

어젠다코드	2 - 9 - 27		구 분	과제완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C03	작목구분코드	FC-04-0103
과제종류	공동연구		세세부사업	특화작목기술개발과제	
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
강원 찰옥수수 고품질 생산기반 구축			'11~'12	강원대학교	이주경
1) 찰옥수수 품종육성 및 품질수량 관련 분자표지마커 개발			'11~'12	강원대학교	이주경
2) 찰옥수수 상품수량 최대화를 위한 재배법 및 품질향상 연구			'11~'12	옥수수연구소	고병대
색인용어	찰옥수수, 상품화 수량, 재배본수, 재식밀도, 저장기술				

## ABSTRACT

### (Exp. 1) Determination of optimal planting density depending on plant number per hill for waxy corn

This study was conducted to develop producing technique of maximum yield of marketable waxy corn by determining proper planting density and plant number per hill. High planting density resulted in decreased stem width of waxy corn. planting density and plant number per hill did not affect stem length and ear height. Low planting density increased ear weight and length, number of ear, and marketable ear greater than 18 cm. Planting density of 100×45cm with two plant per hill resulted in highest waxy corn number greater than 16cm of 3,114/10a. The result obtained from the study indicated that proper planting density was 80×30cm for one plant per hill and 100×45~50cm for two plant per hill in terms of ear quality and commercial ear production.

### (Exp. 2) Developing processing and storage technique after harvest of waxy corn

This study was carried out to develop short-term storage technique to minimize quality deterioration during marketing and storage by investigating storage method and temperature and duration of storage. Freeze-storage after boil treatment improved moisture content, hardness, and pericarp thickness compared with storage of fresh one.

Oxygen consumption and carbon dioxide production sharply increased after harvest and reached stable state at 24 hours. Content of free sugar and sucrose significantly reduced with storage duration. Low temperature and polyethylene package delayed the reduction of free sugar and sucrose. The result obtained from the study implied that storage of fresh waxy corn at room temperature dramatically deteriorated ear quality in terms of free sugar content, pericarp thickness, and hardness, and freeze-storage after

boil treatment reduced the quality deterioration after 10 days storage. The maximum duration to maintain the waxy corn quality in terms of taste, sugar content, and respiration was about 24 hours after harvest.

## 1. 연구목표

옥수수에서의 전통육종 기술은 지금까지 작물의 수량성 증가 등 많은 성과를 가져왔으나 시간적 경제적 비용이 많이 요구되어 품종개량에 많은 어려움이 있다. 그러나 최근에 분자생물학의 발전과 더불어 DNA 분자표지마커를 이용한 육종방법은 전통육종 기술의 문제점에 대한 해결책을 제시해 줄 수 있다. 특히 DNA 분자표지마커를 이용한 육종방법은 질적 및 양적 형질관련 유전자의 연관표지개발, 유전자원에서 유용유전자의 탐색 및 이용, 그리고 잡종강세의 기작에 대한 예측 및 선발 등에 유용정보를 제공함으로써 옥수수 육종연구에서 선발의 정확성과 효율성이 크게 증진되고 있다. 따라서 농가에서 필요로 하는 우량 종자생산 및 보급을 위해서는 1대잡종 종자들에 대한 채종지(농가)별 순도 검정이 필요하며, 농가에서 소요되는 1대잡종 종자의 안정적 생산량 확보와 더불어 소비자의 기호에 맞는 고품질의 찰옥수수 신품종 개발이 요구되고 있다. 최근 옥수수 종자 채종 시 기상 이변 등으로 종자생산 연차 간 변이가 심함으로 농가에서 소요되는 1대잡종 종자의 안정적 생산량 확보를 위해 과학적인 재배방법 구축이 요구되며, 특히 대부분의 작물이 기상환경 조건뿐만 아니라, 파종양식이나 재식밀도와 같은 재배환경 조건에 매우 민감하게 반응하고 육묘이식이나 멀칭여부, 재식밀도, 재식분수 등을 달리하였을 때 생육, 상품수량 및 품질 등에 미치는 영향이 클 것으로 예상되지만 이에 관한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 재식밀도와 재식분수 등 재배적인 방법을 통하여 찰옥수수의 상품수량을 최대로 생산할 수 있는 재배법의 개선과 농가소득 극대화 방안이 요구되고 있다. 일반적인 옥수수의 적정 재식밀도는 품종, 생육기간의 기온, 일장, 일사량, 토양, 피복 등 재배 및 환경조건에 따라 다르다. 우리나라에서 주로 봄에 재배되는 단옥수수나 찰옥수수의 적정 재식밀도는 이삭수, 이삭중을 고려할 때 10a당 6,500주가 적절하며, 지금까지 남부지방 노지 풋옥수수 재배는 대부분 이 수준을 표준으로 하고 있는 반면 강원도를 중심으로 중·북부지역에서는 찰옥수수의 적정 재식밀도를 4,500~5,000주를 권장하고 있다. 특히 전국 각 지역별, 품종별 및 농가별 동일면적 대비 찰옥수수 평균 생산량과 유통·판매가 가능한 일정크기 이상의 상품수량 그리고 재식밀도, 재식분수, 파종양식 등 재배방법의 차이가 매우 크다. 또한 찰옥수수 재배 시 단위면적당 상품수량은 일정 이상까지는 밀식하거나 재식주수가 많을수록 증가하지만, 일정 이상이 되면 더 이상 재식밀도와 재식분수에 크게 영향을 받지 않을 것으로 예상된다. 따라서 본 연구는 찰옥수수 재배양식의 근간이 되는 재식밀도와 재배분수 조절 등 재배적인 방법을 통하여 상품화 수량 최대생산기술을 개발하여 농가소득 극대화에 기여하고자 수행되었다.

한편, 풋옥수수는 수확 후 유통과정에서 영양성분 소모, 선도 저하 및 이화학적 변성을 일으켜 옥수수의 상품성과 식품가치가 크게 떨어지는데, 이는 온도, 습도, 공기, 미생물 등 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하며, 특히 온도의 영향이 가장 큰 것으로 알려져 있다. 현재 우리나라에서 찰옥수수 저장기술이 미약하고 -20℃에서 냉동저장하는 방법이 일부 이용되고 있으나

냉동시설 부족과 냉동저장에 따른 유지 및 관리비용이 높아 일반농가에서 사용하기에는 한계가 있으므로 최소 비용으로 찹옥수수 맛과 향 등 수확직후의 품질을 그대로 유지 또는 연장시킬 수 있는 상온저장 방법의 개발이 시급히 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 찹옥수수의 맛과 향, 경도, 당도, 과피두께 등 수확직후의 고품질 그대로 유지 또는 품질변화를 최소화하고 저비용의 저장효율을 극대화할 수 있는 단기 저온저장 기술을 개발하고자 수행되었다.

## 2. 재료 및 방법

### <제2세부과제 : 찹옥수수 상품수량 최대화를 위한 재배법 및 품질향상 연구>

#### (시험 1) 찹옥수수 재배본수별 적정 재식밀도 구명

본 시험은 작물재배 양식의 근간이 되는 재식밀도와 1주당 심겨지는 재배본수 조절에 의한 찹옥수수 상품화 수량 최대 생산기술을 개발하고자 수행하였다. 시험에 이용한 찹옥수수 품종은 옥수수연구소에서 교배 육성한 “미백2호” 품종을 이용하여 강원도농업기술원 옥수수연구소 시험포장에서 2011년부터 2012년까지 2년간 실시하였다. 재배본수는 파종 시 1알씩 파종한 1주 1본과 2알씩 파종하는 1주 2본 재배로 구분하여 재식밀도를 1주 1본 재배는 70×25cm 등 4처리와 1주 2본 재배는 100×35cm 등 4처리로 나누어 각각 난괴법 4반복으로 수행하였다. 시비량은 10a당 질소 14.5, 인산 3, 칼리 6kg을 경운 전에 전량 기비로 사용하였으며, 기타 재배관리는 옥수수 표준재배법에 준하였다.

#### (시험 2) 찹옥수수 수확 후 가공 및 저장기술 개발

본 시험은 2011년과 2012년 2년에 걸쳐 강원도농업기술원 옥수수연구소에서 찹옥수수 표준재배법에 준하여 생산한 “미백2호” 품종을 이용하였으며, 수확 시 각 개체간의 성숙도를 최대한 맞추어 저장시험을 수행하였다. 찹옥수수 수확시기별 품질특성은 수확시기에 따라 적기수확, 적기수확 2일전, 적기수확 2일후 3처리로 구분하였고, 저장방법은 저장온도를 4℃로 고정한 후 PP70 $\mu$ m 포장재에 담아 분석시까지 보관하였다. 저장일수는 수확당일과 수확 후 2, 4, 8, 10일 등 총 5회에 걸쳐 저장기간에 따른 품질특성을 조사하였다. 또한 찹옥수수 저장온도에 따른 품질특성은 적기 수확한 찹옥수수를 이용하여 저장온도를 1, 4, 10 및 20℃ 등 4처리로 나누어 저장기간을 수확당일과 2, 4, 8, 10일 등 총 5회에 걸쳐 저장온도 및 저장기간에 따른 품질변화를 조사하였다. 찹옥수수 포장재질에 따른 품질특성은 적기 수확한 찹옥수수를 이용하여 저장온도 4℃에서 포장재질을 무처리, PE50, PE100 및 PP70 $\mu$ m 등 4처리로 구분하였으며, 저장기간은 수확당일과 2, 4, 8, 10일 등 총 5회에 걸쳐 포장재질에 따른 저장기간별 품질변화를 조사하였다. 조사내용으로는 수확시기, 저장온도, 포장재질에 따른 저장기간별 수분, 경도, 유리당 함량, 냄새, 품온, 과피두께, 단맛정도 등 찹옥수수 식미관련 특성변화에 대하여 조사하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### <제2세부과제 : 찹옥수수 상품수량 최대화를 위한 재배법 및 품질향상 연구>

#### (시험 1) 찹옥수수 재배본수별 적정 재식밀도 구명

### 가. 재배본수별 적정 재식밀도

본 시험에 이용된 찰옥수수 미백2호에 대하여 재배본수에 따른 재식밀도별 농업적 형질 특성을 [표 1]에 나타내었다. 출사일수는 모든 처리간에 차이 없이 파종에서 출사까지 61일 가량 소요되었으며, 출용 후 출사되기까지의 소요 일수는 각 처리간 큰 차이 없이 2.5~3.1일 정도로 나타났다. 이 결과로부터 재배본수에 따른 재식밀도가 출용 및 출사 등 농업적 형질 특성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나, 이는 금년도의 경우에는 옥수수 유수형 성기에서 생식생장시기까지 약 20일 가량 평년대비 심함 고온현상에 한발까지 지속되었기 때문에 처리간 농업적 형질에서 큰 차이 없이 비슷한 결과를 보였던 것으로 추정된다.

표 1. 찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 농업적 형질특성 비교

재배본수	재식밀도 (cm)	재식주수 (주/10a)	정식기 (월.일)	출용기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사일수 (일)	출용출사 차이(일)
1주 1본	70×25	5,710	5.3	6.30	7.3	61.1	2.5
	70×30	4,760	5.3	6.30	7.3	61.5	2.7
	70×35	4,080	5.3	6.30	7.3	61.3	2.8
	70×40	3,570	5.3	6.29	7.3	61.1	3.1
평 균			5.3	6.30	7.3	61.3	2.8
1주 2본	100×35	5,710	5.3	6.30	7.3	61.7	2.9
	100×40	5,000	5.3	6.30	7.3	61.8	3.1
	100×45	4,440	5.3	6.30	7.3	61.6	2.8
	100×50	4,000	5.3	6.30	7.3	61.7	3.0
평 균			5.3	6.30	7.3	61.7	3.0

주) 4월 19일 포트육묘.

표 2. 찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 초기생육 특성

재배본수	재식밀도 (cm)	재식주수 (주/10a)	간경 (cm)	분얼수 (개/주)	엽수 (개/주)	엽장 (cm)	초장 (cm)
1주 1본	70×25	5,710	2.5	0.5	10.9	89.4	156.9
	70×30	4,760	2.5	0.8	10.7	87.9	153.4
	70×35	4,080	2.7	0.7	11.0	88.2	156.9
	70×40	3,570	2.7	0.9	11.2	87.2	157.8
평 균			2.6	0.7	11.0	88.2	156.3
1주 2본	100×35	5,710	2.3	0.3	9.8	82.9	144.0
	100×40	5,000	2.4	0.3	9.7	82.6	141.0
	100×45	4,440	2.4	0	9.5	83.5	140.4
	100×50	4,000	2.5	0	10.0	82.9	144.2
평 균			2.4	0.2	9.8	83.0	142.4

(조사 : 정식 후 50일)

노지 정식 후 50일에 조사된 재배본수에 따른 재식밀도별 찰옥수수의 초기생육 특성은 [표 2]에서 보는 바와 같다. 간경은 1주 1본 재배이 1주 2본 재배이든 재배본수간에 큰 차이 없이 비슷한 수치를 보였으나, 재식밀도에 있어서는 소식에 비하여 밀식할수록 다소 작아지는 경향을 보였다. 분얼경수는 1주 1본보다 2본 재배에서 적은 경향을 보였고, 엽수 및 엽장은 재식밀도간에 뚜렷한 차이를 볼 수 없었으나 엽장은 1주 2본 재배보다 1본 재배에서 길게 나타났다. 초장 또한 재식밀도간에는 비슷한 수치를 보였으나, 재배본수간에서 1주 1본 재배에 비하여 2본 재배에서 뚜렷이 낮아지는 결과를 보였는데, 이는 단위면적당 심겨지는 재식주수가 거의 동일한 경우에는 1본 재배보다 2본 재배에서의 생육경합이 컸기 때문으로 여겨진다.

표 3. 찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 중기생육 특성

재배본수	재식밀도 (cm)	재식주수 (주/10a)	간경 (cm)	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	엽수 (개/주)	엽장 (cm)
1주 1본	70×25	5,710	1.6	197	96	49	18.2	89.6
	70×30	4,760	1.6	199	96	48	18.0	89.1
	70×35	4,080	1.7	202	98	48	18.2	88.5
	70×40	3,570	1.8	204	96	47	18.2	85.8
평 균			1.7	201	97	48	18.6	88.3
1주 2본	100×35	5,710	1.6	184	89	49	18.0	88.7
	100×40	5,000	1.6	190	91	48	17.9	89.4
	100×45	4,440	1.7	189	90	48	17.8	89.4
	100×50	4,000	1.7	185	89	48	17.9	87.5
평 균			1.7	187	90	48	17.9	88.8

(조사 : 수확기)

재배본수에 따른 재식밀도별 찰옥수수 중기생육 특성을 [표 3] 에 나타내었다. 간경은 재배본수 및 재식밀도간에 큰 차이가 없었으나, 소식보다는 밀식할수록 다소 커지는 경향을 보였다. 간장 및 착수고는 초기생육 특성의 결과와 비슷한 경향으로서 재배본수에서 1주 2본 재배보다 1본 재배에서 높았으며, 재식밀도에서는 소식할수록 약간 높아지는 경향을 보였다, 그러나 각 처리간 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타나, 재배본수 및 재식밀도가 찰옥수수 생육특성에 큰 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다. 엽수 및 엽장은 모든 처리에서 비슷한 수치로 수확기 찰옥수수의 엽수는 보통 17~18매인 것으로 나타났고, 엽장은 86~90cm 이내인 것으로 나타났다. 따라서 다양한 기상환경과 재배요인에 의해 차이가 나타날 수 있는 이러한 생육상의 가변특성들은 본 시험의 결과에서 뚜렷한 차이가 없었다.

#### 나. 병해충 발생양상 및 수량특성

찰옥수수 정식 후 50일에 조사된 재배본수 및 재식밀도에 따른 병해충 발생 양상은 [표

4]에서 보는 바와 같이, 조명나방은 모든 처리에서 옥수수 영양생장시기 경에는 거의 발생하지 않았던 것으로 조사되었다. 반면 진딧물은 각 재식밀도간에 비슷한 수치를 보였고 재배본수간에서는 1주 1본 재배에서 현저한 증가를 나타내었는데, 이 결과로부터 진딧물은 단위면적당 심겨지는 재식주수보다 재식거리, 즉 포기과 포기 사이의 넓이보다 이랑넓이에 다소 영향을 크게 받는 것으로 생각되었다. 결국 옥수수 포장에서의 진딧물 발생량은 동종간의 활동반경에 밀접한 관계가 있을 것으로 추정되나 이에 대해서는 보다 세밀한 검토가 있어야 할 것으로 판단된다.

표 4. 찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 병해충 발생 양상

재배본수	재식밀도 (cm)	재식주수 (주/10a)	병해충 발생율 <sup>1</sup> (%)			
			조명나방	진딧물	매문병	줄기썩음병
1주 1본	70×25	5,710	0	26.5	0.5	6.5
	70×30	4,760	0	28.5	0.5	6.5
	70×35	4,080	0	25.5	0.5	5.5
	70×40	3,570	0	29.5	1.0	7.0
평균			0	27.5	0.6	6.4
1주 2본	100×35	5,710	0	8.0	0	1.5
	100×40	5,000	0	9.0	0	0.5
	100×45	4,440	0	8.0	0	0.5
	100×50	4,000	0	10.5	0.5	0.5
평균			0	8.9	0.1	0.8

<sup>1</sup>찰옥수수 출사 후 포장 피해주율.

(조사 : 정식 후 50일)

표 5. 찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 자수품질 및 병 발생 양상

재배본수	재식밀도 (cm)	재식주수 (주/10a)	이삭열수 (열/주)	자수품질 <sup>1</sup> (1-5)	병 발생율 <sup>2</sup> (%)	
					이삭썩음병	이삭 조명나방
1주 1본	70×25	5,710	13.1	2.5	4.0	7.5
	70×30	4,760	13.0	1.5	2.5	5.0
	70×35	4,080	13.3	1.3	1.5	2.5
	70×40	3,570	13.1	1.0	0	4.0
평균			13.1	1.6	2.0	4.8
1주 2본	100×35	5,710	13.0	2.3	0	9.0
	100×40	5,000	12.9	2.0	1.5	5.0
	100×45	4,440	13.0	2.0	0	4.0
	100×50	4,000	13.1	1.0	1.5	1.5
평균			13.0	1.8	0.8	4.9

<sup>1</sup>1: 좋음 ↔ 5:나쁨. <sup>2</sup>찰옥수수 수확 후 이삭 피해율.

찰옥수수 수확기에 조사된 재배본수에 따른 재식밀도별 자수품질과 이삭병 발생 양상을 [표 5]에 나타내었다. 이삭열수는 재배본수 및 재식밀도간에 큰 차이가 없었으며, 자수품질은 소식재배에서 우수한 것으로 나타났다. 이삭병 발생에 있어서, 이삭썩음병은 1주 1본 재배에서 많았고 이삭 조명나방은 재배본수간 뚜렷한 차이가 없었으나, 재식밀도에서 소식할수록 피해가 적었던 것으로 나타났다. 일반적으로 작물에서의 병 발생량은 재배적 요인보다 강우, 온도 등 기후변화와 같은 재배환경에 민감하게 반응하지만, 본 시험에서 얻어진 결과에서 알 수 있듯이 재배적 요인에 의해서도 그 피해가 어느 정도 경감되는 것을 확인할 수 있었다.

표 6. 찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 이삭 특성

재배본수	재식밀도 (cm)	재식주수 (주/10a)	이삭중 (g)	이삭장 (cm)	착립장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (cm)
1주 1본	70×25	5,710	170.2	17.1	14.9	87.1	4.1
	70×30	4,760	173.2	17.5	15.6	89.2	4.2
	70×35	4,080	183.9	18.0	16.3	90.3	4.2
	70×40	3,570	195.4	17.8	16.8	94.3	4.3
평 균			180.7	17.6	15.9	90.2	4.2
1주 2본	100×35	5,710	166.0	17.7	14.6	82.3	4.1
	100×40	5,000	171.7	18.1	15.3	84.5	4.2
	100×45	4,440	185.5	18.6	16.6	89.2	4.3
	100×50	4,000	189.5	18.6	17.1	92.1	4.3
평 균			178.2	18.3	15.9	87.0	4.2

재배본수에 따른 재식밀도별 찰옥수수의 이삭특성을 [표 6]에 나타내었다. 이삭중은 재배본수간에 큰 차이가 없었으나, 재식밀도에 있어서는 밀식에 비하여 소식할수록 이삭중이 증가하는 것으로 나타났다. 이삭장은 재배본수 및 재식밀도간 큰 차이가 없었으나 밀식에 비해 소식할수록 약간 길어지는 경향을 볼 수 있었다. 반면 착립장은 재배본수간의 차이보다 재식밀도에서 소식할수록 뚜렷하게 증가하는 것을 알 수 있었다. 착립율 또한 착립장의 결과와 마찬가지로 재식밀도가 작을수록 높아지는 경향이 뚜렷하였고, 이삭굵기도 재배본수간의 차이는 없었으나 재식밀도가 낮을수록, 즉 소식할수록 이삭굵기가 커지는 것을 확인할 수 있었다. 이 결과로부터 이삭중을 포함한 이삭장, 착립장, 이삭경 등 찰옥수수의 수량에 직접적으로 영향을 미치는 이삭특성은 재배본수보다 재식밀도에 다소 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

표 7. 찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 이삭수량 및 상품성

재배본수	재식밀도 (cm)	재식주수 (주/10a)	총 수량 (개/10a)	이삭수량 <sup>1</sup> (개/10a)			상품화율 <sup>2</sup> (%)	상품수량 지 수
				하품	중품	상품		
1주 1본	70×25	5,710	4,282	428	2,623	1,231	29	77
	70×30	4,760	3,570	223	1,740	1,607	45	100
	70×35	4,080	3,264	122	1,102	2,040	63	127
	70×40	3,570	3,035	190	1,214	1,631	54	102
평균			3,538	241	1,670	1,627	48	102
1주 2본	100×35	5,710	4,283	589	1,927	1,767	41	110
	100×40	5,000	3,750	94	1,359	2,297	61	143
	100×45	4,440	3,551	44	932	2,575	73	160
	100×50	4,000	3,401	43	765	2,593	76	161
평균			3,746	193	1,246	2,308	63	144

<sup>1</sup> 상: ≥18cm, 중: 16~18cm 미만, 하품: <16cm. <sup>2</sup> (상품\*100)/(상+중+하품).

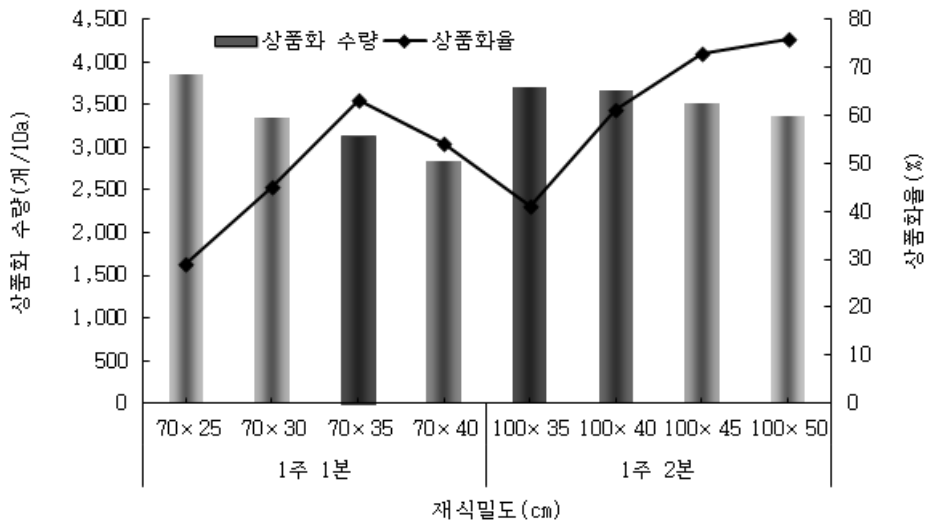


그림 1. 재배본수에 따른 재식밀도별 찰옥수수 상품화 수량 및 상품화율<sup>1</sup>

<sup>1</sup>[상품수량÷총 수량]×100.

찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 이삭수량과 상품성을 조사한 결과를 [표 7]과 [그림 1]에 각각 나타내었다. 이삭수량에 있어서, 18cm 이상의 상품수량은 재배본수에서 1주 1본 재배보다 2본 재배에서 크게 증가하는 경향을 보였고, 재식밀도에서는 밀식보다 소식할수록 뚜렷하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 반면 중품수량은 상품수량의 결과와 반대로 1주 2본 재배보다 1본 재배에서 뚜렷한 증가를 보였고, 재식밀도에서도 소식보다는 밀식할수록 크게 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 상품성이 있는 이삭길이 16cm 이상의 상품화 수량은 [그림 1]에서 보는 바와 같이, 1주 1본에서는 재식밀도가 가장 높은 70×25cm에서 가장

많았고, 1주 2분에서도 1주 1분의 결과와 마찬가지로 재식밀도가 가장 높은 100×35cm 및 100×40cm에서 상품화 수량이 가장 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 알 수 있듯이, 길이 18cm 이상의 상품수량을 최대로 생산하기 위해서는 재배본수 1주 1분보다 1주 2분 재배로 하여 밀식하는 것보다 소식재배하는 것이 가장 유리한 것으로 나타났고, 시장에서의 어느 정도 상품가치가 인정되어 유통 및 판매가 가능한 상품화 수량만을 고려했을 경우에는 재배본수에 관계없이 소식보다는 밀식재배하는 것이 최대 상품화 수량 생산에는 유리한 것으로 판단되었다.

#### 다. 상품화 수량 및 경제성

찰옥수수 재배본수에 따른 재식밀도별 경제성 분석 결과는 [표 8]에서 보는 바와 같이, 1주 1분 재배에서 이삭길이 16cm 이상의 상품화 수량이 가장 높았던 재식밀도 70×25cm에서 1,007,480원으로 가장 높았고, 1주 2분 재배에서는 100×40cm 및 100×45cm에서 각각 1,111,180원과 1,114,580원으로 가장 소득이 높았다. 또한 재배본수간에서는 1주 1분 재배보다 1주 2분 재배에서 농가소득 증대에 다소 유리할 것으로 판단되었다.

표 8. 재배본수에 따른 재식밀도별 찰옥수수 경제성 분석

재배본수	재식밀도 (cm)	상품화 수량 <sup>1</sup> (개/10a)	조수입 <sup>2</sup> (원/10a)	경영비 <sup>3</sup> (원/10a)	소득 (원/10a)	소득 지수
1주 1분	70×25	3,854	1,466,600	459,120	1,007,480	111
	70×30	3,347	1,358,950	459,120	899,830	100
	70×35	3,142	1,368,900	459,120	909,780	101
	70×40	2,845	1,208,200	459,120	749,080	84
평균		3,297	1,350,663	459,120	891,543	99
1주 2분	100×35	3,694	1,545,950	422,710	1,123,240	125
	100×40	3,656	1,570,300	422,710	1,147,590	127
	100×45	3,508	1,573,700	422,710	1,150,990	128
	100×50	3,358	1,532,450	422,710	1,109,740	123
평균		3,554	1,555,600	422,710	1,132,890	126

<sup>1</sup> 중+상품(이삭길이 16cm 이상).

<sup>2</sup> 18cm 이상= 500원, 16~18cm= 300원, 16cm미만=150원/개.

<sup>3</sup> 2011 지역별 농산물 소득자료, 농진청.

#### (시험 2) 찰옥수수 수확 후 가공 및 저장기술 개발

##### 가. 찰옥수수 수확시기별 품질특성 구명

찰옥수수의 수확 후 품질관리 유지방안으로 그 활용성을 증대시키고자 찰옥수수의 수확 시기 및 저장기간에 따른 품질관련 형질의 경시적 변화를 통하여 저온저장의 효과를 구명함과 동시에 상온저장 유통개선을 도모하고자 본 시험을 실시하였다.

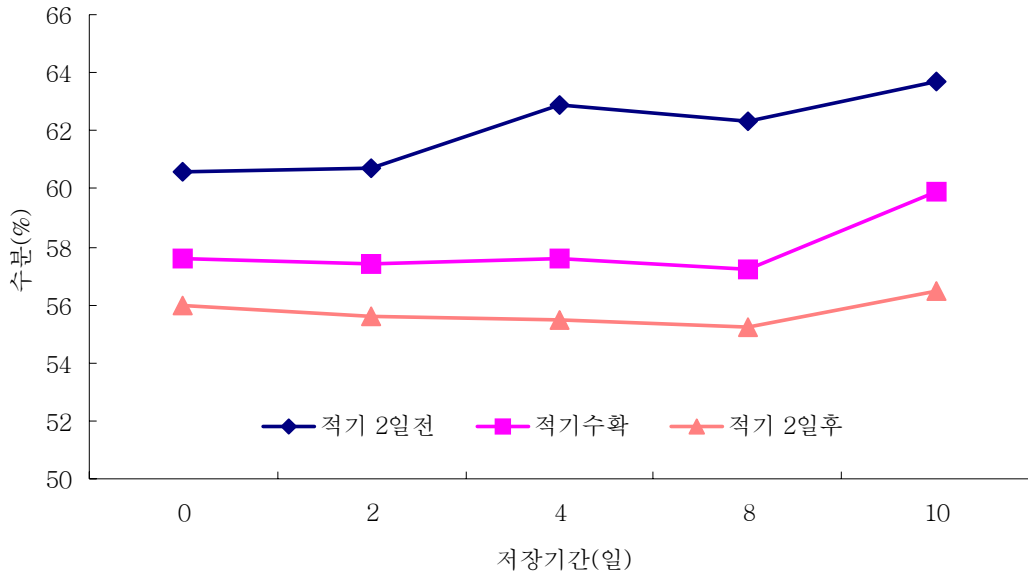


그림 2. 찰옥수수 수확시기 및 저장기간별 경시적 수분 변화  
주) 저장온도 : 4℃

[그림 2]에는 찰옥수수 수확시기 및 저장기간에 따른 수분함량의 경시적 변화를 나타내었다. 아래 표와 그림에서 볼 수 있듯이, 찰옥수수 수확시기에 따른 수분함량은 적기수확 시 57.6% 이었고, 이보다 2일 빠른 경우는 60.6% 그리고 수확적기보다 2일 늦은 경우에는 56.0%로 수확시기가 늦어질수록 수분함량은 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 4℃의 냉장조건에서 저장기간에 따른 수분함량은 저장기간 10일까지 수확시기 및 저장일수에 따른 큰 변화 없이 일정한 수준이 유지되는 것으로 나타났다. 이 결과로부터 갓 수확된 찰옥수수의 수분함량은 수확시기가 빠를수록 증가하는 반면, 일정한 온도조건에서는 저장기간에 큰 영향을 받지 않고 일정하게 유지되는 것을 알 수 있었다. 따라서 수분감소에 의한 건조가 계속되면 품질저하가 심해질 것으로 추정되었으나, 본 시험의 결과에서는 4℃의 저온저장에서 저장 10일까지는 수분함량의 큰 변화가 없는 것으로 나타나 품질저하에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

표 9. 찰옥수수 수확시기 및 저장기간별 품온 변화 (단위 : ℃)

수확시기	저장기간(일)				
	0	2	4	8	10
적기 2일전	28.7	19.4	18.0	17.2	14.2
적기수확	28.5	17.0	17.5	15.8	14.3
적기 2일후	28.3	18.0	18.3	17.7	13.7

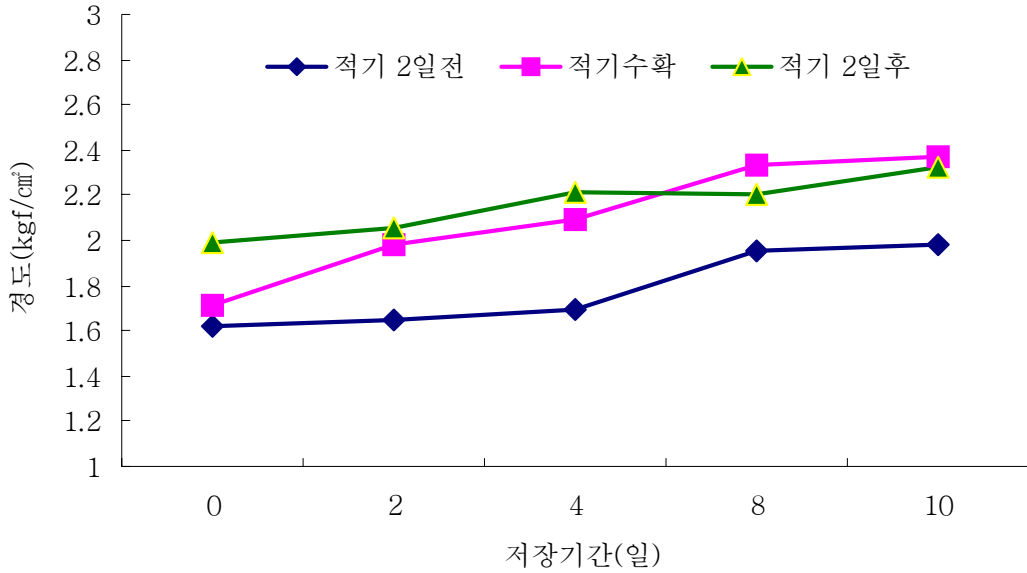


그림 3. 찰옥수수 수확시기 및 저장기간별 경시적 경도변화  
주) 저장온도 : 4℃

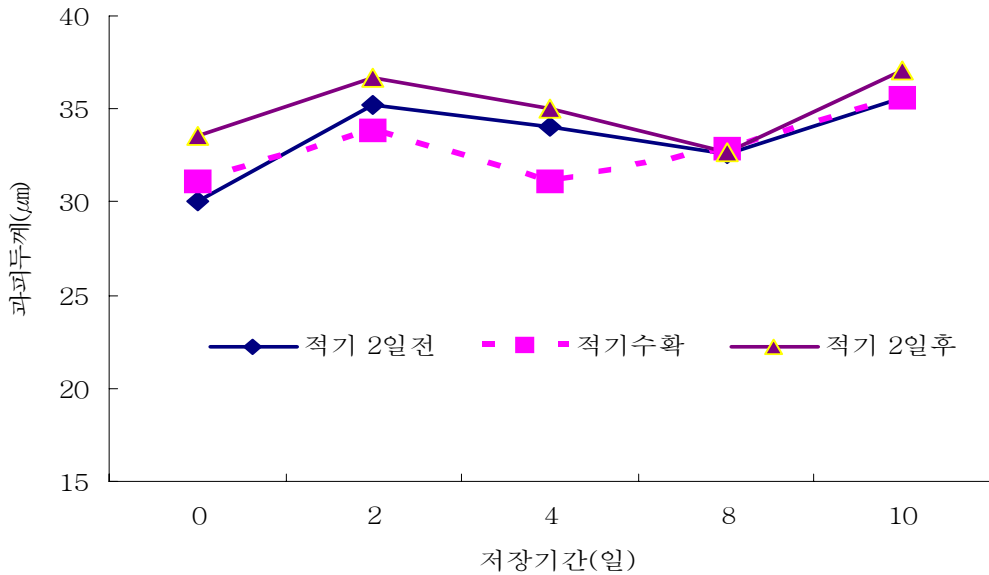


그림 4. 찰옥수수 수확시기 및 저장기간별 경시적 과피두께 변화  
주) 저장온도 : 4℃

찰옥수수 수확시기 및 저장기간별 품온의 변화를 [표 9] 에 나타내었다. [표 9]에서 보는 바와 같이, 찰옥수수의 품온은 수확시기에 따른 차이는 없는 것으로 나타났으며, 저장기간에 있어서는 저장기간이 길수록 서서히 감소하는 것을 볼 수 있었다. 한편, 찰옥수수의 경도는 [그림 3]에 나타낸 바와 같이, 수확시기 및 저장기간에 따른 큰 차이 없이 일정한 두께를 유

지하는 것으로 나타나, 수확시기나 저장기간은 경도변화에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. 찰옥수수 수확시기 및 저장기간에 따른 과피두께를 조사한 결과를 [그림 4]에 나타내었다. 수확시기에 따른 과피두께는 수확적기를 기준으로 이보다 빠르면 얇아지는 것으로 나타났고, 이보다 늦으면 다소 두꺼워지는 경향을 보여 과피두께는 등숙에 영향을 받는 것으로 추정되었다. 또한 저장기간에 있어서도 저장기간이 길어질수록 과피두께가 서서히 두꺼워지는 경향을 보였다. 이 결과로부터 찰옥수수의 과피두께는 수확시기와 저장기간 모두에 영향을 받는 것을 알 수 있었으며, 수확시기가 늦을수록 그리고 저장기간이 길수록 두꺼워지는 것은 수확과 동시에 찰옥수수 생리적 변화 가운데 하나인 활발한 효소활동에 의한 유리당이 전분화되면서 전분층이 바깥층으로 축적이 되는데 기인하는 것으로 추정된다.

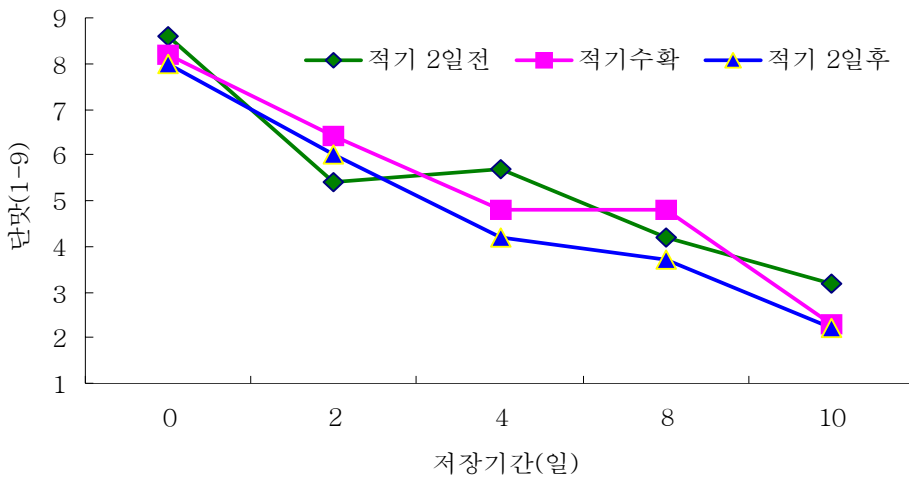


그림 5. 찰옥수수 수확시기 및 저장기간별 경시적 단맛 변화  
 주) 저장온도 : 4°C, 단맛은 1 : 낮음 ↔ 9 : 높음.

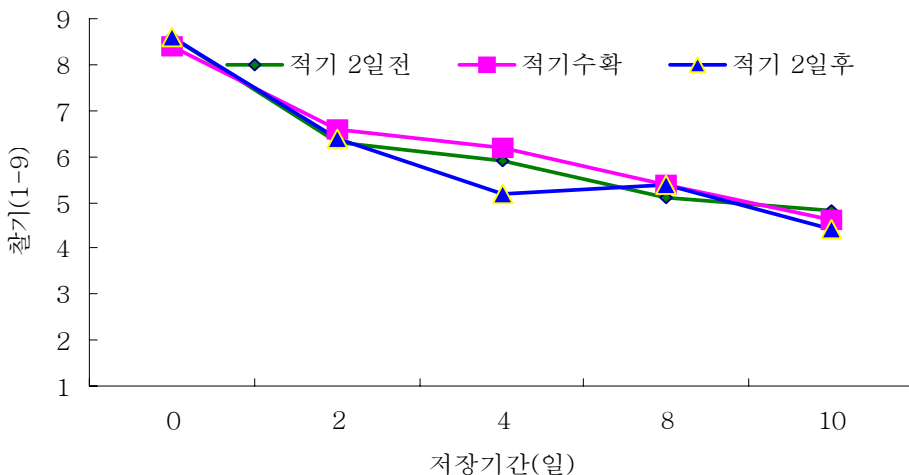


그림 6. 찰옥수수 수확시기 및 저장기간별 경시적 찰기 변화  
 주) 저장온도 : 4°C, 찰기는 1 : 낮음 ↔ 9 : 높음.

찰옥수수의 수확시기 및 저장기간에 따른 식미평가 결과를 [그림 5] 및 [그림 6]에 각각 나타내었다. 단맛은 수확적기를 기준으로 빠를수록 높았고, 늦을수록 사람이 느끼는 단맛은 감소하는 것으로 나타났다. 저장기간에 있어서도 단맛은 저장기간이 길수록 급격히 저하되는 것으로 나타났는데, 이는 알곡내의 유리당이 생리적인 변화에 의해서 전분으로 바뀌었기 때문으로 추정된다. 찰옥수수에서 사람이 느끼는 대표적인 식감중의 하나인 찰기는 단맛의 결과와 비슷한 경향으로서 수확시기에 따른 차이는 없었으나, 저장기간이 길어질수록 찰기도 떨어지는 것으로 조사되었다. 이 결과로부터 찰옥수수를 4℃의 냉장조건에서 단기저장시에 일정한 맛과 품질을 유지하기 위해서는 적기에 수확하거나 또는 이보다 2~3일가량 빨리 수확하여 저장기간은 5일 이내에 유통시키는 것이 가장 효과적인 것으로 판단되었다.

#### 나. 찰옥수수 저장 온도에 따른 품질특성 구명

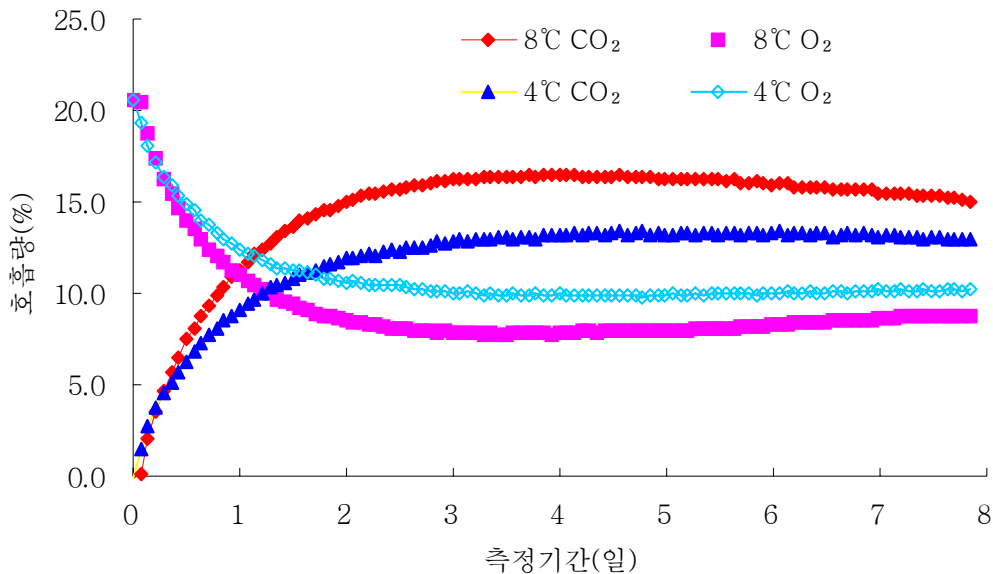


그림 7. 찰옥수수 냉장저장 온도 및 기간에 따른 호흡량 변화

[그림 7]에는 찰옥수수의 냉장저장 가능성을 보기 위해 저장온도 및 기간에 따른 호흡량 측정 결과를 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이, O<sub>2</sub>량은 수확 후 급격히 감소하는 반면 CO<sub>2</sub>량은 크게 증가하는 곡선을 보이다 수확 후 24시간을 전후로 호흡량의 큰 변화 없이 일정한 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 이 결과로부터 찰옥수수 냉장저장 시에는 수확시의 맛과 품질을 그대로 유지할 수 있는 한계시간을 수확 후 24시간 전후인 것으로 추정되었고 저장온도가 낮을수록 품질유지에 유리할 것으로 예상된다.

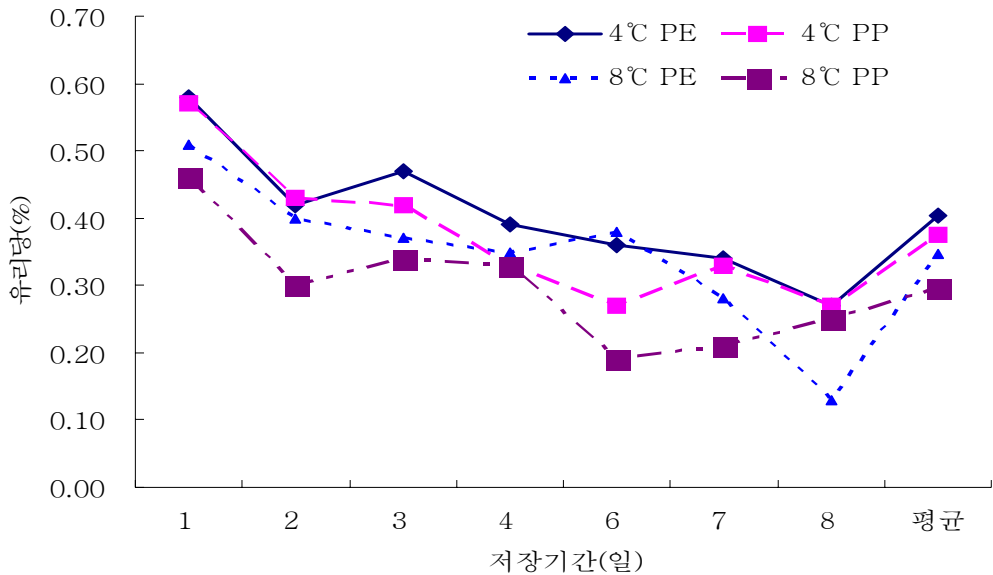


그림 8. 찹옥수수 냉장저장 온도 및 기간에 따른 유리당<sup>1</sup> 함량 변화  
<sup>1</sup> Glucose+Sucrose.

찰옥수수 저온저장 온도와 기간 그리고 포장재질에 따른 유리당 함량 변화는 [그림 8]에서 보는 바와 같다. 저온저장 4일 후에는 처리방법에 따라 다소 차이가 보이기 시작하여 4°C PE의 저온저장구에서 0.4%로 수확 시 유리당 함량의 67% 정도를 유지하여 당류의 전분화 반응을 효과적으로 억제할 수 있었다. 4°C 및 8°C PP 저온저장구에서는 저장 4일 후에 각 0.32와 0.31로 수확 시 유리당 함량의 50% 가량이 소실되었다. 식용 찹옥수수의 당류 함량은 결정적인 품질지표 성분으로서, 유리당 가운데 주당류인 sucrose의 손실 원인은 당 효소에 의한 다당류의 합성과 호흡작용에 의한 에너지 소모에 있는 것으로 추정되므로 수확 직 후 저온저장 처리로 당류의 손실을 최소화할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 본 시험의 결과에서 볼 수 있듯이 유리당의 함유량은 저장기간이 길수록 그 함량이 감소하는 경향이 뚜렷하였고, 저장온도가 낮을수록 그리고 포장재질은 폴리에틸렌(PE) 재질에서 유리당 함유량의 감소폭이 적은 것으로 나타나 4°C PE 방법이 찹옥수수 저온저장에 가장 효과적인 것으로 사료되었다.

[그림 9]에는 찹옥수수 저온저장 온도와 기간 및 포장재질에 따른 단맛정도에 대한 조사한 결과를 나타내었다. 저온저장 시 온도와 포장재질에 따른 단맛정도는 유리당 함량의 변화와 같은 경향으로 저장기간이 길수록 단맛의 감소폭이 커지는 것으로 나타났다. 또한 단맛은 저장온도가 낮을수록 그리고 포장재질은 폴리에틸렌(PE)으로 포장하여 저장하였을 때 사람이 느끼는 단맛이 더 오랫동안 지속되는 것을 확인할 수 있었다.

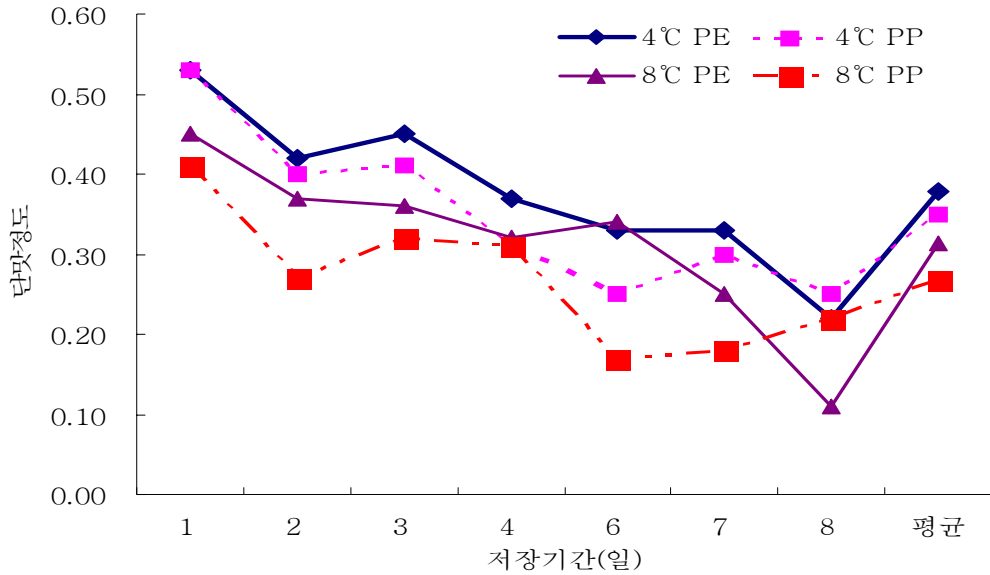
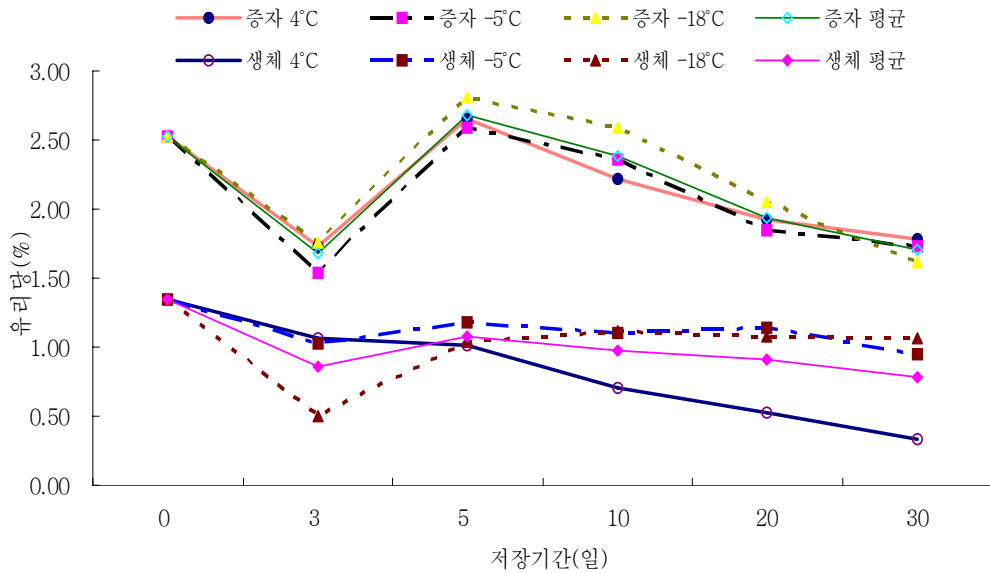


그림 9. 찹옥수수 냉장 저장온도 및 기간에 따른 단맛정도<sup>1</sup> 변화  
<sup>1</sup> (Glucose×0.7)+(Sucrose×1.0)

다. 찹옥수수 포장재질에 따른 품질특성 구명



[그림 10] 찹옥수수 저장방법, 온도 및 기간별 유리당<sup>1</sup> 함량 변화  
<sup>1</sup> Glucose+Sucrose.

식용 찹옥수수의 저장전 처리방법, 저장온도 및 기간에 따른 품질변화를 알아보려고 각 처리별 유리당의 함량 변화를 [그림 10]에 나타내었다. 찹옥수수 처리방법에 따른 유리당의

함량은 생체저장에 비하여 증가하여 저장 시 현저하게 증가하였으며, 특히 증가 후 저장의 경우는 저장온도(4℃~18℃)에 큰 차이 없이 저장 10일까지 수확직후의 유리당 함량과 거의 비슷한 수준을 보였다. 한편 저장후 5일보다 3일에 유리당 함량이 다소 낮게 분석된 것은 sample 채취의 오차로 여겨진다.

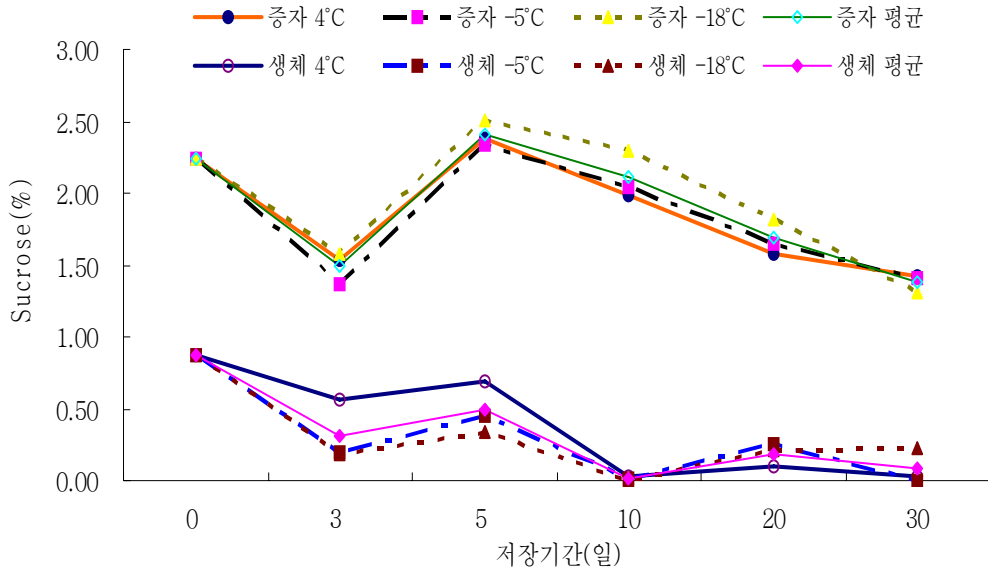


그림 11. 찰옥수수 저장방법, 온도 및 기간별 Sucrose 함량 변화

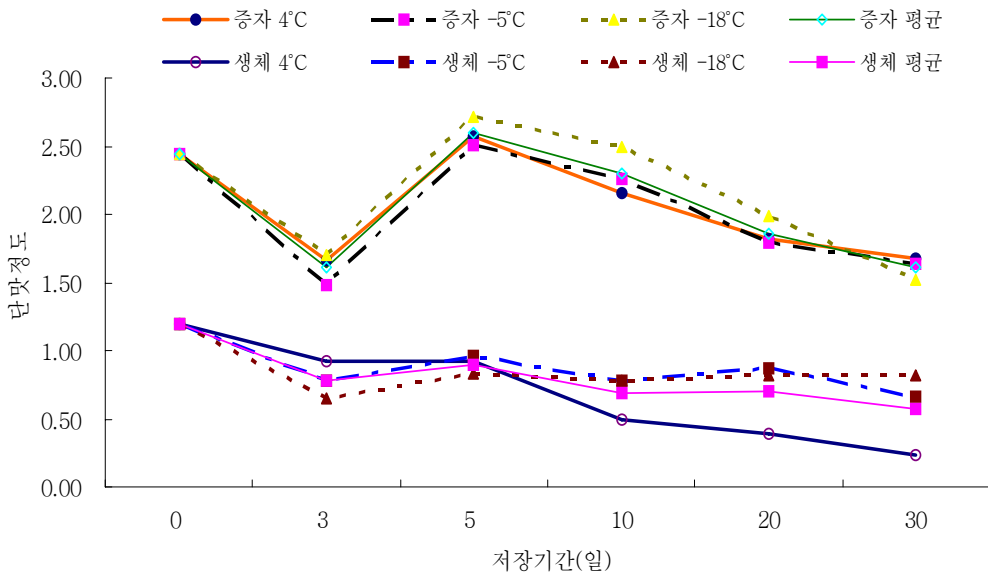


그림 12. 찰옥수수 저장방법, 온도 및 기간별 단맛정도<sup>1</sup> 변화  
<sup>1</sup> 값이 높을수록 단맛느낌이 강함(Glucose×0.7)+(Sucrose×1.0).

[그림 11]에는 찹옥수수의 저장 전 처리방법, 온도 및 기간에 따른 Sucrose 함량 변화를 나타내었다. Sucrose 함량은 [그림 10]에 나타낸 유리당의 함량 변화와 비슷한 경향으로 생체보다 증자 저장에서 크게 증가하였으며, 저장 10일까지 저장온도에 큰 차이 없이 높은 수준에서 유지되는 것으로 나타났다. 한편 저장후 5일보다 3일에 Sucrose 함량이 다소 낮게 분석된 것은 sample 채취의 오차로 판단된다. 찹옥수수 증자 저장시 생체저장에 비하여 Sucrose 함량의 증가폭이 높았는데, 이는 수확직후 증자처리에 따른 화학적인 변화에 의해서 유리당의 전분화가 억제되었기 때문으로 추측된다. 또한 증자 저장이든 생체 저장이든 저장기간이 길수록 Sucrose 함량이 감소된 것은 효소의 Amylase 분해작용에 의해서 Sucrose의 일부가 Glucose나 Fructose로 전이된 것으로 생각된다. [그림 12]에는 식용 풋옥수수의 저장 전 처리방법, 온도 및 기간에 따른 단맛정도를 나타내었다. 저장전 처리방법에 있어 단맛 정도는 Sucrose 함량의 변화와 같은 경향으로 생체 저장보다 증자 저장에서 뚜렷한 증가를 보였고, 증자 저장시에는 저장 10일 정도까지 높은 단맛이 유지되는 것으로 나타났다. 그러나 저장 전 처리에 큰 차이 없이 저장온도(4℃~-18℃)에 따른 단맛의 큰 차이는 인정되지 않았으며 저장 10일후부터 급격히 감소하는 경향을 보였다.

#### 4. 적 요

##### <제2세부과제 : 찹옥수수 상품수량 최대화를 위한 재배법 및 품질향상 연구>

(시험 1) 찹옥수수 재배본수별 적정 재식밀도 구명

작물재배 양식의 근간이 되는 재식밀도와 1주당 심겨지는 재배본수 조절에 의한 찹옥수수 상품수량을 최대 생산할 수 있는 기술을 개발하고자 수행된 시험에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 찹옥수수 간경은 재배본수에 따른 차이가 없었으나, 밀식할수록 작아지는 경향을 보였고, 간장과 착수고는 재배본수 및 재식밀도 모두에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.
- 나. 이삭특성에 있어, 이삭중은 1주 1본 및 2본 재배 모두에서 소식할수록 증가하였고, 이삭장과 착립장 또한 소식할수록 길어지는 경향이 뚜렷하였다.
- 다. 이삭길이 16cm 이상의 상품화 수량은 재배본수에 따른 차이가 인정되지 않았으나 밀식할수록 크게 증가하였으며, 이삭길이 18cm 이상의 상품 이삭수량은 1주 1본 재배보다 2본 재배에서 그리고 소식할수록 유의하게 증가하였다.

이상의 결과로부터, 재배본수와 재식밀도 등 재배적인 방법으로 이삭길이 18cm 이상의 상품수량을 최대 생산하기 위한 재배본수는 1주 1본에 비하여 2본 재배 시, 그리고 재식밀도는 일정범위 내에서 밀식보다 소식할수록 크게 증가되는 것으로 나타났다. 반면 이삭길이 16cm 이상의 상품화 수량을 최대 생산하기 위한 재배본수별 적정 재식밀도는 1주 1본 재배에서 70×25~30cm., 그리고 2본 재배에서는 재식밀도 100×40~45cm에서 이삭의 품질, 상품화수량, 최종적으로 단위면적당 소득이라는 세 가지 측면을 종합적으로 고려할 경우 가장 효과적인 재배방법이라 판단된다. 또한 재배본수와 재식밀도가 찹옥수수의 생육특성과 같은

가변특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 추정되지만, 이삭특성과 상품성 높은 이삭수량 증가에는 직접적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

#### (시험 2) 찰옥수수 수확 후 가공 및 저장기술 개발

찰옥수수의 상온저장 방법을 개발하고자 저장방법, 온도 및 기간 등에 따른 품질특성의 변화를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 찰옥수수 저장방법과 온도에 따른 과피두께는 생체보다 증자저장에서 얇아지는 경향이 뚜렷하였고, 저장온도는 4℃보다 -5℃의 냉동저장에서 다소 얇아지는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 변화는 냉동저장 시 동결상태로 수분 증발과 효소활동이 억제되기 때문으로 추정되나 이에 대해서는 보다 구체적인 검토가 요망된다.
- 나. 찰옥수수의 저온저장 효과를 검증하기 위해 저장온도와 기간에 따른 호흡량을 측정한 결과, O<sub>2</sub>량은 수확 후 급격히 감소하는 반면, CO<sub>2</sub>량은 크게 증가하였으며, 수확 후 24시간 전후로 호흡량의 큰 변화 없이 일정하게 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 이 결과로부터 찰옥수수 수확직후의 맛과 품질을 유지할 수 있는 한계시간은 수확 후 24시간이 가장 안정적인 것으로 판단되며, 특히 저장온도가 낮을수록 품질유지 효과에 다소 유리한 것으로 나타났다.
- 다. 저장방법에 따른 유리당 함량은 저장기간이 길수록 크게 감소하는 경향을 보였고, 온도는 낮을수록 그리고 포장재질은 폴리에틸렌(PE)에서 유리당의 감소가 다소 지연되는 것을 확인할 수 있었다. Sucrose 함량은 유리당의 결과와 마찬가지로 생체보다 증자저장에서 높았으며, 저장 후 10일까지 저장온도에 차이 없이 일정한 수준이 유지되었다. 증자저장 시 Sucrose 함량의 일시적 증가는 증자에 의한 화학적 변화에 의해서 유리당의 전분화가 억제되고 Glucose나 Fructose가 Sucrose로 전이되었기 때문으로 추측된다. 또한 찰옥수수의 증자 또는 생체 저장에 큰 차이 없이 저장기간이 길어질수록 Sucrose의 함량이 감소는 효소의 Amylase 분해작용에 의해서 Sucrose의 일부가 Glucose나 Fructose로 전이되는 가역적 또는 상보적 관계에 기인했기 때문으로 추정되며 이에 대해서는 보다 구체적인 검토가 요망된다.
- 라. 찰옥수수 관능검사 결과에서 단맛은 유리당 변화와 비슷한 경향으로 저장기간이 길수록 크게 감소하였으며, 온도가 낮을수록 그리고 포장재질은 폴리에틸렌(PE)에서 단맛이 오래 지속되는 것을 확인할 수 있었다.

이 결과로부터 상온이나 생체저장에서는 유리당 함량과 단맛, 과피두께 등 식미관련 품질이 급격히 저하되는 반면, 증자 후 4℃에서 저장 후 10일까지는 유리당 함량의 큰 변화 없이 맛과 품질이 일정하게 유지됨을 알 수 있었다. 반면에, 찰옥수수 저장방법에 있어서는 증자 저장할 경우 저장 10일까지는 4℃나 -5℃에 저장해도 -18℃와 비교해 유리당 함량이 높고 맛과 품질이 우수하였다. 그러나 상온저장 및 생체저장의 경우에는 유리당 함량, 단맛, 과피두께 등 맛과 품질이 크게 저하되는 것으로 나타나, 이에 대한 보다 세밀한 검토와 개선의 여지가 요구된다.

## 5. 인용문헌

- 강영길, 박근용, 함영수. 1983. 옥수수 교잡종 채종에 있어 유식물절단 비닐피복 및 파종기에 의한 자식계통 개화기조절. 한국작물학회지. 28(4):481-487.
- 김기식, 홍정기, 이성열, 김두열, 한세기, 이동우. 1980. 옥수수 지대별 파종기 시험. 1979년 강원도농촌진흥원 시험연구보고서. PP 334-370
- 김선림, 박승의, 차선우, 서종허, 정태욱. 1994. 숙기에 따른 찰옥수수 및 초당옥수수의 주요 품질특성 변화. 한국작물학회지. 39(1):73-78.
- 김선림, 문현귀, 유용환. 2002. 옥수수의 품질평가 현황과 전망. 한국작물학회지. 47(S):107-123.
- 김정태 등, 2011. 풋옥수수 수확 후 예냉처리와 저온저장에 따른 품질변화. 한국국제농업개발학회지. 23(1):95-101.
- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술연구 조사분석기준(제4판).
- 박근용, 강영길, 박승의. 1984. 파종양식과 재식밀도가 옥수수 변형 단교잡종 교배친의 생육 및 채종량에 미치는 영향. Korea J. Crop Sci. 29(1):62-66.
- 박승의, 박근용, 강영길, 문현귀, 정승근. 1987. 재식밀도가 단옥수수의 생육 및 이삭수량에 미치는 영향. 한국작물학회지. 32(1):92-96.
- 박승의, 박근용, 강영길, 문현귀. 1989. 재식밀도와 열자제거가 단옥수수의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지. 34(2):192-197.
- 손영구, 1996. 예냉 및 저장방법이 식용 풋옥수수의 품질에 미치는 영향. 충남대. 박사논문.
- 손영구 등, 1999. 풋옥수수의 수확 후 품질관리기술. 한국국제농업개발학회지. 11(4):391-402.
- 손영태, 김성열, 김선림, 황종진. 1997. 풋옥수수의 얼음 저장이 종실성분 변화에 미치는 영향. 한국작물학회지. 42(1):95-103.
- 이명훈. 1994. 옥수수 초형별 재식밀도에 따른 생육 및 수량반응. 한국작물학회지. 39(4):353-358.
- 이석순, 백준호. 1990. 재식밀도가 단옥수수의 이삭수, 이삭무게 및 조수입에 미치는 영향. 한국작물학회지. 35(2):117-121.
- 조재영, 권혁지, 강영길, 정승근. 1983. 파종기와 재식밀도가 단교잡종 옥수수의 생육 및 종실수량에 미치는 영향. 한국작물학회지. 26(4):227-232.
- 허남기, 김경대, 최병곤, 김경희, 민황기, 권혜정. 2005. 레토르트 파우치 방법에 의한 찰옥수수의 저장성 향상. 한국작물학회지. 50(S):147-151.
- Showalter, R. K. 1967. Sweet corn shelf-life as affected by trimming and packing. J. Amer. Soc. Hort. Sci.. 91.
- Choe, Z. R, Y. K. Joo, M. T. Song, H. S, Oh and D. W. Ann. 1990, Determination of sowing date for silage corn based on growing degree days and soil temperature. Korean J. Crop Sci. 35(3):254-258.
- Ryu, S. H, H.K. Min, S. W. Cha, K. J. Park, J. Y. Park, and N. K. Huh. 2003. Seed Production Method for Waxy Corn Hybrid, Chalok 2. Korean J. Crop Sci, 48(6):424-428.

Lee, S. S, S. K. Yang, and S. B. Hong. 2007. Optimum plant population of a super sweet corn hybrid at different planting dates. Korean J. Crop Sci, 52(3):334-340.

Cho, J. Y, H. J. Kwon, Y. K. Kang, and S. K. Jong. 1983. Effect of plant density and planting date on growth and grain yield of maize hybrids. Korean J. Crop Sci, 28(2):227-232.

Choe, Z. R, Y. K. Joo, M. T. Song, H. S, Oh and D. W. Ann. 1990, Determination of sowing date for silage corn based on growing degree days and soil temperature. Korean J. Crop Sci. 35(3):254-258.

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2012(2년)	영농활용	찰옥수수 상품화 생산을 위한 재식본수별 적정 재식밀도(중앙)

## 7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'11	'12
과제책임자	강원대학교	교수	이주경	과제 총괄	○	○
2세부책임자	옥수수연구소	농업연구사	고병대	세부과제 총괄	○	○
공동연구자	"	농업연구사	박종열	설계업무 지원	○	○
	"	"	박기진	평가업무 지원	○	○
	"	"	장은하	생육관리 지원	○	○
	"	"	류시환	연구관리 지원		○
	"	농업연구관	방순배	연구자문	○	○
	"	기능직	용우식	조사업무 지원	○	○
	"	"	이상민	"	○	○
	농식품연구소	농업연구관	허남기	연구자문	○	○
	"	농업연구사	김경대	분석업무 지원	○	○