

과제구분	기본연구	Code : LS0508	수행구분	전반기	연구기간	'01 ~ '02(완결)
연구과제명	농산물 저장기술 개발 연구				연구책임자	공영준
세부과제명	소양댐 냉수활용 예냉에 의한 과채류의 유통기간 연장 기술 개발					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당업무			
세부과제책임자	특화작목개발시험장	최병곤	연구과제 총괄수행			
공동연구자	"	공영준	성분분석			
	"	장진선	품질조사			
	"	김경대	"			
	"	홍정기	연구방향 설정			
	고원농업시험장	권혜정	당 분석			
	한림대학교	정차권	연구자문			
색인용어	소양댐, 냉수, 예냉, 토마토, 애호박					

## ABSTRACT

Though proper preservation temperature of fruit vegetables are known as 10~12℃. major harvesting seasons of fruit vegetables are around summer.

So it is important to precool the produce just after these are harvested. Soyang-dam, which is located in Sinbuk-up is famous for its cooling water which is discharged from it. We tried to develop hydroprecooling method of fruit vegetables using discharged cooling water from Soyang-Dam.

Proper hydrocooling times of tomato, squash, cucumber, small tomato, green pepper, eggplant were 90, 70, 50, 25, 15, 60minutes respectively.

It was possible to prolong the storage time for 3 days by hydrocooling in squash, and for 3~4days in cucumber.

### 1. 연구배경

본 시험장이 위치한 춘천시 신북읍은 비닐하우스를 이용한 토마토, 오이, 호박 등의 과채류 재배가 성행하고 있는 지역으로, 작목반단위의 공동작업장에서 선별을 한 후, 상온유통의 형태로 농산물시장으로 출하하고 있다. 과채류의 저장적온은 10~12℃로 알려져 있으나, 주 출하시기인 7~8월이 고온기이므로 유통중 신선도 유지 및 품질유지를 위해서는 수확즉시 예냉처리 및 저온유통이 필요한 실정이나 예냉 및 저온유통은 이루어지지 않고 있다. 이에 농산물이용시험장에서는 연중 10℃ 내외의 수온을 유지한다고 알려진 인근의 소양댐 방류수를 이용한 과채류 예냉의 타당성을 검토하였다.

수냉식예냉은 냉수를 냉각매체 사용하기 하여 열전달계수가 공기에 비하여 매우 크기 때문에 통풍식예냉 보다 냉각속도가 빠르고, 소요경비도 비교적 저렴할 뿐 아니라 세척도 겸할 수 있는 등 여러 가지 잇점을 지니고 있다(조용진. 1996). 미국에서는 대량 수확하는 복숭아, 옥수수, 샐러리, 당근 및 고구마 등을 중심으로 냉각에 활용하고 있다(Matsuda. 1984). 국내에서의 연구를 살펴보면 냉수냉각을 통한 유자의 냉각특성연구(정진웅 등. 1996), 냉수냉각에 의한 당근의 저장(정진웅 등. 1996), 침지식 냉수냉각에 의한 상치의 품질변화(정진웅. 등 1995), 냉수예냉이 잎상추와 부추의 수확후 선도에 미치는 영향(이영상 1999) 등이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 시험재료

본 시험의 재료는 애호박, 토마토, 오이, 방울토마토, 풋고추, 가지 등의 과채류를 사용하였으며, 시료의 구입은 춘천시 신북읍 관내 품목별 작목반을 통해 당일 오전에 수확한 것을 구입하여 사용하여. 오후 1시 이후에 예냉을 실시하였다.

### 나. 예냉 및 저장방법

예냉의 장소는 신북읍 천전3리 도수로를 이용하였다(그림 1).

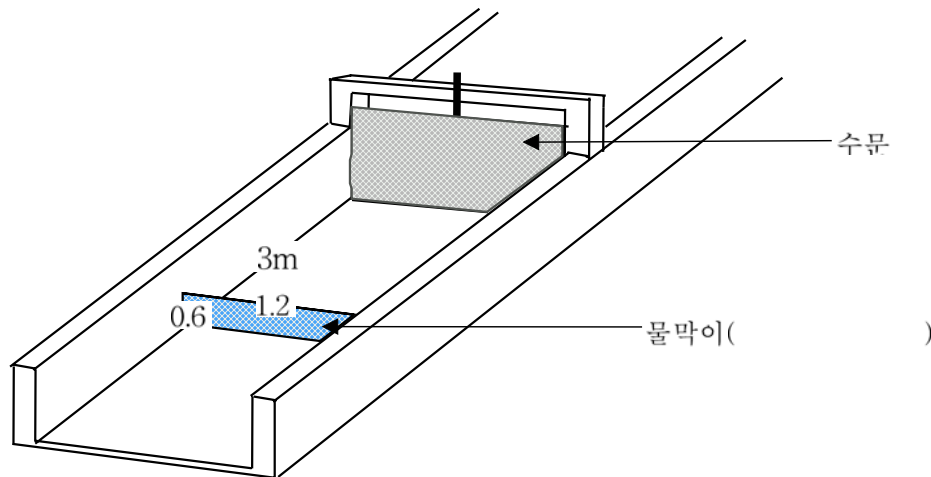


그림 1. 예냉처리 장소 모식도(신북읍 천전3리 도수로)

표 1과 같이 시료를 수냉식예냉과 무예냉으로 나누어 처리하였으며, 각각의 처리된 시료는 다시 상온(20℃) 및 저온(10℃)으로 나누어 저장하였다. 냉수에 침지시에는 농산물 사각 플라스틱박스를 이용하였으며, 박스의 윗부분이 침지될수 있도록 하였다. 침지중 부유하는 작목은 박스위에 두껍을 덮어 시료가 물속에 완전히 침지될수 있도록 하였다. 예냉이 완료된 농산물은 신속히 시험장 저장고로 운반한 후, 수돗물로 세척을 하였으며, 세척후 물기를

수건을 이용하여 제거하여 저장온도 별로 치상하였다.

표 1. 예냉방법 및 저장 방법

시험재료	예냉처리	저장조건	비고
애호박 등 6종	수냉식	상온(20℃)	
	무처리	저온(10℃)	

#### 다. 조사방법

##### 1) 예냉중 품온변화

내부품온의 측정은 탐침식온도측정기(HANNA, H9153K, Singapore)를 이용하여 10분간격으로 매회 3개체를 측정하여 평균값을 품온으로 하였다. 냉수냉각에 의한 예냉의 종료시점은 시료내부의 품온이 연속으로 2회에 걸쳐 변화가 없을 때로 하였으며, 예냉소요시간은 예냉시작후 예냉종료까지의 소요시간으로 하였다.

##### 2) 감모율 및 선도변화

감모율 변화는 냉수예냉후 생체중을 기준으로 조사일까지의 생체중 감소량을 냉수예냉후 생체중으로 나눈 백분율로 나타냈다. 선도는 외관상 나타난 색도, 형태변화, 수침정도 등을 고려하여 5점 채점법을(이영상, 1999) 이용하여 종합적인 신선도를 달관조사하였다. 5점 채점법의 기준은 5(우수), 4(양호), 3(보통, 식용가능), 2(불량), 1(상품가치없음)의 값을 적용하였으며, 신선도 2이하의 식용불가능한 시료로 평가가치를 상실하였으므로 폐기하였다.

##### 3) Vit C, 유기산, 경도, 색도

###### ◦ Vit C

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.

###### ◦ 당

부위별로 일정량을 homogenizer(PT-2100, Polytron)로 마쇄하여 15,000rpm에서 15분간 원심분리(Centrifon, T-42K, Italy)한후 상등액을 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Waters)로 분석하였으며, 분석조건은 표 2와 같다.

표2. 당 분석 조건

구 분	분석조건
Column	Sugar Pak(6.5×300mm)
Mobile Phase	Distilled Water
Column Temp.	90℃
Detectors	RI/Waters410
Flow Rate	0.5ml/min
Injection Volume	10μl

◦ 색도 및 경도

각 시료의 표면 색깔은 색깔은 색도색차계(JP-7200F, 일본)를 이용, 각 시료를 3부분으로 나눠 측정된 값의 평균값을 사용하였으며, 경도는 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific co., LTD, 일본)를 사용하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

현재 우리나라 농업에 있어의 재배기술수준은 농업선진국에 비해 크게 뒤지지 않는 것으로 알려져 있지만, 수확후 관리(postharvest system)기술의 낙후성(강정일 등, 1996)으로 인해 땀을 흘린 농업인의 생산물이 최종소비자들로부터 상품성을 의심받고 있으며, 제 가격을 받지 못하고 있는 실정이다. 김(2001)은 수확후관리를 수확후 검사, 세척, 선별, 포장, 예냉, 저장, 운반 등의 작업전반에 필수적으로 적용되는 기술이라 하였으며, 또한 산지에서 원료상태의 농산물을 수확후 신속하게 수집하여 판매를 위한 규격상품으로 만들어 내는 제품화 과정이라는 점에서 제2의 생산이라고 부를수 있다라고 하였다.

특히, 신선농산물에 있어서는 수확후의 품질을 그대로 유지하여 소비자에게 공급되게 하기 위하여 예냉→저온저장→저온수송→저온판매→저온보관의 일관된 저온관리를 기본으로 하는 저온유통(cold chain system)을 이용하고 있다. 이러한 저온유통체계는 미국에서는 1910년대에 정비되었으며, 일본에서는 1975년 본격 추진하였고, 우리나라에서는 1999년 저온유통기반확충사업이 시행되면서 신선채소를 중심으로 저온유통이 시도되고 있는 실정으로 선진국과 비교할 때 20년 이상 뒤져있는 상황이다(윤흥선, 2000).

저온유통에 있어 예냉은 신선농산물 수확즉시 신속하게 냉각하여 호흡작용을 억제시킴으로 신선도와 품질을 유지시키기 위해 첫 번째로 실시하여야 하는 중요한 작업으로, 작업특성상 산지에서 실시되어야 한다. 그러나, 전국의 저온저장고는 1,529동인 반면 2000년 7월 현재 농산물 예냉시설은 전국에 206개(강제통풍예냉시설 150개 포함)로 알려져 있어 예냉이 활발이 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다.

#### 가. 냉각특성

소양담 냉수를 이용한 과채류의 예냉처리에 의한 수확시의 품온 및 예냉처리에 소요되는

시간은 표 3과 같다. 예냉에 소요되는 시간은 토마토>애호박>가지>오이>방울토마토>풋고추 순이었으며, 예냉에 소요된 시간은 과형이 구형에 가까울수록, 과장에 대한 과폭이 비율이 커질수록 내부 품온이 저하되는 속도가 느려지는 경향을 보였는데 이는 체적보다 표면적의 비율이 적음에 따라 냉각매체역할을 하는 냉수와 시료와의 접촉면이 줄어들어 냉각속도가 저하됨에 따른 영향으로 추정된다(조용진, 1996). 구형으로 표면적에 대한 체적의 비율이 높은 토마토의 경우 예냉에 90분의 시간이 소요되었으며, 애호박, 가지, 오이에 있어서는 과장에 대한 과폭의 비율이 증가함에 따라 예냉시간이 더 많이 소요되어, 오이 50분, 가지 60, 애호박 70의 차례로 조사되었다. 비록 과형이 구형이지만 표면적에 비해 체적의 비율이 낮은 방울토마토의 경우 예냉에 25분 소요되었으며, 또한 속이 비어 과육이 치밀하지 못해 표면적에 대한 체적의 비율이 낮은 풋고추의 경우에도 예냉에 소요되는 시간이 15분으로 짧게 나타났다.

표 3. 예냉처리전·후의 품온 및 예냉소요시간

구 분	예냉 소요시간(분)	품온(°C)	
		예냉전	예냉 후
토 마 토	90	24.8	9.6
애 호 박	70	27.0	14.1
오 이	50	26.5	10.6
방울토마토	25	28.7	11.9
풋 고 추	15	23.6	12.1
가 지	60	23.7	14.6

#### 나. 신선도 유지가능기간

선도는 외관상 나타난 색도, 형태변화, 식용가능여부 등을 고려하여 5점 채점법을 이용하여 종합적인 신선도를 달관조사하였다(이영상, 1999). 5점중 3점이상에서 선도가 유지되고 있다고 조사하였으며 그 결과는 표 4와 같다. 일반적으로 저장방법의 효과를 판단할수 있는 지표로 저장기간동안 중량감소가 5%를 넘지않아야 효과가 있는 것으로 알려져 있어(川鳥 1991), 예냉 무예냉처리 상온저장 저온저장구에서 가지 예냉처리를 제외하고는 감모율이 5%이하로서 저장방법의 효과를 검토하는데에는 무리가 없는 것으로 사료된다.

표 4. 예냉 처리후 유통방법별 신선도 유지가능 기간

◦ 상온저장 (일)

구 분	토마토	애호박	오이	방울토마토	풋고추	가지
예 냉	5(1.6)	8(4.2)	10(4.7)	5(3.1)	5(4.6)	7(5.2)
무예냉	7(1.4)	5(2.5)	7(3.7)	5(3.0)	5(4.7)	7(4.3)
대 비	△2	+3	+3	0	0	0

※ ( ) 감모율

◦ 저온유통(10℃)

(일)

구 분	토마토	애호박	오이	방울토마토	풋고추	가지
예 냉	12(0.5)	12(1.78)	19(2.7)	14(2.4)	14(2.7)	11(5.4)
무예냉	19(1.0)	9(1.37)	15(2.5)	14(2.2)	14(1.3)	14(3.9)
대 비	△7	+3	+4	0	0	△3

※ ( ) 감모율

토마토의 경우 상온·저온저장 모두에서 예냉처리가 무예냉에 비해 선도유지기간이 짧았으며, 높은 감모율을 보였다. 이러한 결과는 예냉중 토마토 과와 꼭지의 접합부분을 통하여 수침현상으로 인한 것으로 생각되어 실내에서 소량의 methyleneblue를 첨가한 물에서 토마토를 염색하여 보았다. 그림 2는 청색의 methyleneblue염색액이 수냉식예냉중에 과와 꼭지의 접합부분을 통하여 과육중에 착색됨을 보여 준다. 이러한 수침현상에 의해 예냉처리된 토마토의 선도가 급격히 저하되고 부패과가 발생됨으로 인해 토마토의 경우에는 수냉식예냉에는 적합하지 않은 작목으로 사료된다.



그림 2. 염색용액(methyleneblue) 수침시 조직의 염색 여부조사

또한 풋고추, 가지의 경우에도 예냉 및 무예냉에서 선도의 차이가 발생하지 않았으며, 오히려 예냉시에 감모율이 증가하는 것으로 나타났는데 이는 예냉처리후 감모율평가시 냉수예냉 후 무게를 기준으로 평가하였기 때문인 것으로 사료되며 이는 이(1999)의 결과와 같았다. 풋고추와 가지의 경우 예냉처리에 의해 내부의 씨앗들이 흑변하는 현상을 보이고 경도도 감소하는 경향이며, 표피의 위조가 무예냉에 비해 크게 일어나는 경향을 보여 수냉식예냉에는 적합하지 않은 작목으로 사료된다. 방울토마토의 경우에도 수냉식예냉에 의한 선도유지기간의 연장효과가 나타나지 않았다. 애호박과 오이의 경우에는 수냉식예냉에 처리에 의해 선도유지기간이 무예냉에 비해 3-4일 연장되는 것으로 조사되었다.

**다. 애호박 및 오이의 예냉후 저장종료시의 품질 비교**

표 5에서 보는 바와 같이 애호박을 상온에서 8일저장하는 경우 예냉처리구에서 무예냉구에 비해 Vit C, 당, 유기산 함량이 높았으며, 색도는 서로 비슷한 값을 보였다. 경도는 예냉구가 낮은 것으로 조사되었다. 또한 애호박을 저온에서 12일 저장하는 경우에도 상온저장예서와 같이 예냉처리구에서 무예냉구에 비해 Vit C, 당 함량이 높았으며, 색도는 서로 비슷한 값을 보였다.

표 5. 애호박 예냉 처리후 저장종료시의 품질 비교

구 분	Vit C (mg/100g)	당 (g/100g)	경도 (kg/cm <sup>2</sup> )	색 도 J			
				L	a	b	
상 온 무예냉 (저장 8일 후)	예 냉	14.32	2.39	10499	68.52	-8.71	36.68
	예 냉	15.34	2.60	5431	67.82	-8.08	36.76
저 온 무예냉 (저장12일후)	예 냉	11.87	3.75	2908	69.22	-10.05	35.51
	예 냉	13.99	3.80	3908	68.04	-9.69	34.66

J L : +white, -black a : +red, -green b : +yellow, - blue

표 6에서 보는 바와 같이 오이를 상온에서 10일저장하는 경우 예냉처리와 무예냉처리 모두 비슷한 품질특성을 보였으며, 저온 19일저장의 경우에도 상온저장과 비슷한 결과를 보였다.

표 6. 오이 예냉 처리후 저장종료시의 품질 비교

구 분	Vit C (mg/100g)	당 (g/100g)	경도 (kg/cm <sup>2</sup> )	색도 J			
				L	a	b	
상 온 무예냉 (저장10일후)	예 냉	4.15	0.26	5138	59.47	-12.09	28.98
	예 냉	4.25	0.28	5665	58.49	-12.31	28.43
저 온 무예냉 (저장19일후)	예 냉	4.36	0.24	5898	62.95	-14.18	33.49
	예 냉	4.54	0.25	5710	63.61	-13.05	32.87

J L : +white, -black a : +red, -green b : +yellow, - blue

#### 4. 적 요

소양댐에서 방출되는 냉수를 이용하여 과채류의 예냉 효과를 검토한 결과, 예냉처리시 과채류의 적정 품온 도달시간은 토마토 90, 애호박 70, 오이 50, 방울토마토 25, 풋고추 15, 가지 60분 소요되었으며, 애호박 상온저장 저장가능기간이 기존 5일→8일, 저온저장 기존 9일→12일, 오이에서는 상온저장 기존 7일→10일, 저온저장 기존 15일→19일로 연장 되었으나, 토마토에서는 오히려 상온에서 기존 7일→5일, 저온저장시 기존 19일→12일로 단축되었다. 이는 예냉처리한 토마토의 저장중 감모율 증가현상은 예냉처리시 물이 토마토로 침투되어 부패를 발생시키는 것으로 추정되었다.

#### 5. 인용문헌

- 川島和子. 1991. 靑果物の包藏による新鮮保持. 食品と科學33:83
- 강정일, 오세일, 강창용. 1996. 한국농촌경제연구원 연구결과요약집 pp.31 ~ 33
- 김종기. 2001. 원예작물 수확후 관리기술발전방향, '01원예작물 수확후 관리기술 발전방향. pp.19 ~ 51. 원예연구소.
- Matsuda, K. 1984. Hydrocooling methods of sweetcorn and carrot. Refrigeration 59(677).p63
- 윤흥선. 2000. 농산물 저온유통기계기술의 현황과 문제점, 농산물의 저온유통 기계기술 발전방향. pp.47 ~ 94. 농업기계화연구소.
- 이영상. 1999. 냉수예냉이 잎상추와 부추의 수확후 선도에 미치는 영향. 순천향자연과학연구논문집 5(1). pp. 145 ~ 150
- 정진웅, 김병삼, 김의웅, 남궁배, 박기재. 1995. 침지식 냉수냉각에 의한 상치의 저장중 품질변화. 식품과학회지 27(4). pp. 537 ~ 545
- 정진웅, 김병삼, 김의웅, 남궁배, 이승현. 1996. 냉수냉각에 의한 당근의 저장중 품질변화. 한국식품과학회지 28(5). pp. 841 ~ 849
- 정진웅, 이영철, 김종훈, 김의웅, 남궁배. 1996. 유자의 냉각특성 및 저장중 품질변화. 한국식품과학회지 28(6). pp. 1071 ~ 1077
- 조용진.1996. 수냉각에 의한 과채류 예냉의 열전달 해석. 한국농업기계학회지 21(3) pp.372-378

#### 6. 연구결과 활용제목

- 소양댐 냉수활용 과채류 예냉 기술 개발 ----- (2001. 영농활용)