

과제구분	기본연구	Code : LS0508	수행구분	전반기	연구기간	2002(1년차완료)
연구과제명	농산물 저장기술 개발 연구				연구책임자	공 영 준
세부과제명	폐갱을 활용한 고랭지 채소 장기저장 기술 개발					
연구원별임무						
구 분	소 속	성 명	담 당 업 무			
세부과제책임자	특화작목개발시험장	공영준	연구과제 총괄수행			
공동연구자	"	최병곤	저장중 품질특성 조사			
	"	김경대	"			
	"	홍정기	연구방향 설정			
	고원농업시험장	권혜정	저장시료 분석			
	농 가	김재우	저장시료 입고 및 조사			
색인용어	폐갱저장, 고랭지, 배추, 양배추, 무, 양파					

ABSTRACT

The price of fresh vegetables has been tend to fluctuate every year according to production, consumption, and weather. So, it is important to keep the constant price and supply of agricultural produce. There are many refrigerated facilities, but high electrical charge and management expences lower the usage of refrigerated facilities. We carried out experiment to know whether it is possible to use abandoned mines located in Gangwon province in storage of fresh vegetables. Though radish, cabbage, potato and onion might be stored in abandoned mines for two monthes, it was necessary to install air controlled system in the abandoned mine in order to prolong the preservation time and keep quality of fresh vegetables.

1. 연구배경

원예작물에 대한 수요 증가와 원예농가의 소득증가로 인하여 원예작물 재배면적이 1965년 이후 계속 꾸준히 증가하고 있다. 농업전체의 재배면적은 같은 기간 동안 무려 114만 ha가 감소한 것에 비하여, 원예재배 면적은 총 33.9만ha 증가하여 연평균 약 1만ha가 새로이 원예재배용으로 전환된 것이다(박효근, 2001). 원예산업이 전체 농업에서 차지하는 중요도가 증가됨에 따라 원예산물의 가격 불안정성 문제가 대두되고 있는 실정이다. 최근 10년 동안 채소류의 가격 진폭율은 토마토(15kg)는 289.9%, 양미나리(10kg)는 349.6%, 결구상추(8kg)는 475.6%였으며(강원도농업기술원, 1999), 대부분의 원예작물의 생산량이나 가격의 연간 변동이 심하고, 특히 고추와 양파의 경우 생산량변동률은 20% 이상, 가격은 무려 40% 이상 이었다. 저장성이 없는 무, 배추와 같은 작물의 경우 계절간의 값 차이가 많이 나는 것으로 조사되었다(박효근, 2001).

가격 및 생산량 변동의 폭을 줄일수 있는 방법으로 출하량의 증감에 대한 출하시기 조절 및 재배지에서 출하량을 줄이기 위해 산지 폐기 등의 방법 등이 동원되기도 한다. 또한, 최근에는 농산물 저장에 대한 관심이 높아가면서, 전국적으로 저온저장고가 많이 보급되고 있으나, 전기료, 관리비 등의 문제로 인해 활발히 사용되지 못하는 실정이다.

이에 농산물이용시험장에서는 강원도내에 분포해 있는 폐갱을 이용, 원예산물의 단기간 저장 가능성을 검토하여, 원예산물의 출하량 조절 및 가격의 불안정성을 해소를 위한 하나의 대안을 제시하고자 본 실험을 수행하였다.

국내에서는 연구동향을 살펴보면 지하암반을 이용한 이용한 농산물 저장연구(서만철, 1998), 지하암반을 이용한 식품저장기술 개발(김경만, 1999), 농수축산물 지하암반 종합물류센터 건설방안 연구 등이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

시험에 사용된 배추 등 6종의 시료는 시험실시 하루전인 2002년 10월 23일 구입하여, 10월 24일 폐갱에 입고하였다. 무, 양파, 감자, 양배추 등은 평창 현지 농협을 통하여, 풋고추, 홍고추는 소금강 작목반에서 구입하였다.

나. 시험구 처리

무, 양파, 감자, 양배추, 풋고추, 홍고추 등을 폐갱저장의 가능성을 검토하기 위한 목적으로 시험구 처리하였다. 폐갱은 강원도 평창군 미탄면에 소재한 석회석 폐갱을 이용하였고 폐갱내부의 폭은 15m, 높이는 10m 이상으로, 시험을 실시하기에 전혀 문제가 되지 않았다. 특히, 시험물품이 배치된 곳은, 폐갱입구에서 갱도를 따라 100m 떨어진 곳으로, 갱도 옆에 별도로 타원형의 빈 공간이었다. 처리내용은 표 1과 같다.

표 1. 저장품목별 저장조건

저장방법	저장방법	저장작목 및 수량	
		작 목	수 량
무 포장 유공PE포장	폐갱저장	양배추, 무	500개
		양파, 감자	20박스/10kg
		풋고추, 홍고추	"

* 유공 PE 포장 : 포장재 15cm² 당 구멍 1개 천공

다. 조사방법

1) 감모율

감모율 변화는 폐갱 입고전 생체중을 기준으로 조사일까지의 생체중 감소량을 폐갱입고전 생체중으로 나눈 백분율로 나타냈다.

2) 비타민 C 함량

시료 일정량에 5% metaphosphoric acid(HPO_3)용액 10ml를 첨가 후 homogenizer(Polytron, PT-2100)로 마쇄하여 Whatman No.547로 여과한 후 2,4-dinitrophenylhydrazine법에 의해 520nm의 흡광도로 측정, 표준비타민 C의 정색과 비교하여 총 비타민C의 함량을 구하였다.

3) 색도

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

4) 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.

5) 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)

6) 60일 저장 후 품질

무 등 6종의 폐갱내 저장 가능성을 검토하고자, 저장 60일후의 품질을 조사하였다. 품질의 조사는 변색, 시들음, 부패 등을 종합적으로 관찰하여 5단계(5=우수, 4=양호, 3=보통, 2=불량, 1=열악)로 평가하여 종합점수 3점 이상을 이용가능한 품질로 보아, 60일까지 저장 가능한 것으로 보았다.

3. 결과 및 고찰

가. 국내의 지하암반을 이용한 농산물 저장 연구 동향

국내의 지하암반 또는 폐갱을 이용한 농산물 저장관련 연구는 그리 활발이 이루어지지 않고 있다. 지하공간이용 농산물 저장에 관련된 연구는 대부분 농어촌진흥공사에 의하여 추진한 곤지암 지하저장시설에 관련되어 연구되어진 것으로, 곤지암지하저장시설은 당초와의 기대와는 달리 활용성이 떨어지는 것으로 알려져 있다.

서(1998)는 농수산물의 지하암반 저장기술 개발연구에서 지하저장시설의 건설비는 지상 건설의 94%, 토지매입가를 포함할 경우는 68%로서 지하건설이 월등히 경제적이며, 지하 6m에서 연중지온변화량이 약 6℃로 관측되어, 지표하 약 5m 깊이에만 건설하여도 효과가 있다고 하였으며, 내부에 공조시설의 설치가 필요하다고 하였다. 지하저장시설 이용 농산물을 저장하였을 때, 사과와 감의 경우 저온저장(0℃)조건에서 7~8개월의 저장이 이루어 졌으며,

이때의 조건은 $0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 습도는 $80 \pm 5\%$ 이고, 감자는 $1 \sim 5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 와 $80 \sim 90\%$ 의 습도에서 4~6개월간 저장이 된다고 하였다.

김 등(1998)은 지하암반 구조 등 지질의 계측을 통해 지하저장고 건설을 위한 자료로 사용하고자 하였다. 김(1999)은 곤지암 지하저장소내 실험연구동을 이용 농산물의 최적 저장 조건을 구명하고자 하였으며, 또한 지하암반저장시설에서 농산물의 신선도를 보다 장기간 보존하기 위해서는 온도와 습도가 최적 저장조건으로 유지되어야 하며, 지하암반저장시설은 항온성, 항습성, 고습도유지 등 농산물의 저장에 유리한 특성을 가지고 있다고 하였다.

나. 폐갱내의 온도 및 습도

폐갱의 기온 및 습도는 표 2와 같이 평균기온은 10°C , 습도는 93%로 조사되었다.

표 2. 폐갱의 기온 및 습도

기 온($^{\circ}\text{C}$)			습 도(%)		
평균	최고	최저	평균	최고	최저
10.0	15.0	-5.0	93	95	80

표 3은 한국농산물유통학회에서 발간한 농산물저장유통기술핸드북(1999)과 윤(1997)이 제시한 청과물의 적정 저장온습도 조건 및 저장가능 기간을 표시한 것으로, 대부분 품목의 적정 저장온도가 폐갱내 평균온도 10°C 보다 낮은 온도로 나타났으며, 저장습도에 있어서는 폐갱내의 평균습도가 93%로 각 품목의 적정 저장습도보다 높은 것으로 나타났다.

표 3. 각 품목별 적정 저장 온·습도 및 저장가능 기간

품목	저장온도($^{\circ}\text{C}$)	저장습도(RH, %)	저장기간
무	0~1	85~90	4~5월
양배추	0~1	90~95	3~4월
감자(만생)	3~10	85~90	2~4월
풋고추	5	87~90	2~8주
홍고추	5	83~85	2~12주
양 파	-1~-0.5	70~75	6~8월

※ 농산물저장유통기술핸드북(1999. 한국농산물저장유통학회)

위에서 알수 있듯이 폐갱저장시 각 품목의 저장환경에 맞는 온습도를 조절할 필요성이 있으나, 본 실험에서는 수확후 2달(60일)간의 단기간의 저장가능성을 검토하기 위한 시험을 실시하였으므로, 폐갱내부에 적절한 공조시설을 설치하지 않고 시험을 실시하였다.

다. 폐갱저장시 채소류의 저장 특성

1) 무

폐갱을 이용한 무의 저장가능성을 시험한 결과, 유공PE 포장처리가 무포장 처리 보다 감모율, 경도, 비타민 C 등에서 양호한 결과를 보여주었다. (표 4) 특히, 무포장시 내부조직이 연화되는 경향을 보였으며, 60일 저장후 품질조사시에도, PE 포장에서 양호한 품질을 보여주어, PE포장후 폐갱저장시 60일 까지 충분히 저장이 가능할 것으로 사료되었다. 무포장시 품질이 열화되는 원인은 내부조직의 연화에서 비롯되는 것으로 사료되었으며, 이는 또한, 무포장 처리시 PE포장 처리에서 보다 내부조직의 백색도의 증가를 가져온 것으로 사료된다.

표 4. 무의 포장방법별 품질 비교(저장60일)

저장 방법	포장 방법	감모율 (%)	경도 (×10g/cm ²)	비타민C (mg/100g)	내부색도 J			60일 저장후 품질비교
					L	a	b	
폐 갯	무포장	15.0	115401.31	6.02	70.19	-0.99	7.28	2.5
	PE포장	8.0	134961.32	7.35	69.70	-1.04	5.40	3.5

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

2) 양배추

폐갱을 이용한 양배추의 저장가능성을 시험한 결과, 무포장처리가 PE무포장 처리 보다 감모율, 비타민 C 등, 전반적으로 양호한 결과를 보여주었다(표 5). 특히, PE포장시에 과습에 의한 조직의 무름현상이 나타났으나, 경도는 오히려 증가하는 것으로 나타났다. 무포장시에는 약간의 황화현상이 보였다. 60일 저장후 품질조사시에도, 무포장이 PE포장 보다 양호한 품질을 보여주었으며, 폐갱을 이용한 저장가능성을 확인할수 있었다.

표 5. 양배추의 저장방법별 품질 비교

저장 방법	포장 방법	감모율 (%)	경도 (×10g/cm ²)	비타민C (mg/100g)	색 도 J			60일 경과후 품질
					L	a	b	
폐 갯	무포장	3.5	3120.21	5.97	76.82	-1.24	12.12	4.0
	PE포장	15.0	3290.65	5.39	76.92	-1.54	14.68	3.0

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

3) 감자

폐갱을 이용한 감자의 저장가능성을 시험한 결과, 유공PE 포장처리가 무포장 처리보다 감모율, 경도, 비타민C 등에서 양호한 결과를 보여주었다(표 6). 60일 저장후 품질조사시에 PE포장이 무포장에 비해 양호한 상태였으나, 부패과 및 병해과가 발생하기 시작하는 것으로 조사되었다.

표 6. 감자의 저장방법별 품질 비교

저장 방법	포장 방법	감모율 (%)	경도 ($\times 10g/cm^2$)	전분	비타민C (mg/100g)	색 도 J			60일 저장 후 품질
						L	a	b	
폐갱	무포장	5.3	52882.52	10.03	7.47	61.14	-1.07	15.96	4.0
	PE포장	2.4	76171.42	9.42	10.26	61.63	-1.01	15.51	4.0

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

4) 고 추

폐갱을 이용한 풋고추와 홍고추의 저장가능성을 시험한 결과는 표 7과 같다. 고추의 경우 PE포장에서 감모율, 경도, 비타민 등 전반적으로 무포장에 비해 불량한 상태를 보여주었다. PE포장에서는 조직이 물러지는 결과를 보였고, 무포장에서는 위조현상을 보여 폐갱을 이용하여 60일 이상 저장을 할 수가 없는 것으로 조사되었다.

표 7. 풋고추의 저장 및 포장방법별 품질 비교

저장 방법	포장 방법	감모율 (%)	경도 ($\times 10g/cm^2$)	비타민C (mg/100g)	내부색도 J			60일 경과 후 품질조사
					L	a	b	
풋고추	무포장	10.6	1705.06	79.09	37.88	-6.96	22.56	2.8
	PE포장	13.7	1165.40	32.95	38.28	-8.86	24.22	2.1
홍고추	무포장	16.8	887.69	49.28	25.66	29.76	18.55	2.5
	PE포장	15.3	876.27	58.04	30.44	30.61	18.75	2.3

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

5) 양파

폐갱을 이용한 양파의 저장가능성을 시험한 결과, 유공PE 포장처리가 무포장 처리 보다 감모율, 경도 등에서 양호하였으며, 비타민 C는 무포장에서 줄었다(표 8). 60일 저장 후 품질조사시에서는, PE 포장, 무포장 모두 3점 이상으로 이용하는 데 문제가 없는 것으로 보여, 폐갱을 이용하여 단기간 저장가능한 것으로 판명되었다.

표 8. 양파의 저장 및 포장방법별 품질 비교

저장 방법	포장 방법	감모율 (%)	경도 ($\times 10g/cm^2$)	비타민C (mg/100g)	내부색도 J			60일 경과 후 품질조사
					L	a	b	
폐 갱	무포장	3.7	23508.92	5.97	60.63	8.42	28.20	3.3
	PE포장	2.6	29332.67	5.39	63.05	3.16	21.21	3.6

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

4. 적 요

폐갱의 평균기온은 10℃, 습도는 93%로 조사되어, 각 저장품목의 적정 저장온도 보다 높았으며, 적정습도 보다는 높은 것으로 나타났다. 각 저장품목에 적합한 저장환경을 조성하기 위해서는 폐갱내에 공조시설의 설치가 바람직한 것으로 사료된다.

폐갱을 이용한 무의 저장가능성을 시험한 결과, 유공PE 포장처리가 무포장 처리 보다 감모율, 경도, 비타민 C 등에서 양호한 결과를 보여주었으며, PE포장후 폐갱저장시 60일 까지 충분히 저장이 가능할 것으로 조사되었다. 양배추의 경우에는, 무포장처리가 PE무포장 처리 보다 감모율, 비타민 C 등, 전반적으로 양호한 결과를 보여주었다. 60일 저장후 품질 조사시에도, 무포장이 PE포장 보다 양호한 품질을 보여주었으며, 폐갱을 이용한 저장가능성을 확인할수 있었다. 감자에서는 유공PE 포장처리가 무포장 처리 보다 감모율, 경도, 비타민 C 등에서 양호한 결과를 보여주었다. 60일 저장후 품질조사시에 PE포장이 무포장에 비해 양호한 상태였으나, 부패과 및 병해과가 발생하기 시작하는 것으로 조사되었다. 고추의 경우 PE포장에서 감모율, 경도, 비타민 등 전반적으로 무포장에 비해 불량한 상태를 보여주었다. PE포장에서는 조직이 물러지는 결과를 보였고, 무포장에서는 위조현상을 보여 폐갱을 이용하여 60일 이상 저장을 할 수가 없는 것으로 조사되었다. 양파는 유공PE 포장처리가 무포장 처리 보다 감모율, 경도 등에서 양호하였으며, 비타민 C는 무포장에서 좋았다. 60일 저장후 품질조사시에서는, PE 포장, 무포장 모두 3점이상으로 이용하는 데 문제가 없는 것으로 보여, 폐갱을 이용하여 단기간 저장가능한 것으로 판명되었다.

5. 인용문헌

Aron D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24:1~5

강원도농업기술원. 1999. 강원도 농산물 유통정보

박효근. 2001. 우리나라 원예산업의 현황과 발전방향_한국식량산업의 혁신적 정책방향 pp.10-47.

서만철. 1998. 농수산물의 지하암반 저장기술 개발 연구. 첨단기술개발사업연구성과보고서. 농림부농림기술관리센터. pp.48-51.

윤인화. 1997. 농산물 저장 가공기술.

김경만. 1988. 농수축산물 지하암반 종합물류센터 건설방안 연구. 연구개발사업보고서 1997. 농어촌진흥공사농어촌연구원. pp. 209~219.

_____. 1999. 지하암반 저장고의 식품저장 기술개발 연구. 연구개발사업보고서 1998. 농어촌진흥공사농어촌연구원. pp. 282~286.

6. 연구결과 활용제목

- 폐갱을 활용한 채소류 저장기술 개발 ----- (2002. 기초자료)