

과제구분	Code : LS0504	수행시기	전반기	연구기간	1997~1999(3년차 완결)
연구과제명	옥수수 상품화 기술개발연구				
세부과제명	찰옥수수 상온저장기술 개발시험				
색인용어	찰옥수수, γ -ray, 진공포장, 상온저장, 냉장저장, 냉동저장				
연구원별임무					
구분	소속	성명	전화번호	담당 임무	
연구책임자	옥수수시험연구팀	이안수	(0366) 435-3757	옥수수 처리별 품질분석	
공동연구자	"	서영호	"	옥수수 성분분석	

ABSTRACT

Studies were carried out to find the effective storage system of waxy corn for a long period. Treatments were, 1) storing -5°C after one day quick freezing at -40°C , 2) storing -5°C after boiling, vacuum packaging and quick freezing, 3) storing room temperature after γ -ray irradiation and vacuum packaging. Stored waxy corns maintained higher quality at the treatment of storing -5°C after boiling, vacuum packaging and one day quick freezing at -40°C .

연구배경

우리나라의 식용 풋옥수수 재배면적은 1992년에 12.8천ha이던 것이 1998년에 17.2천ha로 크게 증가하였다(농림부, 1999). 이는 소득증대에 따른 천연식품 선호도 증대로 향후 찰옥수수나 단옥수수 등의 식용 풋옥수수의 수요가 계속 증가할 것으로 예측된다. 그러나 식용 풋옥수수는 수확 후 유통과정에서 영양성분 소모, 선도 저하, 이화학적 변성을 일으켜 옥수수의 상품성과 식품적 가치를 떨어뜨린다. 여기에는 온도, 습도, 공기, 미생물 등의 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하나 그중 온도의 영향이 가장 큰 것으로 알려져 있다(Stanley, 1991). 그리하여 현재 -20°C 에 냉동 저장하는 방법이 이용되고 있는 형편이다. 그러나 냉동시설이 부족할 뿐 아니라 냉동저장에 따른 비용도 높아, 널리 이용되고 있지는 못한 실정이다. 이에 따라 풋옥수수의 맛과 향을 그대로 유지하면서 저장 비용도 줄일 수 있는 옥수수 저장방법의 개발이 요구된다.

재료 및 방법

이 연구는 3년에 걸쳐 매년 4월말경 찰옥2호(1995, 작물시험장)를 60×25cm 간격으로 파종하였다. 그리고 출사 이전에 암수에 비닐봉지를 씌워 두었다가, 화분이 날리기 시작된 무렵에 일시에 벗겨 냄으로써, 각 개체간의 동일하게 하여 개체간 수확시의 성숙도를 최대한 맞추었다.

찰옥수수의 저장전 처리방법은 3가지로 분류되고, 그 내용은 다음과 같다.

1. -40℃ 급냉처리와 저장온도 효과(1년차)

급냉, 포엽 및 저장온도 등 3가지 요인을 두어 총 12처리를 두어 시험을 수행하였다. 처리의 세부내용은 표 1과 같다.

표 1. 1년차 시험의 처리내용

포 엽	급 냉	저장 온도
◦ 포엽 제거함	◦ -40℃에 24시간 급속냉동	-5℃
◦ 포엽 제거 않음	◦ 수확 즉시 저장	-10℃
		-20℃

2. 옥수수 수확시기와 증자(진공포장) 효과(2년차)

1년차의 시험결과를 바탕으로 하여, 수확시기와 증자후 진공포장의 두 요인을 두어 총 6처리를 두었다. 그 내용은 표 2와 같다.

표 2. 2년차 시험의 처리내용

전처리	수확시기	증자처리	비고
-40℃ 급냉	출사 24일	생체저장	-5℃에 저장
	27일	증자저장	
	30일	(진공포장)	

3. 상온저장을 위한 γ -ray 처리효과(3년차)

3년차의 시험에서는 상온 저장시 γ -ray의 살균 효과를 보고, 적절한 γ -ray 조사강도를 알기 위해 이 시험을 설계하였다. 그 처리내용은 표 3과 같다.

표 3. 3년차 시험의 처리내용

구분	요인	γ-ray 조사강도	저장방법	저장온도
시험처리		0, 3, 5, 7 kGy 4수준	증자하여 진공포장후 저장	상온 4℃
표준처리		무처리	-40℃ 24시간 급냉후 생체 저장	-20℃

수확후 위의 1, 2, 3과 같이 처리되어 저장된 옥수수에 대해 수분, 색도, 유리당 함량, 식미검정(맛, 향) 등을 조사하였다. 색도는 옥수수의 포장비닐을 제거하고 상온에서 해동시킨 다음, 수분을 제거하고 색차색도계(SP-4600)를 이용하여 종실의 명도(Lightness)를 측정하였고, 유리당은 시료에 증류수를 넣고 호모게나이저로 마쇄하여 180rpm에서 30분간 교반한 후, 10분간 정치하여 상등액을 취하고, 이를 4500rpm에서 30분간 원심분리한 다음, 다시 상등액을 취하여 일정비율로 희석하고, 이를 0.45 μ m 필터로 여과한 다음, 고성능액체크로마토그래피(DX-500, Bionex)를 이용하여 글루코스, 플럭토스, 수크로스 등의 유리당 함량을 분석하였다. 식미검정은 10-20명의 식미검정위원에게 맛, 향에 대하여 평가하게 하였다. 이 시험의 통계 처리는 SAS를 이용, 분산분석 및 5% 유의수준에서 LSD를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 생체저장시 급냉, 포엽제거, 저장온도 효과

저장기간에 따른 종실의 수분함량의 변화를 보면, 포엽을 제거했을 때 수분이 유의하게 감소하였다.(표 4) 이는 옥수수가 동결된 상태에서 수분이 증발한 결과이며, 따라서 포엽을 제거했을 때는 수분의 증발을 막기 위해서 진공포장과 같은 다른 처리가 뒤따라야 할 것으로 보인다.

표 4. 저장기간별 옥수수의 수분함량(%)

급 냉	포 엽	저장온도 (°C)	저장기간(개월)				비 고
			0	1	2	4	
-40°C 24시간 급냉	제 거	-5	60.2	60.1	61.3	53.69	포 엽* ^b (2,4개월)
		-10		58.8	61.1	49.76	
		-20		57.6	55.8	56.74	
	무제거	-5		55.4	60.7	63.96	
		-10		61.3	64.4	61.20	
		-20		56.4	60.5	58.76	
무처리	제 거	-5	47.2	58.0	52.55		
		-10	54.8	58.9	57.50		
		-20	59.6	63.2	57.47		
	무제거	-5	53.6	61.5	46.90		
		-10	59.0	65.8	59.70		
		-20	58.3	63.2	57.20		

♪ * : 5% 유의성 인정됨

유리당은 저장기간이 길어짐에 따라 그 함량이 감소하였다. 그러나 포엽, 저장온도의 처리 수준간에는 유의차가 없었다.(표 5)

표 5. 저장기간에 따른 종실의 유리당 함량

전처리	포 엽	저 장 온 도 (° C)	유리당(%)			비 고
			저장전	저 장 2개월	4개월	
-40°C 24시간 급냉	제 거	-5	3.95	3.83	2.89	
		-10		4.06	3.14	
		-20		3.84	2.69	
	무제거	-5		3.45	3.35	
		-10		3.26	3.24	
		-20		3.31	2.91	
무처리	제 거	-5	3.90	2.49		
		-10	3.10	2.36		
		-20	3.39	2.68		
	무제거	-5	2.69	2.62		
		-10	2.95	2.72		
		-20	3.28	2.72		

각 처리의 옥수수 선도검정에서 -20°C에 저장한 옥수수는 타 처리에 관계없이 모두 우수한 품질을 유지하였다. 또한 급냉처리 후 -5°C에 저장했을 경우에도 일정한 품질을 유지하였다.(표 6)

표 6. 저장기간에 따른 풋옥수수의 선도

전처리	포 엽	저장온도 (°C)	저 장 기 간				비 고
			1개월	2개월	3개월	4개월	
-40°C 24시간 급냉	제 거	-5	***	***	***	***	
		-10	***	***	***	**	
		-20	***	***	***	***	
	무제거	-5	**	**	**	**	
		-10	**	**	**	**	
		-20	***	***	***	***	
무처리	제 거	-5	**	*	*	*	
		-10	**	**	**	*	
		-20	***	***	***	***	
	무제거	-5	*	*	*	*	
		-10	**	*	*	*	
		-20	***	***	***	***	

♪ - : 식용불가 * : 나쁨, ** : 보통, *** : 좋음

2. 옥수수 수확시기 및 증자저장(진공포장) 효과

옥수수의 수확시기가 늦어지면서 색도 L값이 감소하였으나, 생체저장의 경우 저장후부터 다시 증가되어, 일찍 수확하나 늦게 수확하나 차이가 없었다. 저장기간에 따른 색도 차이도 나타나지 않았다. 증자진공포장 저장의 경우, 수확시기에 따른 색도 차이에 관계없이 유지되었다.(표 7)

표 7. 각 처리별 종실의 색도(Lightness)

수확시기	증자처리	L (Lightness) [♪]				
		수확직후	저장1개월	2개월	3개월	4개월
출사24일	무증자	71.1 a [♪]	74.7	72.4	74.6	72.8
	증자	-	65.2	64.2	63.6	64.2
출사27일	무증자	67.9 ab	73.9	72.2	74.1	74.1
	증자	-	62.2	63.2	64.1	62.2
출사30일	무증자	65.7 b	71.8	70.8	73.8	74.2
	증자	-	61.6	62.3	60.2	59.6

♪ L : 100(white) 0(black), ♪ DMRT 5%

찰옥수수의 수확일이 늦어지면서, 이삭 건조 종실중은 출사 30일경 수확한 옥수수가 출사 24일 수확한 옥수수보다 이삭당 18g이 증가하였고, 수분은 이와 반대로 8.6% 감소하였다. 적절한 수확기의 설정에 앞서 이러한 옥수수 등숙의 문제도 고려되어야 할 것으로 보인다.

증자 처리후 출사 24일경 수확한 옥수수는 수분이 5%이상 감소했는데, 이는 증자처리 시 종실내의 다량으로 존재하는 수분중 일부가 종실 밖으로 빠져 나온 것으로 추정된다. 그러나 출사 30일경 수확한 옥수수의 경우에는 그 반대의 경향을 보여, 5% 이상 수분이 증가하였는데 이는 증자를 통해 종실의 수분이 보충되는 것으로 보인다.

표 8. 수분함량의 변화

수확시기	증자 처리	이삭당 종실중(g)	수 분(%)			
			수확직후	1개월	2개월	4개월
출사 24일	무증자	73	51.6 a [↓]	49.9	45.8	48.0
	증자		-	46.0	45.2	45.0
출사 27일	무증자	80	48.0 b	46.6	42.6	46.6
	증자		-	49.7	48.5	46.3
출사 30일	무증자	91	43.0 c	44.2	40.6	40.7
	증자		-	47.0	50.4	49.7

↓ DMRT 5%

출사 24일경 수확했을 때, 유리당 함량이 4%였지만, 출사 30일경 수확한 경우에는 2.88%에 그쳐 옥수수의 수확시기가 늦어질수록 유리당 함량이 감소하였다. 옥수수를 증자했을 때 glucose와 fructose가 감소하고 sucrose 가 증가했는데, 이는 glucose와 fructose가 sucrose로 바뀐 것으로 보인다. 생체저장의 경우에는 출사24일 저장한 찰옥수수가 유리당 함량이 가장 높았고, 증자저장의 경우에는 출사 27, 30일 경에 수확한 것이 높았다.(표 9)

표 9. 각 처리별 유리당 함량

수확시기	증자 처리	glucose(%)			fructose(%)		
		저장전	2개월	4개월	저장전	2개월	4개월
출사 24일	무증자	2.20 a [↓]	2.00	1.74	1.80 a	1.80	1.69
	증자	-	0.43	0.21	-	0.29	0.17
출사 27일	무증자	2.15 a	1.73	1.47	1.40 b	1.53	1.31
	증자	-	0.40	0.25	-	0.20	0.22
출사 30일	무증자	1.85 a	1.53	1.57	1.04 c	1.29	1.37
	증자	-	0.43	0.30	-	0.21	0.25

수확시기	증자처리	sucrose(%)			유리당 합계		
		저장전	2개월	4개월	저장전	2개월	4개월
출사 24일	무증자	0	0	0.02	4.00 a	3.80	3.45
	증자	-	1.69 a [↓]	1.82	-	2.45	2.20
출사 27일	무증자	0	0	0	3.55ab	3.26	2.80
	증자	-	2.50 b	2.26	-	3.07	2.73
출사 30일	무증자	0	0	0	2.88 b	2.81	2.93
	증자	-	2.90 b	2.08	-	3.53	2.62

↓ DMRT 5%

옥수수의 식미검정에서 수확초기에는 일찍 수확한 것이 맛과 향이 좋게 나타났지만, 저장기간이 길어질수록 식미가 나빠졌지만, 출사 24, 30일경 수확하여 증자저장한 옥수수는 맛과 향이 뛰어났다. 이는 저장기간에 관계없이 그 맛, 향을 그대로 유지하여 품질이 우수하였다.(표 10)

표 10. 각 처리별 옥수수 유리당 함량

수확시기	증자처리	맛 (1-9) [↓]				
		저장전	1개월	2개월	3개월	4개월
출사 24일	무증자	1	2	2	3	4
	증자	-	2	2	3	3
출사 27일	무증자	2	2	3	4	4
	증자	-	2	2	2	2
출사 30일	무증자	3	3	4	4	4
	증자	-	2	3	1	2

수확시기	증자처리	향(1-9)				
		저장전	1개월	2개월	3개월	4개월
출사 24일	무증자	1	2	2	3	4
	증자	-	2	2	3	3
출사 27일	무증자	1	2	3	4	4
	증자	-	2	2	2	2
출사 30일	무증자	1	3	3	4	4
	증자	-	2	2	1	3

↓ 아주 좋음: 1, 좋음: 3, 보통: 5, 나쁨: 7, 아주나쁨: 9

3. 찰옥수수 상온 및 냉장저장 기술

저장기간이 길어지면서 종실의 색이 어두워지고 있다. 그리고 냉장에서보다 상온저장시 더 어두워진다.(표 11) 색도만으로는 옥수수의 품질을 직접 논할 수는 없겠으나 품질유지를 가능하는 한 척도는 될 수 있을 것으로 보인다.

표 11. 각 처리별 옥수수 색도(Lightness)

전처리 내용	저장온도 (°C)	L (Lightness) [♪]				비 고
		수확직후	저장1개월	2개월	4개월	
표준처리구	-20		71.0 a [↓]	69.3 a	67.1 a	
증자후 진공포장	4		60.0 bc	59.3 bc	58.4 b	부패됨
	25		-	-	-	
3kGy멸균 후 진공포장	4		58.7 c	61.4 b	58.2 b	
	25	71.1	58.7 c	57.4 cd	54.2 c	
5 "	4		60.1 b	59.4 bc	58.0 b	
	25		58.7 c	55.3 d	53.2 cd	
7 "	4		59.7 bc	59.7 bc	57.1 b	
	25		56.1 d	54.2 d	51.8 d	

♪ L : 100(white) 0(black), ↓ LSD 5%

저장기간에 따른 유리당 함량은 -20°C에 저장한 경우, 저장 1개월경 지속적으로 감소하는 추세였다.(표 12) 그러나 γ -ray를 처리하여 저장한 경우, 유리당 함량이 증가하는 특이한 경향을 보였는데, 이 문제에 대해서는 더 상세한 연구가 필요할 것이다.

표 12. 각 처리별 총 유리당 함량

전처리 내용	저장온도 (°C)	총 유리당(%)			비 고
		1개월	2개월	4개월	
무처리(표준)	-20	3.85	2.63	1.99	d
증자후 진공포장	4	2.30	1.81	1.60	dc
	25	-	-	-	
3kGy 멸균후 진공포장	4	2.15	1.77	4.06	a
	25	2.28	2.18	1.28	d
5kGy "	4	1.94	1.68	3.65	ab
	25	1.57	2.68	2.88	ab
7kGy "	4	1.83	2.21	2.16	bc
	25	1.87	2.49	3.23	ab

γ -ray를 이용하여 멸균한 옥수수는 상온에 저장할 경우, 옥수수가 부패하지는 않았으나 맛과 향이 떨어졌다. 냉장 저장 할 경우에는 -20°C 냉동저장 옥수수보다는 못했지만, 3kGy 선량으로도 옥수수의 맛을 어느 정도 유지하였다.(표 13)

표 13. 각 처리별 찹옥수수의 맛과 향

전처리 내용	저장온도 (°C)	맛			향		
		1개월	2개월	4개월	1개월	2개월	4개월
표준	-20	3.5	3.1	1.3	3.8	2.8	1.8
증자후 진공포장	4	4.5	3.6	-	4.0	4.3	-
	25	9.0	-	-	9.0	-	-
진공포장후 3kGy 멸균	4	3.8	4.3	1.5	4.3	3.3	2.2
	25	5.0	5.2	3.8	5.3	5.3	4.3
" 5kGy	4	5.8	3.8	1.9	4.3	3.1	2.2
	25	5.0	5.1	2.6	5.0	4.9	3.2
" 7kGy	4	3.8	4.5	2.1	3.5	3.7	2.7
	25	5.0	5.5	2.8	4.0	4.8	3.2

J 아주좋음: 1, 좋음: 3, 보통: 5, 나쁨: 7, 식용불가 : 9

적 요

- 가. 찰옥수수 수확시기는 생체저장시 수분 52%(출사 24일경, 98년 기준), 증자저장시 수분 43-48%(출사 27-30일경)일 때 수확한 것이 유리당 함량과 식미가 우수함
- 나. 찰옥수수 증자후 진공포장할 경우 -5℃에 저장해도 맛과 향이 4개월이상 유지됨
- 다. γ -ray를 이용하여 상온저장에서 저장한 옥수수의 맛과 향이 다소 저하되나, 저온저장의 경우 재시험을 통한 개선의 여지가 있음.

참고문헌

- 농림부. 1999. 농림수산통계 연보
- 변명우. 1997. 식품산업에서 방사선 조사기술의 이용과 전망. 식품과학과 산업
- 손영구. 1996. 예랭 및 저장방법이 식용 풋옥수수의 품질에 미치는 영향. 충남대학교 박사학위 논문.
- 손영구 등. 1996. 예랭처리가 풋옥수수의 냉각속도 및 호흡량 변화에 미치는 영향.
- 손영구 등. 1999. 풋옥수수의 수확후 품질관리기술. 한국국제종업개발학회지 제11권 4호
- 송정춘 등. 1997. 냉동 찰옥수수의 해동시 품질변화에 관한 연구.
- Showalter, R. K. 1967. Sweet corn shelf-life as affected by trimming and packaging. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 91
- Stanley 등. 1987. chemistry and technology. Am. Assoc. Cereal Chem. Inc. St. Paul Minnesota. U.S.A.