

과제구분	기 본	Code: LS0510	수행구분	전반기	연구기간	'00~01(완결)
연구과제명	농산물 저장 기술 개발 연구			연구책임자	공영준	
세부과제명	CA저장에 의한 채소류 단경기 출하 기술 실증시험					
연구원별임무						
구 분	소 속	성 명	담 당 임 무			
세부과제책임자	특화작목개발시험장	권혜정	연구계획 및 총괄			
공동연구자	"	장진선	경영성분석			
	"	공영준	저장작목 품질분석			
	"	최병근	"			
	"	홍정기	시험방향 설정			
	강원대학교	오덕환	연구자문			
색 인 용 어	CA저장, 애호박, 토마토, 시금치, 결구상추, 단고추, 양미나리,					

1. 연구배경

과채류는 생산시기가 집중되어 있어 홍수출하 및 기상조건에 의한 가격 등락폭이 높다. 최근 10년 동안 채소류의 가격 진폭율은 토마토(15kg)는 289.9%, 양미나리(10kg)는 349.6%, 결구상추(8kg)는 475.6%로 다른 작목에 비해 가격 등락폭이 큰 것으로 나타났다. (강원도농업기술원 1999). 이러한 홍수출하와 기상조건에 따른 출하량의 증감에 대한 출하 시기 조절은 재배지에서 출하량을 줄이기 위해 산지 폐기 등의 방법으로 가격 조절을 하거나, 단기간의 저온저장, MA저장하여 출하시기를 분산시켜 조절하였다.

기존의 저장방법과 달리 CA저장은 저장고내의 공기조성비를 인위적으로 조절하여 저장산물을 저장하여 저장산물의 질적, 양적 손실을 최소화 할 수 저장방법의 일종으로 국내에서는 과일류-사과, 배, 감 등과 핵과류-밤에 일부 이용하고 있는 것으로 알려져 있다(한국농산물저장유통학회 1999).

각 작목의 CA저장조건 및 저장 온도는 토마토 산소 3~10%, 이산화탄소 5~9%, 8~12℃, 결구상추는 산소 1~3%, 이산화탄소 0%, 0~5℃, 양미나리는 산소 1~4%, 이산화탄소 0~5% 0~5℃, 단고추는 산소 3~5%, 이산화탄소 0%, 8~12℃이다(Adel 1992). 그러나, 이러한 CA저장의 범위가 너무 넓기 때문에 개별 작목의 보다 세밀한 CA조건을 바탕으로 저장 할 필요가 있다.

따라서, 본 연구는 1) 채소류(단고추, 착색단고추, 양미나리)의 CA저장시 적정 CO₂와 O₂ 농도를 구명하기 위하여 저장기간에 따른 품질변화 및 2)CA저장에 의한 채소류의 단경기 출하 실증시험을 통하여 CA저장의 실용화 가능성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

(시험1) 채소류의 CA저장 조건 구명

가. 공시재료

강원도 평창군의 농가포장에서 재배된 단고추, 착색단고추, 양미나리를 2000년 6~9월에 걸쳐 구입하여 본 시험장 CA저장시설(Pacific CA system. U.S.A)에서 실시하였다. 각 저장 품목별 CA저장 조건 및 저온저장 온도는 표 1과 같다. 저장품목의 품질변화는 5~10일 간격으로 조사하였다.

표 1. 저장품목별 CA저장 및 저온저장 조건

품 목	품 종	CA저장조건			저온저장 온도(°C)
		O ₂ (%)	CO ₂ (%)	온도(°C)	
단 고 추	뉴에이스	1, 3, 5	0, 1	8	8
착색단고추	스프리트	1, 3, 5	0, 1	8	8
양 미 나 리	델 유 타	1~4	0~5	2	2

나. 측정방법

감모율 : 초기중량에 대한 저장중의 중량감소정도를 백분율로 표시하였다.

부패율 : 육안으로 검사하여 수침증상, 반점, 공팡이가 조금이라도 발생되면 부패과로 취급하여 조사된 작물에 대한 백분율로 표시하였다.

당함량 : 일정량을 homogenizer로 마쇄하여 15,000rpm에서 15분간 원심분리(Centrifuge, T-42K, Italy)한 후 상등액을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Waters)로 분석하였다. 분석조건은 Column은 Sugar PackTM / 6.5 \times 300mm, Mobile phase은 water, Column temp. 90°C, Detector는 RI/Waters410, flow rate 0.5ml/min 이며, Injection volume 10 μ l로 하였다.

비타민C 함량 : 일정량을 5% metaphosphoric acid(H₃PO₃)용액 10ml를 첨가한 후 homogenizer (PT-2100, Polytron, Kinematica)로 마쇄하여 whatman No. 547로 여과한 후 2,4-dinitrophenylhydrazine법(주 등 1994)에 의해 520nm의 흡광도를 측정하여 표준 비타민 C의 정색과 비교하여 총 비타민 C의 함량을 구하였다.

엽록소 : 잎을 일정량 채취하여 80% Aceton 20ml에 저온에서 24시간 추출한 후 UV/VIS Spectrophotometer(Hewlett Packard 8452A)를 이용하여 측정파장은 645nm, 663nm로 측정하였다(Aron 1949)

Spad측정 : Spad(Minolta, Japan)을 이용하여 잎의 일정부분을 3반복하여 측정한 평균을 표시하였다.

색도 : 겉표면을 색도색차계(JP-7200F, Japan)로 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)값을 측정하였다.

경도 : 물성측정은 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific co., LTD, Japan)를 사용하였으며, 분석조건은 최대무게 10kg, table speed는 120mm/sec, 사용한 adapter는 Round형으로 직경이 5mm되는 stainless steel을 사용하였다.

저장일수: 변색, 시들음, 부패 등을 종합적으로 관찰하여 5단계(5=우수, 4=양호, 3=보통, 2=불량, 1=열악)로 평가하여 종합점수가 3점까지를 판매가능한 저장일수로 하였다.

(시험 2) CA저장에 의한 채소류의 단경기 출하 기술 개발

가. 공시재료

본 시험은 2년에 걸쳐 수행되었으며, 2000년에 사용된 공시재료는 애호박, 토마토, 결구상추이며, 그중 애호박 및 토마토는 춘천 근교 작목반에서, 결구상추는 대관령원협을 통해 8~9월 사이에 구입하였다. 2001년에는 시금치, 양미나리, 단고추를 강원도 평창군에서 재배된 것을 8월 중하순에 대관령원협을 통해 구입하여 본 시험장 CA저장시설에서 저장하였다. 각 저장 품목별 CA저장 조건 및 저온 저장 온도는 표 2와 같다. 저장품목은 저장 5~10일 간격으로 품질변화를 조사하였고, 저장은 총 10년간의 농산물 가격정보를 바탕으로 하여 년중 최저 가격 형성시에 실시하였고 출하는 년중 최고 가격 형성하는 시기에 행하여 경제성을 분석하였다.

표 2. 저장 품목별 CA저장 및 저온저장 조건

품 목	품 종	CA저장 조건			저온저장(°C)
		O ₂ (%)	CO ₂ (%)	온 도(°C)	
애 호 박	중앙애호박	1	3	5	5
결구상추		1~5	0	2	2
토 마 토	도태랑	2.5	2.5~5	8	8
시 금 치	킹오브텐마크	2	0	2	2
단 고 추	뉴에이스	1	0	8	8
양미나리	델유타	2	5	2	2

나. 측정방법

측정방법은 (시험1)과 동일하게 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 채소류의 CA저장 조건 구명

가. 단고추

단고추의 저장 방법별 저장기간에 따른 감모율, 부패율 및 저장가능일수는 표 3과 같다. 감모율은 상온(25°C)은 저장 20일에 16%, 저온(8°C)은 저장 40일 13%, CA저장은 저장 40일에 1% O₂ 처리구가 3.1%인 것을 제외하고는 17.3~27%이었다. 부패율은 상온(25°C)은 저장 20일에 착색에 의해 상품성을 상실한 반면, 저온 및 CA저장구는 과피 및 꼭지부분의 곰팡이 발생에 의해 저장 30일 이후 급격히 상품성을 상실하였다. 저장 가능 일수는 상온(25°C) 10일, 저온(8°C) 30일, CA(1% O₂)저장 40일 이었다.

표 3. 단고추의 저장 방법별 저장기간에 따른 감모율, 부패율 및 저장 일수

저장 방법	감 모 율(%)				부 패 율(%)				저장일수 (일)
	20일	30	35	40	20일	30	35	40	
상 온	16	-	-	-	10 ^z	-	-	-	10
저 온	1.0	1.5	1.8	12.7	0	10	13	20	30
CA저장(O ₂ :CO ₂)									
1 : 0	2.0	2.7	2.7	3.1	0	0	3	3	40
3 : 0	1.3	2.0	2.3	-	0	13	47	-	30
5 : 0	1.3	1.8	7.7	27.0	10	13	27	53	20
1 : 1	1.0	1.3	4.0	21.4	3	17	17	40	30
3 : 1	1.2	1.4	1.6	17.3	0	0	7	30	35
5 : 1	1.3	1.7	6.8	23.4	7	20	20	47	30

^z 상온 : 착색과율(60%)

나. 착색단고추

착색단고추의 저장방법별 저장기간에 따른 감모율, 부패율 및 저장 일수는 표 4와 같다. 감모율은 상온(25℃) 저장 20일에 5.3%, 저온(8℃) 및 CA저장은 저장 25일까지는 2.4%이하였으나 저장 30일은 10.1~29.5%로 급격히 감모율이 높아졌다. 부패율은 상온은 저장 20일에 30%였고, 저온은 30일 10%, CA저장은 10~40%로 CA저장에 의해 착색단고추의 부패는 억제되지 않았다. 저장일수는 상온 8일, 저온 30일, CA저장(1%O₂:1%CO₂)은 30일, 나머지 CA저장은 20~25일이었다. 따라서 착색단고추는 본 실험에서 실시한 CA농도에서는 효과가 없었다.

표 4. 착색단고추의 저장방법별 저장기간에 따른 감모율, 부패율 및 저장 일수

저장 방법	감모율(%)				부패율(%)				저장일수 (일)
	20일	25	30	40	20일	25	30	40	
상 온	5.3	-	-	-	30	-	-	-	8
저 온	2.0	2.4	11.7	20.9	0	5	10	25	30
CA저장(O ₂ :CO ₂)									
- 1 : 0	0.8	0.9	23.9	37.6	0	20	25	40	20
- 3 : 0	0.7	0.9	29.5	53.3	0	25	40	55	20
- 5 : 0	0.7	0.8	28.4	41.9	10	15	30	45	20
- 1 : 1	0.8	1.1	10.5	24.4	3.3	5	10	25	30
- 3 : 1	0.7	0.8	10.1	24.1	0.	10	15	25	25
- 5 : 1	0.7	0.9	14.4	42.1	6.7	10	15	45	25

다. 양미나리

양미나리의 저장방법별 감모율 및 품질비교는 표 5와 같다. 감모율은 저온(2℃)저장 25일에 7%, CA저장 48일에 2%이하였다. 당함량은 저장방법에 따른 차이는 없었으나, 엽록소 함량은 CA저장 처리구가 저온 저장 처리구보다 10배 정도 높았다. 비타민 C함량은(2%O₂, 0%CO₂)처리구가 다른 처리에 비해 높게 유지되었다. 저장가능기간은 저온이 25일, CA저장(2%O₂, 0%CO₂)구, (2%O₂, 5%CO₂)구, (4% O₂, 5%CO₂)구가 48일 이었다.

표 5. 양미나리의 저장방법별 감모율 및 품질 비교

(저장 48일 후)

저장 방법	감모율 (%)	당함량 (g/100g)	비타민C (mg/100g)	엽록소 (mg/g)	저장일수 (일)
저온 ²	7.0	1.1	8.9	0.1	25
CA저장(O ₂ :CO ₂)					
- 1 : 0	1.4	1.2	18.6	1.0	44
- 2 : 0	1.9	1.0	22.4	1.0	48
- 4 : 0	1.8	1.4	16.2	1.1	35
- 2 : 5	1.6	1.0	10.0	1.1	48
- 4 : 3	1.4	1.2	11.7	1.0	48
- 4 : 5	1.3	1.5	11.0	0.7	35

²저온: 저장 25일

(시형 2) CA저장에 의한 채소류의 단경기 출하 기술 개발

가. 애호박

애호박의 저장 및 포장방법별 저장 10일 후의 품질 비교는 표 6과 같다. 감모율은 저장 5일 상온(25℃) 2.6%, 저온(8℃) 및 CA(1% O₂, 3% CO₂)저장구는 저장 10일 1.2~1.5%였다. 당함량은 저장 방법에 상관없이 AF포장구가 다소 높았고, 비타민 C함량은 CA저장된 AF포장구가 높았다. 내부 색도는 저온저장 처리구가 CA저장 처리구보다 b값이 낮았다. 저장가능기간은 상온은 5일, 저온은 10~12일, CA저장은 12~14일 이었다.

표 6. 애호박의 저장 및 포장방법별 품질 비교

(저장 10일 후)

저장 방법	포장 방법	감모율 (%)	당 (g/100g)	비타민C (mg/100g)	내부색도 ^y			저장 기간 (일)
					L	a	b	
상 온 ²	무포장	2.6	1.4	4.4	79.4	1.5	36.5	5
저 온	무포장	1.4	1.7	22.6	84.0	-1.8	29.2	10
	AF포장	1.2	2.2	19.4	83.1	-1.7	29.2	12
	PE포장	1.2	1.6	15.3	83.6	-2.4	28.3	12
CA저장 (1% O ₂ , 3% CO ₂)	무포장	1.2	1.9	22.6	84.3	-3.8	31.3	12
	AF포장	1.5	2.2	25.0	84.2	-3.4	32.7	14
	PE포장	1.4	1.7	21.2	84.3	-3.3	32.0	14

²상온: 저장 5일

^y L: + White ~ -Black, a : + Red ~ - Green, b : +Yellow ~ - Blue

애호박의 저장방법별 출하 후 가격 비교는 표 7과 같다. 수확직후 판매가격은 750원/kg 이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 127원, CA저장이 217원/kg이 발생되었고, 손익분 기점은 저온저장은 877원, CA저장은 967원/kg으로 분석되었다.

표 7. 애호박의 저장방법별 출하 후 가격 비교

(원/kg)

구 분	판매가격	저장 및 유통비용	농가수취가격	지 수
수확직후출하(8.14)	750	53	697	100
저온저장 (9일후)	500	127	373	54
CA저장 (12일후)	1,125	217	908	130

나. 결구상추

결구상추의 저장방법별 저장 18일 후의 품질 비교는 표 8과 같다. 감모율은 상온(25℃)은 저장 3일 6.2%, 저온(2℃)은 저장 18일 7.1%, CA저장(1, 3, 5% O₂)은 5.7~11%로 O₂농도가 낮아질수록 낮았다. 당함량은 처리별 큰 차이가 없었고, 비타민 C와 엽록소 함량은 저온 처리구가 CA저장 처리구보다 다소 높았다. 색도는 CA저장 처리구가 저온저장 처리구보다 L, a값이 높아 선명한 녹색을 유지하였다. 저장 가능 기간은 저온 20일, CA저장 27일이었다.

표 8. 결구상추의 저장방법별 품질 비교 (저장 18일 후)

저장 방법 ^z	감모율 (%)	당 (g/100g)	비타민C (mg/100g)	엽록소 (mg/g)	색 도 ^y			저장 기간(일)
					L	a	b	
저온저장	7.1	0.3	2.0	0.8	37.5	-7.6	16.2	20
CA저장								
O ₂ 5%	11.0	0.4	1.3	0.4	48.6	-10.1	20.8	27
3	6.4	0.3	1.4	0.5	50.6	-11.4	23.3	27
1	5.7	0.3	1.3	0.3	53.6	-11.3	23.2	27

^z 상온감모율 : 6.2%(저장 3일)

^y L: + White ~ -Black, a : + Red ~ - Green, b : +Yellow ~ - Blue

결구상추의 저장방법별 출하 후 가격 비교는 표 9와 같다. 수확직후 판매가격은 1,000원/kg 이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 204원, CA저장이 395원/kg이 발생되었고 손익분기 점은 저온저장은 1,204원, CA저장은 1,395원/kg으로 분석되었다.

표 9. 결구상추의 저장방법별 출하 후 가격 비교 (원/kg)

구 분	판매가격	저장 및 유통비용	농가수취가격	지 수
수확직후출하(8.10)	1,000	70	930	100
저온저장 (19일후)	750	204	546	59
CA저장 (27일후)	1,500	395	1,105	119

다. 토마토

토마토의 저장방법별 저장 28일 후의 품질비교는 표 10과 같다. 감모율은 저온(8℃)은 저장 28일 2.5%, CA저장은 1.5%였다. 부패율은 저온저장이 26.7%, CA저장이 10~20%, 착색과율은 저온저장이 63.3%, CA저장이 26.7~53.3%였다. 당함량은 CA저장 처리구가 저온저장 처리구보다 높았고, 비타민 C함량은 저온 및 (2.5%O₂, 2.5%CO₂)구는 비슷하였다. 경도는 (2.5%O₂, 2.5%CO₂)구가 다른 처리에 비해 높았다. 저장 가능기간은 저온 20일, (2.5%O₂, 5%CO₂)구 32일, (2.5%O₂, 2.5%CO₂)구 28일이었다.

표 10. 토마토의 저장방법별 품질 비교

(저장 28일 후)

저장 방법	감모율 (%)	부패율 (%)	착색과율 (%)	당 (g/100g)	비타민C (mg/100g)	경도 (kg/cm ²)	색 도 ²			저장 기간(일)
							L	a	b	
저 온 CA저장(O ₂ :CO ₂)	2.5	26.7	63.3	2.5	11.2	111.2	51.9	5.9	25.4	20
2.5 : 5	1.5	10.0	26.7	3.7	9.1	111.3	49.1	2.6	22.1	32
2.5 : 2.5	1.5	20.0	53.3	3.6	11.0	120.7	49.2	5.0	22.1	28

² L: + White ~ -Black, a : + Red ~ - Green, b : +Yellow ~ - Blue

토마토의 저장방법별 출하 후 가격 비교는 표 11과 같다. 수확직후 판매가격은 1,667원/kg 이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 316원, CA저장이 334원/kg이 발생되었고, 손익분기점은 저온저장은 1,983원, CA저장은 2,001/kg원으로 분석되었다.

표 11. 토마토의 저장방법별 출하 후 가격 비교

(원/kg)

구 분	판매 가격	저장 및 유통비용	농가 수취 가격	지 수
수확직후출하(9.9)	1,667	117	1,550	100
저온저장(13일 후)	2,467	316	2,151	139
CA저장 (20일 후)	2,400	334	2,066	133

라. 시금치

시금치의 저장방법별 저장 21일 후의 품질비교는 표 12와 같다. 감모율은 저장 4일 상온(25℃) 19.2%, 저온(2℃)저장 21일 16.6%, CA(2% O₂)저장 3.7%였다. 비타민 C는 상온이 저장 4일 0.5, 저온저장은 저장 21일 3.3, CA저장은 4.9mg/100g이었다. 엽록소 함량은 상온은 저장 4일 후 황화되었으나, 저온 및 CA저장(2% O₂)은 각각 44.4, 45.8로 녹색을 유지하였다. 저장가능기간은 상온은 4일, 저온은 18일, CA저장은 21일 이었다.

표 12. 시금치의 저장방법별 품질 비교

(저장 21일 후)

저장 방법	감모율 (%)	비타민C ^y (mg/100g)	엽록소함량 (spad)	저장기간 (일)
상 온 ^z	19.2	0.5	38.9	4
저 온	16.6	3.3	44.4	18
CA저장(2% O ₂)	3.7	4.9	45.8	21

^z 상 온 : 저장 4일

^y 저장전 : 비타민 C함량(19.1mg/100g), Spad(49.1)

시금치의 저장방법별 출하 후 가격 비교는 표 13과 같다. 수확직후 판매가격은 2,125원/kg 이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 127원, CA저장이 217원/kg이 발생되었고, 손익분기점은 저온저장은 2,252원, CA저장은 2,342원/kg으로 분석되었다.

표 13. 시금치의 저장방법별 출하 후 가격 비교 (원/kg)

구 분	경락가격	저장 및 유통비용	농가수취가격	지 수
수확직후출하(8.9)	2,125	53	2,072	100
저온저장(8일후)	2,250	127	2,123	102
CA저장 (19일후)	875	217	658	31.8

마. 단고추

단고추의 저장방법별 저장 21일 후의 품질비교는 표 14와 같다. 감모율은 저장 21일 저온저장(8℃) 2.9%, CA저장(1% O₂)은 0.7%였고, 비타민 C 함량은 저장 21일 저온저장(8℃) 59.8, CA저장 61.9mg/100g였다. 저장 가능기간은 저온은 30일, CA저장은 37일 이었다.

표 14. 단고추의 저장방법별 품질 비교 (저장 21일 후)

저장 방법	감모율 (%)	비타민C ² (mg/100g)	경도 (×10 ⁵ g/cm ²)	저장기간 (일)
저 온	2.9	59.8	2.4	30
CA저장(1% O ₂)	0.7	61.9	2.6	37

² 초기: 비타민 C함량(68.6mg/100g), 경도(4.6×10⁵g/cm²), 저장시기: 8월31일

단고추의 저온저장 21일후 가격 비교는 표 15와 같다. 수확직후 판매가격은 2,500원/kg 이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 316원/kg이 발생되었고, 손익분기점은 저온저장은 2,816원/kg으로 분석되었다.

표 15. 단고추의 저장방법별 출하 후 가격 비교 (원/kg)

구 분	판매가격	저장 및 유통비용	농가수취 가격	지 수
수확직후출하(8.31)	2,500	117	2,383	100
저온저장 (21일후)	600	316	284	12

바. 양미나리

양미나리의 저장방법별 저장 21일 후의 품질비교는 표 16과 같다. 감모율은 저장 21일 저온(2℃)저장 16.5%, CA저장(1% O₂) 1.2%였고, 비타민 C함량은 저온저장 15.2, CA저장 16.0mg/100g이었고, 경도는 저온저장 0.9, CA저장이 1.9×10⁵g/cm²이었다. 저장가능기간은 저온은 27일, CA저장은 35일이었다.

표 16. 양미나리의 저장방법별 품질 비교 (저장 21일 후)

저장 방법	감모율 (%)	비타민C ² (mg/100g)	경도(×10 ⁵ g/cm ²)	저장기간 (일)
저 온	16.5	15.2	0.9	27
CA저장(1% O ₂)	1.2	16.0	1.9	35

² 초기: 비타민 C함량(43.2mg/100g), 경도(7.6×10⁵g/cm²), 저장시기: 8월31일

4. 적 요

채소류의 CA저장시 적정 CO₂와 O₂농도의 구명 및 단경기 출하 실증시험을 통하여 CA저장의 실용화 가능성을 검토한 결과는 다음과 같다.

(시험1) 채소류의 CA저장 조건 구명

가. 단고추

감모율은 상온(25℃)은 저장 20일에 16%, 저온(8℃)은 저장 40일 13%, CA저장은 저장 40일에 1% O₂ 처리구가 3.1%인 것을 제외하고는 17.3~27%이었다. 부패율은 상온(25℃)은 저장 20일에 착색에 의해 상품성을 상실한 반면, 저온 및 CA저장구는 과피 및 꼭지부분의 곰팡이 발생에 의해 저장 30일 이후 급격히 상품성을 상실하였다. 저장 가능 일수는 상온(25℃) 10일, 저온(8℃) 30일, CA(1% O₂)저장 40일 이었다.

나. 착색단고추

감모율은 상온(25℃) 저장 20일에 5.3%, 저온(8℃) 및 CA저장은 저장 25일까지는 2.4% 이하였으나 저장 30일은 10.1~29.5%로 급격히 감모율이 높아졌다. 부패율은 상온은 저장 20일에 30%였고, 저온은 30일 10%, CA저장은 10~40%로 CA저장에 의해 착색단고추의 부패가 억제되지는 않았다. 저장일수는 상온 8일, 저온 30일, CA저장(1%O₂:1%CO₂)은 30일, 나머지 CA저장은 20~25일 이었다.

다. 양미나리

감모율은 저온(2℃)저장 25일에 7%, CA저장 48일에 2%이하였다. 당함량은 저장방법에 따른 차이는 없었으나, 엽록소 함량은 CA저장 처리구가 저온 저장 처리구보다 10배 정도 높았다. 비타민 C함량은(2%O₂, 0%CO₂)처리구가 다른 처리에 비해 높게 유지되었다. 저장가능기간은 저온이 25일, CA저장(2%O₂, 0%CO₂)구, (2%O₂, 5%CO₂)구, (4% O₂, 5%CO₂)구가 48일 이었다.

(시험 2) CA저장에 의한 채소류의 단경기 출하 기술 개발

가. 애호박

감모율은 저장 5일 상온(25℃) 2.6%, 저온(8℃) 및 CA(1% O₂, 3% CO₂)저장구는 저장 10일 1.2~1.5%였다. 당함량은 저장 방법에 상관없이 AF포장구가 다소 높았고, 비타민 C 함량은 CA저장된 AF포장구가 높았다. 내부 색도는 저온저장 처리구가 CA저장 처리구보다 b값이 낮았다. 저장가능기간은 상온은 5일, 저온은 10~12일, CA저장은 12~14일 이었다.

애호박의 수확직후 판매가격은 750원/kg이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 127원/kg, CA저장이 217원/kg이 발생되었고, 손익분기점은 저온저장은 877원, CA저장은 967원으로 분석되었다.

나. 결구상추

감모율은 상온(25℃)은 저장 3일 6.2%, 저온(2℃)은 저장 18일 7.1%, CA저장 CA저장(1, 3, 5% O₂)은 5.7~11%로 O₂농도가 낮아질수록 낮았다. 당함량은 처리별 큰 차이가 없었고, 비타민 C와 엽록소 함량은 저온 처리구가 CA저장 처리구보다 다소 높았다. 색도는 CA

저장 처리구가 저온저장 처리구보다 L, a값이 높아 선명한 녹색을 유지하였다. 저장 가능 기간은 저온 20일, CA저장 27일 이었다.

결구상추의 수확직후 판매가격은 1,000원/kg이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 204원/kg, CA저장이 395원/kg이 발생되었고, 손익분기점은 저온저장은 1,204원, CA저장은 1,395원으로 분석되었다.

다. 토마토

감모율은 저온(8℃)은 저장 28일 2.5%, CA저장은 1.5%였다. 부패율은 저온저장이 26.7%, CA저장이 10 ~ 20%, 착색과율은 저온저장이 63.3%, CA저장이 26.7 ~ 53.3%였다. 당함량은 CA저장 처리구가 저온 저장 처리구보다 높았고, 비타민 C함량은 저온 및 (2.5%O₂, 2.5%CO₂)구는 비슷하였다. 경도는 (2.5%O₂, 2.5%CO₂)구가 다른 처리에 비해 높았다. 저장 가능기간은 저온 20일, (2.5%O₂, 5%CO₂)구 32일, (2.5%O₂, 2.5%CO₂)구 28일 이었다.

토마토의 수확직후 판매가격은 1,667원/kg이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 316원, CA저장이 334원/kg이 발생되었고, 손익분기점은 저온저장은 1,983원, CA저장은 2,001/kg원으로 분석되었다.

라. 시금치

감모율은 저장 4일 상온(25℃) 19.2%, 저온(2℃)저장 21일 16.6%, CA(2% O₂)저장 3.7%였다. 비타민 C는 상온이 저장 4일 0.5, 저온저장은 저장 21일 3.3, CA저장은 4.9 mg/100g이었다. 엽록소 함량은 상온은 저장 4일 후 황화되었으나, 저온 및 CA저장(2% O₂)은 각각 44.4, 45.8로 녹색을 유지하였다. 저장가능기간은 상온은 4일, 저온은 18일, CA저장은 21일 이었다.

시금치의 수확직후 판매가격은 2,125원/kg 이었고, 저장 및 유통비용은 저온저장이 127원, CA저장이 217원/kg이 발생되며, 손익분기점은 저온저장은 2,252원, CA저장은 2,342원/kg으로 분석되었다.

마. 단고추

감모율은 저장 21일 저온저장(8℃) 2.9%, CA저장(1% O₂)은 0.7%였고, 비타민 C 함량은 저장 21일 저온저장(8℃) 59.8, CA저장 61.9mg/100g였다. 저장 가능기간은 저온은 30일, CA저장은 37일 이었다.

단고추의 수확직후 판매가격은 2,500원/kg 이었고, 저온저장 및 유통비용은 316원/kg이 발생되며, 손익분기점은 저온 저장은 2,816원/kg으로 분석되었다.

바. 양미나리

감모율은 저장 21일 저온(2℃)저장 16.5%, CA저장(1% O₂) 1.2%였고, 비타민 C함량은 저온저장 15.2, CA저장 16.0mg/100g이었고, 경도는 저온저장 0.9, CA저장이 1.9×10⁵g/cm² 이었다. 저장가능기간은 저온은 27일, CA저장은 35일 이었다.

5. 인용문헌

- 강원도농업기술원. 1999. 강원도 농산물 유통정보
- 강원도농업기술원. 2000. 농산물유통정보
- Ko, N.P., A.E. Watada, D.V. Schlimme, and J. C. Bouwkamp. 1996. Storage of spinach Under Low Oxygen Atmosphere Above the Extinction Point. J. Food Sci. 61(2), pp398~406
- Kwon, H.J., G.P. Hong and Y.J. Kong. 1998. 예냉 및 필름포장이 셀러리의 저장성에 미치는 영향. RDA J. H. S, 40(2), pp37~43.
- 농촌진흥청. 2000. 농산물 수확후 관리기술
- Robert, L. S. 1992. Postharvest Handling : A Systems Approach. Academic press.
- Salunkhe, D.K. and B.B. Desai. 1984. Postharvest Biotechnology of Vegetables. CRC press Inc.
- Santi, R.B and J. C. Pan. 1992. Shelf Life of Mature Green Tomatoes Stored in Controlled Atmosphere and High Humidity. Journal of Food Sci. 57(4), pp 948~953
- Adel, A. K. 1992. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Univ.of California.
- Aharoni, N. and S.B. Yehoshua. 1973. Delaying Deterioration of Romanine Lettuce by Vacuum Cooling and Modified Atmosphere Produced in Polyethylene Packages. J. Amer. Soc. Hort. Sci, 98(5), pp464~468
- Aron D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol, 24, pp1~5
- 이현동, 윤홍선, 최종욱. 2001. CA저장 중 방울토마토의 품질특성 변화. Korean. J. Postharvest Sci. Technol, 8(3), pp239~245.
- 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조. 1994. 식품분석법. 유림문화사, pp355~359.
- Chien Y. W. 1990. Chilling injury of horticultural crops CRC press, Inc.
- Hardenburg, R.E., E.W. Alley and Y.W. Chien. 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. U.s. Department of Agriculture. Agriculture Handbook(66), pp3~6
- 한국농산물저장유통학회. 1999. 농산물저장유통기술 핸드북. pp361~414

6. 연구결과 활용제목

- 영농활용 : 애호박의 저장전 가온처리에 의한 유통기간 연장