이 저장 3주째(저장한계 기간)까지 LDPE film 처리는 2.83~4.62%, 그리고 PP film 처리는 2.97~6.64%로 저장기간이 경과할수록 증가되는 경향이었고, HDPE film 처리는 저장초기 즉, 저장 1주째는 4.33%로 높았으나 그 이후는 3.60~3.79%로 다소 낮게 유지되는 양상을 보여주었다. 특히 vitamin C 함량, 당도, total chlorophyll 함량 등이 현저히 적었던 PP film 밀봉처리는 저장 5주째까지도 지속적으로 증가하는 경향이였다.

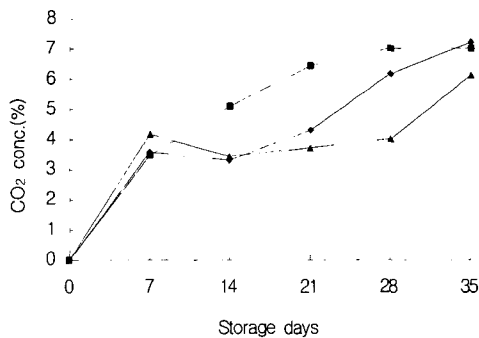


Fig. 1. Changes in CO₂ concentration of chives packed by different plastic film bags during storage period. ◆: LDPE, ■: PP, ▲: HDPE.

또한 C₂H₄의 농도변화를 조사한 결과, Fig. 2에서 보는 바와 같이 저장 3 주째(저장한계기간)까지 HDPE film처리는 0.12~0.22ppm으로 LDPE film 0.15~0.47ppm 또 PP film 0.39~0.51ppm 에 비하여 낮은 것으로 보아 HDPE film처리는 C₂H₄에 의한 추숙증상 즉 무름, 황화 등을 억제하여 품질유지에 다소 효과적이었을 것으로 추측된다. 따라서 CO₂와 C₂H₄ 농도의 경시적 변화를 종합해 보면, 품질유지 측면에서 다소 양호하였던 LDPE와 HDPE film 처리가 전반적으로 다소 낮게 유지되는 경향이였다. 이는 MAP저장시 일반적으로 나타나는 포장내부의 CO₂ 농도 증가와 O₂ 농도의 감소는 호흡과 증산작용을 억제하여 작물의 저장수명 연장에 탁월한 효과가 있다는 보고와 일치되는 경향이였으며, 한편으로 CO₂ 농도의 과도한 증가는 오히려 저장수명 연장에 장해를 끼친다고도 알려져 있다(6-8).

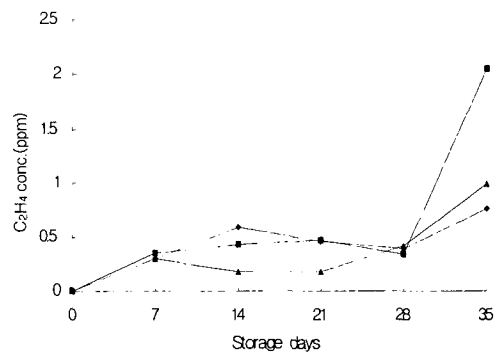


Fig. 2. Changes in C₂H₄ concentration of chives packed by different plastic film bags during storage period. ◆: LDPE, ■: P.P, ▲: HDPE.

Table 7은 저장기간중의 CO₂, C₂H₄ 농도와 당도, vitamin C 함량과의 상관관계를 검토한 결과이다. 저장 2주 및 3주째에 CO₂와 C₂H₄농도는 성분함량과 부의 상관이 있는 것으로 보아 많은 양의 가스농도는 부추품질에 나쁜 영향을 미침을 알 수 있었다.

Table 7. Relationship between CO₂ and C₂H₄ concentration in plastic film bags and quality at different storage period

Item	2 weeks		3 weeks	
	Soluble solids (° Brix)	Vitamin C (mg%)	Soluble solids (° Brix)	Vitamin C (mg%)
CO ₂ (%)	-0.3337	-0.5236*	-0.3336	-0.5633*
C ₂ H ₄ (ppm)	0.4646	-0.7542**	-0.7654**	-0.6155**

Significant at * : P = 0.05, ** : P = 0.01.

신선도 변화

Table 8 은 저장기간 중 포장방법별 부추의 외형적 특성 즉, 신선도정도, 부패율, 무름증상 등과 품질변화에 대한 종합평가 결과를 선도점수로 표기한 것으로, LDPE film과 HDPE film 밀봉처리가 저장 3주째 까지도 평가점수가 좋았다. PP film 밀봉처리는 저장 2주후에 다소 떨어지는 양상을 보여주었으며 포장방법간에는 밀봉처리가 탈기처리에 비하여 양호하였다. 이는 탈기처리의 경우 비닐내부 표면과 부추잎이 접촉되어 발생하는 수분과 CO₂, C₂H₄ 등의 가스에 의한 직접 피해에 의한 결과로 사료된다. 그리고 무포장은 저온저장 1주만에 상품성이 현저히 떨어졌으며 3~4일 이상은 선도유지가 불가능하였다.

Table 8. Changes in freshness score of chives during storage period

Package method	Freshness score					
	1*	2	3	4	5	
Unpackage	3	1	-	-	-	
Sealing	LDPE	9	9	9	7	5
	P.P	9	9	7	7	1
	HDPE	9	9	9	7	5
	mean	9.0	9.0	8.3	7.0	3.7
Deaeration & Sealing	LDPE	9	9	7	7	5
	P.P	9	9	5	5	1
	HDPE	9	9	9	7	5
	mean	9.0	9.0	7.0	6.3	3.7

* Weeks after storage.
Freshness score 9:excellent, 7:good, 5:normal, 3:bad, 1:very bad.

따라서 부추유통·저장시 상품성을 제고하고 선도를 장기간 유지시킬 수 있는 포장재와 포장방법은 LDPE와 HDPE 등 polyethylene film으로 밀봉포장하는 것이 좋은 포장방법이라고 판단되었다.

요 약

부추저장 중 포장재별 중량감소는 LDPE, PP 및 HDPE film처리가 포장재간 큰차이 없이 1% 미만의 매우 작은 감소를 보였으나, 무포장은 저장기간이 경과할수록 감소율이 현저히 증가하였다. 부추즙액의 당도는 입고시 6.0 °Brix에서 무포장 2주째에 4.6 °Brix로 크게 감소되었으며, LDPE film등 포장재처리는 밀봉처리에서 4.9~5.9 °Bx로 감소폭이 적었고, 탈기처리시에는 4.5~4.7 °Brix로 감소폭이 다소 큰 경향이 있었다. Vitamin C함량은 입고시 37.1mg%에서 무포장은 저장 1주째에 15.2mg%로 급격히 감소되었다. 포장재 처리시에는 저장 2주 후부터 현저히 감소되었

는데, 포장방법간에는 탈기밀봉이 밀봉처리에 비해 감소폭이 더 컸다. 저장기간중 CO₂ 및 C₂H₄ 가스농도의 변화를 조사한 결과 HDPE film 처리는 다소 낮은 농도를 보였으나, PP film처리는 저장기간이 길수록 증가하였다. 부추의 저장방법별 신선도(상품성)를 외형적 특성 및 품질변화 측면에서 종합 검토한 결과, LDPE와 HDPE film 처리는 저장 3주, P.P film처리는 저장 2주까지 선도가 유지되었으나 무포장은 저온저장 3~4일만에 상품성이 현저히 저하하였다.

참고문헌

1. 정희돈, 윤선주 (1996) 한국재래종 부추(*Allium tuberosum Rottle*) 잎의 성분과 맛의 비교. 한국원예학회지. 37(5), 611-616
2. 한상정, 高橋泰吉 (1986) 한국산 야생 *Allium*속 식물의 一種과 재래부추에 관한 연구. II. 핵형 분석, 생장해석 및 성분분석. 한국원예학회지. 27(1), 1-10
3. 이우승 외. (1994) 백합과 채소 재배기술. 경북대출판사. p. 211-236
4. 손재근 (1997) 부추우량품종 육성 및 채종재배기술. 농수산 기술개발 사업보고서(1차년도). p. 9
5. Ben-Yeoshua, S. (1985) Individual sealpackaging of fruits and vegetables in plastic film, a new post-harvest technique. *Hort. Science.*, 20, 32-37
6. Aharoni, N. and Ben-Yeo Shua S. (1973) Delaying deterioration of romaine lettuce by vacuum cooling and modified atmosphere produced in polyethylene packages. *J. Amer. Hort. Sci.* 98(5), 464-468
7. 정진철, 박권우, 양용준 (1990) Influences of packaging with high density polyethylene film on the quality of leaf lettuce (*Lacta Sativa L. CV. Cheongchima*) during low temperature, 한국원예학회지. 31(2), 219-225
8. Golomb, A.S., Ben-Yeoshua, S. and Sarig Y. (1984) Polyethylene wrap improves healing and lengthens shelf life of mechanically-harvested grapefruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109, 155-159
9. 임재욱, 유창재, 권규철, 손영구 (1993) 시금치 주년재배에 관한 연구. 4. 온도 및 포장재료에 의한 선도유지. 농업논문집, 35(1), 471-475.
10. Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition.*, 28, 1-30

11. Zagory, D. and Kader, A.A. (1988) A modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technol.*, **42**, 70-77
12. 송정춘, 박남규, 정우경, 이상양, 허한순 (1996) 플라스틱 film을 이용한 풋콩저장. 농업논문집. **38(1)**, 927-933
13. Willis, J.C., Wilmalasiri, P. and Scott K.J. (1979) Short pre-storage exposures of high carbon dioxide or low oxygen atmosphere for the storage of some vegetables. *Hort. Science*, **14**, 528-532
14. Dangyang. K, and Saltveit M.E. (1989) Carbon dioxide induced brown stain development as related to phenolic metabolism in Iceberg Lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **114**, 789-794
15. Kramer, A., Solomos, T., Wheaton, F., Puri, A., Sirvichaya, S., Lotem, Y., Fowke, M. and Ehrman, L. (1980) A gas exchange process for extending the shelf life of raw foods. *Food Technol.*, **34**, 64-75

(1999년 6월 9일 접수)