

사업구분	대형공동	Code 구분	LS0204	수행구분	전반기
연구과제명	옥수수 교잡종 안전채종 및 상품화기술체계 확립 연구			연구책임자	류시환
세부과제명	기상환경에 의한 옥수수 수정불량 대책시험			'98 ~ 2000(3년차 완결)	
연구원별임무					
구분	소속	성명	담당임무		
연구책임자	옥수수시험연구팀	류시환	과제 총괄		
공동연구자	"	민황기	기상환경 자료분석		
	작물시험장	정태욱	수정불량 원인구명		
		차선우	수량조사 및 분석		
색인용어	찰옥수수, 저온, 채종, 차광				

## ABSTRACT

This study was conducted to find out the factors caused to barren stalk occurrence of a seed parent, KW7 during F<sub>1</sub> seed production of Chalok #2. In greenhouse, the low temperature plot was maintained below 10°C around the 10th April. Differences were not shown F<sub>1</sub> seed production between normal temperature and low temperature. In field, the plant growth and yield were not significant different among planting dates. Artificial shade at 7~8 leaf stage and before silking date decreased fertile grain rate and F<sub>1</sub> seed yield. Shade before silking date showed seed yield reduction remarkably

### 1. 연구배경

옥수수 불임발생의 일반적인 원인으로는 저온, 고온, 수분부족, 광부족 등이 보고되고 있다. Ritchie et. al.(1986)은 제 6엽기까지는 생장점이 지하부에 위치하기 때문에 저온이 옥수수에 큰 피해를 주지는 않지만, 생장점이 지상부로 나오는 제 8엽기 이후에는 저온이 경우에 따라서 옥수수의 생육에 큰 저해요인 일 수 있다고 하였다. Hanna(1925)는 옥수수 생육은 다른 어떤 기상환경보다도 온도에 더욱 민감하게 영향을 받는다고 하였고, Loomis(1934)는 10°C 이하의 온도에서 옥수수의 생육이 급격히 저하된다고 하였다. 풋옥수수 비닐하우스 무가온 재배시 생육기간의 저온경과로 웅수출현후 출수까지 10일이상 소요되어 임실율이 낮았고, 상품비율도 매우 낮았다고 하였다(이, 1990). 또한 벼에서는 화분모세포 감수분열 기경 10일간 연속 15 ~ 16°C 냉수 관개는 품종에 따라 1수경화수를 2.3 ~ 29.5%, 임실율을 2.4 ~ 50.6% 감소시킨다고 하였다(권, 1985).

고온의 지속은 화분의 발아능력을 상실시킬 수 있다. Herreor et. al.(1981)에 따르면 27°C에서

24시간 경과될 때 화분의 발아력은 45%였지만, 38℃에서 24시간 경과 되었을 때는 화분의 발육 정지 및 화분파열로 발아력이 12%로 감소하였다고 하였다.

최(1998)는 수분부족이 영양생장기간을 충분히 갖지 못하고 생식생장으로 전환시켜 수량감소의 요인으로 작용하며, 이때 주요한 원인은 수분부족으로 인하여 웅수는 출현하였으나 자수의 출현이 지연되어 수분 및 수정이 이루어지지 않는 것이라고 하였다.

광은 작물의 성장보다는 오히려 개화나 생식기관의 형성등에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다. Wallace et al.(1937)은 동계 비닐하우스 내에서의 일장은 일조가 부족한 상태의 단일조건이므로 옥수수 개화가 촉진되어 영양생장 기간이 짧아 옥수수 생산량이 매우 저조한 것이라고 하였다. 홍(1993)은 차광 시기간 불임 발생을 분석에서 불임에 가장 영향을 미치는 시기는 자수의 발육기와 출사기를 전후한 시기라고 보고하였다.

옥수수는 수량성, 내재해성, 균일성 등의 특성을 고려하여 대부분의 품종이 단교잡종으로 만들어진다. 이러한 단교잡종을 만드는데 필수적인 절차가 부분과 모본을 파종하여 교잡종 종자를 생산하는 것이다. 이 때 종자생산량은 그 품종의 보급과 유지에 매우 중요한 요인이라고 할 수 있다.

찰옥2호는 1994년 작물시험장에서 육성한 품종으로 병충해와 도복에 강하고, 중생종이며, 찰기가 높고 맛이 우수한 찰옥수수로서 소비자의 기호도가 높아 많은 관심을 모으는 품종이었다. 그러나 '97년 보급종을 생산하는 단계에서 모본으로 사용되는 KW7에 불임피해가 발생하였다. 불임유형을 살펴보면, 출사가 안되는 이삭, 출사가 정상보다 늦은 이삭, 정상적으로 출사가 되었으나 수정이 불량한 이삭, 그리고 모본의 첫 번째 이삭의 출사 지연 및 수정불량으로 인해 두 번째, 세 번째 이삭의 출현 등이다. 2차, 3차 이삭이 출현한 경우 임실율은 1차 이삭보다 2차 이삭이 높게 나타났다. 또한 출사가 지연되어 출사촉진 작업을 하였고, 보급종 생산에서는 자연수분을 의심하여 인공수정을 실시하였으나 KW7의 임실율이 저조하였다.

학계 및 관계자들이 합동진단을 실시하여 이에 대한 원인을 분석하였고, 5월 하순에서 6월 초순까지의 10℃이하의 저온이 웅수 및 자수분화기와 일치하여 생식기관의 분화발육에 장애를 발생시켰으며, 개화기인 7월 중순의 고온으로 인한 장애로 판단되었다.

당해년도의 기상환경을 분석하여 위와 같은 결론을 얻었고, 보다 구체적인 불임현상의 원인을 구명하고자 이 시험을 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 온실내 시험

인위적으로 저온에서 옥수수를 생육시키기 위하여 온실내 시험을 수행하였다. 육묘온상을 설치하여 3월 4일에 모본인 KW7을 포트파종하였고, 모본의 출사기와 부분의 출생기를 맞추기 위하여 모본 파종 10일후에 부분인 KW3를 포트파종하였다. 옥수수가 약 3엽기인 3월

20일에 모본인 KW7을 이식하였다. 열간거리는 75cm, 주간거리는 30cm로 하여 이식하였고, 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=15-13-13/10a을 사용하였다. 3월 30일에 부분인 KW3를 KW7이 자라고 있는 열 중간에 2:1로 웅주간파로 이식하였다.

모본인 KW7이 7~8엽기(자수분화기)가 되었을 때 차광의 효과를 검토하고자 90% 차광망을 이용하여 일부 옥수수에 7일동안 차광처리를 하였다. 또한 옥수수의 성장점이 지상부로 나오는 시기인 자수분화기에 맞추어 온실의 일부를 가온 중단하고 야간에도 창문등을 개방하여 옥수수가 10℃이하의 온도에서 생육할 수 있도록 하였다. 출사기 직전에는 2차 차광을 실시하였으며 처리 및 기간은 1차 차광기인 자수분화기와 동일하게 하였다.

수분 및 수정은 자연교배를 하였으며, 완전히 등숙된 이후에 수확하여 임실율, 채종량 등을 조사하였다.

#### 나. 포장 시험

가능하면 옥수수가 저온에서 생육할 수 있는 환경을 만들기 위해 조기 파종을 하였고, 파종기에 따른 생육 양상을 보기위하여 파종기를 5회로 달리하였다. 온실에서와 마찬가지로 모본과 부분의 출사, 출웅기를 맞추기 위하여 모본인 KW7을 파종한 10일후에 부분인 KW3를 파종하였다. 총 5회 파종기에서 2처리는 육묘를 하였고 3처리는 직파를 하였다. 육묘 이식구는 KW7을 기준으로 할 때 4월 1일 및 10일에 포트 파종하여 4월 15일, 25일에 이식하였고, 직파처리구는 4월 15일 및 5월 5일, 15일에 실시하였다.

재식거리, 재식비율 및 시비량은 온실에서의 처리와 동일하게 하였다. 또한 차광처리는 각 파종기에 따라 자수분화기에 1차 차광처리, 출사기 직전에 2차 차광처리를 1주일간 하였다. 수분 및 수정은 자연교배를 하였으며, 완전히 등숙된 이후에 수확하여 임실율, 채종량 등을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 기상현황

온실내에 옥수수를 이식한 이후 가온구와 무가온구 공히 초기에는 가온을 실시하였다. 그리고 성장점이 지상부로 나오는 자수분화기부터 무가온구에는 가온을 중단하고 창문을 열어 저온의 환경을 만들어 주었다. 출사기까지의 옥수수생육 기간동안에 온실내의 최고기온과 최저기온을 나타낸 것이 표 1이다. 가온구의 최고기온은 30.2℃~33.4℃까지 분포하였고 수시로 관수를 하였기 때문에 고온의 피해를 받지 않았다. 가온구의 최저기온은 11.2℃~12.3℃로 옥수수생육에 저해요인을 작용할 수 있는 10℃이하로는 내려가지 않았다.

무가온구의 최고기온은 가온구에 비해 약간 낮았으나 큰 차이는 없었고, 최저기온은 인위적으로 10℃이하를 유지하려고 의도하여 5월 상순까지 저온에서 옥수수의 생육을 유도할 수 있었다. 그러나 1년차인 '98년에는 4월중의 최저온도가 10℃이상을 유지하여 10℃이하

의 저온에서의 생육을 유도하지 못하였다.

표 1. 옥수수 생육기간의 온실내 온도('98~'00 종합).

구분	3월		4월		5월			
	하	상	중	하	상	중	하	
최고기온 (°C)	가온구	30.2	30.6	33.2	33.4	32	31.8	32.7
	무가온구 <sup>♪</sup>	-	-	31.5	32	29.8	29.2	31.2
	대비	-	-	1.7	1.4	2.2	2.6	1.5
최저기온 (°C)	가온구	11.2	11.8	12.1	12	12	12.3	11.6
	무가온구	-	-	8.7	9.5	9.3	10.4	10.9
	대비	-	-	3.4	2.5	2.7	1.9	0.7

♪ : 자수분화기인 4월 10일경 가온중단

포장에서의 옥수수 생육기간 동안의 기상분포를 보면 표 2와 같다. 평균기온은 4월 하순에서 5월 중순까지는 평년기온보다 낮았으나 그 이외의 기간에서는 평년기온보다 높았다. 저온에 의한 옥수수 생육의 피해정도를 보기위해서는 가장 중요시 되는 것이 최저온도이다. 최저온도를 살펴보면, 4월 중순과 5월 상순 그리고 6월 상·중순에는 평년보다 낮았으나 그 이외이 기간에는 높았다. 그리고 5월 상순까지는 10°C이하의 저온에서 옥수수의 생육이 이루어졌으므로 시험에는 적합한 환경이었다고 할 수 있겠다.

표 2. 옥수수 생육기간의 포장에서의 기상현황('98~'00 종합).

구 분		4월			5월			6월			7월	
		중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	
평균 기온 (℃)	평년	11.2	12.6	14.5	15.7	18.1	19.3	20.9	22.2	22.9	23.7	
	본년	11.5	11	14.1	15.1	18.2	19.7	21.5	22.9	25.6	26.2	
	대비	0.3	-1.6	-0.4	-0.8	0.1	0.4	0.6	0.7	2.7	2.5	
최저 기온 (℃)	평년	4.3	5.1	7	8.8	11	13.4	15.1	17.1	18.6	19.9	
	본년	3.7	5.1	6.6	10.5	13	12.9	14.9	18.8	19.8	22.3	
	대비	-0.6	0	-0.4	1.7	1	-0.5	-0.2	1.7	1.2	2.4	
강수량 (mm)	평년	23.6	31	27.1	41.4	19.5	38.9	32.7	77.5	103.9	108.3	
	본년	1.2	18.5	27	47	21	19	39	100	0	40	
	대비	-22.4	-12.5	-0.1	5.6	1.5	-15.1	6.3	22.5	-103.9	-68.3	
일조 시수 (시간)	평년	72.1	76.3	82.9	76.6	94.7	79.8	81	75.8	67.5	62.4	
	본년	57.4	43.1	62.3	41.8	55.1	80	71.8	28.4	86.9	38	
	대비	-14.7	-33.2	-20.6	-34.8	-39.6	0.2	-9.2	-47.4	19.4	-24.4	

파종시기별로 살펴보면, 4월 15일 이식구와 15일 직파구 그리고 25일 이식구의 옥수수는 초기에 저온에서 생육을 할 수 있었으나 5월 파종구는 10℃이하에서 생육을 하지 못했다. 그러나 5월 중순 이후에 시작하는 자수분화기에는 전 파종구 공히 10℃이상의 온도에서 옥수수가 생육을 하였다. 또한 4월 15일 이식구는 육묘상에서 생육중이던 옥수수를 이식하여 외기환경에 노출되었기 때문에 이식후 저온으로 인한 피해를 입었다. 1년차와 2년차에서는 저온에 의해 잎이 희게 변하거나 시드는 현상이 나타났으나 시간이 지날수록 잎이 전개되면서 차차 회복하였다. 그러나 3년차에서는 이식직후 영하로 기온이 떨어졌기 때문에 동사하여 회복되지 못하였다.

강수량은 평년에 비하여 5월 중·하순과 6월 중·하순에만 많았고 그외 기간에는 적었다. 일조시수는 6월 상순과 7월 상순에는 평년보다 많았으나 그 외의 기간에는 평년보다 적었다.

#### 나. 생육상황

옥수수 생육기간 동안의 모본과 부분의 주요 생육상황은 표 3과 같다. 모본의 출사기와 부분의 출웅기를 일치시키기 위하여 모본과 부분을 10일 시차파종하였으며 모본인 KW7은 웅수가 출현하는 즉시 제거하였다. 온실에서는 모본인 KW7이 5월 23일에 출사하였고 부분인 KW3는 5월 20일부터 31일까지 화분이 비산하였으므로 F1을 생산하기 위한 시기는 적절하였다고 할 수 있다. 온실내에서 생육한 옥수수의 KW7의 간장은 139cm, 착수고는 64cm로 포장에서보다 작거나 비슷하였다. KW3는 간장이 114cm로 포장에서 보다 높았고, 착수고는 42cm로 포장에서와 비슷하였다.

포장에서의 옥수수 생육상황을 살펴보면, 4월 15일 정식구는 KW7의 출사기가 6월 30일, KW3의 화분비산기가 6월 22일에서 7월 3일까지로 수분 및 수정에는 적합한 조건이었다.

그리고 다른 파종구에서도 모본의 출사기와 부분의 화분비산기가 일치하였다. 간장과 착수고는 파종기에 따라 일정한 경향이 없었으며 KW7의 간장은 122~144cm, KW3의 간장은 90~100cm까지 분포하였다. 착수고는 KW7이 59~71cm, KW3가 41~46cm까지 분포하였다.

GDD(Growing Degree Days)는 생육의 예측이나 품종의 조·만숙정도를 표시하기 위하여 많이 사용되는 방법이다. 정 등(1986)은 GDD를 이용하는 것이 생육기간을 일수로 표기하는 것보다 변이계수의 감소를 가져왔다고 하였다. 따라서 본 시험에서도 모본의 출사기와 부분의 화분비산기를 정확히 일치시킬 수 있는 방법을 찾고자 GDD를 구하였다. GDD계산 방법은 Gilmore & Rogers(1958)의 잉여온도형을 이용하였다. 이 방법은 최저기준온도를 10℃, 최고한계온도를 30℃로 하여 일당GDD=((최고온도+최저온도)/2)-10으로 계산하되 10℃이하의 최저온도는 10℃로, 30℃이상의 최고온도는 30℃ 계산하고, 일당GDD의 누계를 표시하였다. 파종후부터 화분비산기까지의 GDD를 보면, 모본인 KW7은 793~823의 분포를 보였으며 파종기에 따라서는 일정한 경향이 없었다. KW3의 GDD는 701~758의 분포를 보였다.

표 3. 시험장소 및 처리에 따른 옥수수 생육상황('98~'00 종합).

시험 장소	파종 및 정식기	계통명	파종기 (월, 일)	정식기 (월, 일)	출웅기 (월, 일)	출사기 (월, 일)	화분비산 기간	GDD*	간장 (cm)	착수고 (cm)
온실	3,20 (정식)	KW7(♀)	3.4	3.20	5.16	5.23	-	-	139	64
		KW3(♂)	3.14	3.30	5.20	5.24	5.20~5.31	-	112	45
포장	4,15 (정식)	KW7(♀)	4.1	4.15	6.24	6.30	-	823	129	66
		KW3(♂)	4.11	4.25	6.23	6.30	6.22~7.3	701	90	41
	4,15 (직파)	KW7(♀)	4.15	-	7.7	7.11	-	793	144	71
		KW3(♂)	4.25	-	7.6	7.11	7.5~7.14	701	99	46
	4,25 (정식)	KW7(♀)	4.11	4.25	6.28	7.4	-	818	122	59
		KW3(♂)	4.21	5.5	7.1	7.5	6.30~7.9	758	94	41
	5, 5 (직파)	KW7(♀)	5.5	-	7.17	7.22	-	793	135	67
		KW3(♂)	5.15	-	7.19	7.22	7.17~7.27	734	98	44
5,15 (직파)	KW7(♀)	5.15	-	7.24	7.29	-	806	129	66	
	KW3(♂)	5.25	-	7.27	7.30	7.24~8.4	747	100	44	

\* GDD : 종자친(♀)은 파종기에서 출사기까지 화분친(♂)은 화분비산기까지

#### 다. 수량평가

온실에서의 F<sub>1</sub>생산에 따른 임실율 및 수량을 보면 표 4와 같다. 가온구와 무가온구의 무차광구에서 비교해보면, 모든 조사치가 큰 차이가 없었다. 특히 임실율이 37%로 같고, F<sub>1</sub>수량도 가온구의 83kg/10a와 무가온구의 86kg/10a는 거의 비슷하였다. 1년차 시험에서는 무가온구도 10℃이하의 저온이 유지되지 못하였기 때문에 비교를 할 수 없었지만, 2~3년차에서는 요구되는 저온에서 옥수수가 생육하였는데도 생육 및 수량에서 차이를 보여주지 못하였다. 즉 본 시험에서는 자수분화기경부터의 저온이 옥수수 생육 및 종자생산에 저해요인으로 작용했다는 근거를 찾지 못하였다.

그러나 홍(1993)의 보고와 마찬가지로 본시험에서도 차광에 의한 임실불량 및 수량감소가 뚜렷하였다. 차광시기에 따라 비교해 보면, 1차 차광기인 자수분화기의 차광보다는 2차 차광기인 출사기 직전의 차광이 옥수수 생육 및 종자생산에 큰 영향을 두었음을 알 수 있다. 차광에 의해 이삭의 길이가 작아지고, 이삭의 폭이 좁아졌으며, 임실율과 수량이 급격히 감소하였다. 특히 2차 차광구에서는 이삭에서의 출사는 물론 이삭이 정상적으로 발육하지 못하는 증상이 다수 관찰되었다. 또한 2차 차광구는 100립중이 적고, 임실율이 현저히 저하되어 수량이 크게 감소하였다.

표 4. 온실에서 가온구와 무가온구의 임실율 및 채종수량 비교('98~'00 종합).

구 분	차광	이삭장 (cm)	폭 (cm)	이삭수 (개/10a)	100립중 (g)	임실율 (%)	수량 (kg/10a)
가온구	무차광	11.7	2.6	4372	20.5	37	83
	무차광	11.2	2.6	4453	21.3	37	86
무가온구	1차 차광	10.3	2.2	4323	20.1	17	37
	2차 차광	6.1	1.8	3785	18.4	12	24

\* 1차 차광 : 자수분화기, 2차 차광 : 출사기 직전

\* 차광 : 90% 차광망 설치

표 5. 포장에서 파종기별 임실율 및 채종수량 비교('98~'00 종합).

파종 및 정식기	차광	이삭장 (cm)	폭 (cm)	이삭수 (개/10a)	100립중 (g)	임실율 (%)	수량 (kg/10a)
4, 15(정식)	무차광	10.3	2.8	6349	19.4	26	74
	1차 차광	9.4	2.4	4980	17.7	17	45
	2차 차광	9.8	2	4871	16	11	21
4, 15(직파)	무차광	11.2	2.9	4702	20.5	48	114
	1차 차광	10.8	2.7	4274	17.9	35	78
	2차 차광	9.5	2.2	4200	16.4	23	41
4, 25(정식)	무차광	10.6	2.9	4997	19.2	40	99
	1차 차광	10.3	2.7	4315	17.5	37	72
	2차 차광	7.7	2.3	4540	15.5	17	21
5, 5(직파)	무차광	11.1	2.9	5863	20.3	39	96
	1차 차광	10.7	2.6	4788	19.1	21	51
	2차 차광	9.3	2.3	7125	18.2	14	21
5, 15(직파)	무차광	11.3	2.9	4206	19	40	81
	1차 차광	8.3	2.5	5539	18.6	26	65
	2차 차광	8.5	2.1	3764	16.7	19	28

\* 1차 차광 : 자수 분화기, 2차차광 : 출사기 직전

포장에서의 F<sub>1</sub>생산에 따른 임실율 및 수량을 보면 표 5와 같다. 파종시지별로는 4월 15일 정식구에서 다른 처기구보다 임실율 및 수량이 낮았는데, 이는 육묘온상에서 자라던 옥수수를 포장에 정식한 후에 외기 온도에 적응하지 못하고 서리해 등을 입어 생육에 지장을 주었기 때문으로 판단된다. 4월 15일 정식구를 제외하고 비교해 볼 때 무차광의 이삭장은 10.6~11.3cm의 분포를 보였고, 100립중은 19~20.5g, 임실율은 39~48%, 그리고 수량은 81~114kg/10a의 분포를 보였다.

차광에 의한 옥수수의 생육 정도는 온실에서와 동일한 양상을 보였다. 1차 차광보다는 2차 차광에 의한 임실율 및 수량의 감소가 크게 나타났다. 1차 차광처리에서는 이삭장이 8.3~10.8cm, 100립중이 17.5~19.1g, 임실율은 17~37%, 그리고 수량은 45~78kg/10a의 분포를 보였다. 또한 2차 차광처리에서는 이삭장이 7.7~9.8cm, 100립중이 15.5~18.2g, 임실율은 11~23%, 그리고 수량은 21~41kg/10a의 분포를 보였다.

본 시험에서의 결과를 전체적으로 검토해 볼 때 F<sub>1</sub>채종시의 임실율은 최고가 48%였고, 수량의 최고는 114kg/10a이었다.

#### 4. 적 요

본 시험은 '98년부터 '00년까지 3개년간 대형공동과제로 작물시험장 전작과와 공동으로

수행하였다. 찰옥2호의 채종단계에서의 불임발생 및 수량감소의 원인을 구명하고자 시험을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- 가. 온실내 시험에서 4월 10일경 무가온구는 가온을 중단하고 야간에도 온실을 개방하였으나 가온구에 비해 임실율이나 수량이 큰 차이가 나타나지 않았다.
- 나. 노지 시험에서 파종시기별 생육 및 수량의 차이는 보이지 않았다. 단, 4월 15일 정식 구에서는 정식직후의 저온 및 서리해로 옥수수의 생육부진 및 동사의 피해를 받을 수 있다고 판단된다.
- 다. 자수분화기와 출사기 직전의 차광은 채종수량 및 임실율을 저하시켰으며, 특히 출수기 직전의 차광은 자수분화기의 차광보다 수량 및 임실율 저하에 크게 영향을 주었다.

## 5. 인용문헌

- 권용웅. 1985. 수도의 냉해경감을 위한 저온경화 가능성 및 효과에 관한 연구. 농업산학협동 용역연구.
- 이아성. 1990. 풋옥수수 무가온 비닐하우스 냉해방지시험. 전남 시험연구보고서.
- 정승근, 이석하, 박근용. 1986. 옥수수의 생육기간 예측을 위한 Growing Degree Days의 계산방법. 한국작물학회지. 31(2) : 186-194.
- 최병한. 1998. 옥수수는 어떤 작물인가?. 한림저널사. 287-298.
- 홍정기. 1993. 옥수수의 재배환경 요인과 출사기 차광이 생리생태적 특성 및 불임에 미치는 영향. 농업과학논문집. 35(1) : 134-158.
- Gilmore, E.C., Jr. and J.S. Rogers. 1958. Heat units method of measuring maturity in corn. Agron. J. 50 : 611-615.
- Hanna. 1925. The nature of the growth rate in plants. Sci. Agri. (Ottwa)5 : 133-138.
- Loomis. W. E. 1934. Daily growth of maize. Am. J. Bot. 21 : 1-6.
- Ritchie, S.W., J.J. Hanway, and G.O. Banson. 1986. How a corn plant develops. Coop. Ext. Serv. Sp. Rep. 40. Iowa State Univ., Ames.
- Wallace, H. A., and E.N. Bressman. 1937. Corn and corn growing. John Wiley and Sons. New York : 350-410.

## 6. 연구결과 활용제목

“이상기온이 찰옥수수 수정율에 미치는 영향”(2000 영농활용반영)