

과제 구분	산학연공동	Code:LS0204	수행구분	전반기	연구기간	'01 ~ '03(완결)
연구과제명	식용옥수수 재배유형별 특이증상 최소화 연구			연구책임자	문현귀	
세부과제명	식용옥수수 특이증상 발생 최소화 연구					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당임무			
세부과제책임자	옥수수시험장	박종열	찰옥수수 특이증상 발생원인 구명			
공동연구자	"	고병대	연구지원			
	"	민황기	"			
	작물과학원	정태욱, 손범영	"			
	"	김성국	특이증상 저발생계통선발, 노지적기재배에서 특이증상 발생 구명			
	경남기술원	김은석	하우스재배에서 특이증상 원인 구명			
	충북기술원	유인모	멀칭재배에서 특이증상 원인 구명			
	충남기술원	이승수	터널재배에서 특이증상 원인 구명 단옥수수 특이증상 발생원인 구명			
색인용어	식용옥수수, 재배유형, 특이증상, 겹이삭, 곁가지, 2차이삭					

## ABSTRACT

Studies were conducted to restrain multi-ear and tiller occurrence of fresh corn cultivation such as waxy and sweet corn in farmer's field. Chalok #1 and GCB70 showed the multi-ear at the same node and multi side tiller whereas heugjeomchal did multi-ear at the different node and multi side tiller. Side tiller occurrence were not different at different fertilizer level, but more at wide plant density. Multi-ear occurrence tended to be more at the heavy fertilizer and wide plant density. Multi-ear occurrence at the different nodes were formed more at the early planting, heavy fertilizer and wide plant density in heugjeomchal. Manual removing the multi tiller and ear at the different nodes were not increased the fresh corn yield. Therefore it is not necessary to remove the these materials in fresh corn cultivation. It is suggested that corn breeder destroy the multi-ear and tiller plant in breeding procedure.

## 1. 연구배경

옥수수는 전 세계 3대 곡류 식량 사료작물에 속하며 우리나라에서의 옥수수 재배현황을 보면 70년대에서는 주로 곡실용 옥수수 위주로 재배되어 왔으나, 80년대에 들어서 낙농업이 발달하면서 사일리지용 옥수수 재배면적이 늘어나기 시작하였고, 90년대 이후에는 식용 옥수수의 신제품 개발에 힘입어 간식용 식용 옥수수 재배면적은 16,00ha(2002), 일반 곡실용 옥수수는 1,360ha(2002)로 1990년 말부터 점차 식용 옥수수로 대체되고 있다. 특히 건강식품 및 고소득 작물로서 식용 옥수수의 중요성이 부각되면서 식용 옥수수의 재배면적이 계속 증가추세에 있다. 식용 옥수수의 재배면적 중 찰옥수수가 54%를 차지하고, 단옥수수는 41%를 차지하고 있지만 점차적으로 찰옥수수의 재배면적이 증가하는 추세이다.

옥수수의 이용은 가축사료, 식용, 가공용, 공업용 및 약용재료로 널리 이용되고 있다. 우리나라에서 식용으로 주로 이용되고 있는 찰옥수수 육종은 미국에서 마치종인 일반 옥수수에 *wx* 유전자를 가진 계통을 여교잡하여 수량이 높은 찰옥수수를 육성하여 공업용으로 주로 이용하였다(Alexander, 1988). 반면 우리나라는 찰옥수수를 풋 옥수수로 주로 이용하고 있어 동서양의 찰옥수수 용도면에서 공업용과 식용의 차이라 할 수 있다. 서양에서 식용 풋 옥수수로 널리 소비되고 있는 단·초당옥수수는 육류섭취가 많은 서양인에게 성인병 예방뿐만 아니라 저 칼로리 다이어트 식품으로 소비가 증가 되고 있으며, 우리나라에서의 단·초당옥수수는 인식 부족으로 통조림 제품이 많이 이용되다가 점차 풋 옥수수로 이용되는 단·초당옥수수의 소비가 증가되는 추세이다(정 등, 1996).

1990년 말부터 식용 옥수수의 재배면적이 급격히 증가하면서 옥수수에서 발생하는 특이증상 즉 곁가지, 곁이삭, 2차이삭(다이삭) 등 이 점차 문제로 대두되고 있다. 이러한 특이증상은 식용옥수수 재배면적이 적었고 자체 소비를 주로 했던 1990년 이전에는 큰 문제가 되지 않았으나, 1990년 후반 이후 식용 옥수수 재배면적 및 유통의 증가로 풋 옥수수 상품성에 관심을 가지게 되었고, 상품성이 농가 소득과 직결되기 때문에 특이증상이 크게 부각되었고, 특이증상과 옥수수 수량 및 상품성과의 관계에 관심을 가지게 되었다.

옥수수의 달리는 곁가지는 원줄기와 비슷하지만 길이는 짧고, 이삭자루는 각 마디사이에서 발생한 변형된 잎집과 잎새(포엽)가 있는 아주 짧은 마디들로 구성되어 있다. 포엽의 엽맥(잎겨드랑이)에 있는 미 발육된 눈은 퇴화된 분열조직으로 남아 있어 눈에 잘 띄지 않거나, 옥수수가 달리는 가지로 발달하는데 이것이 옥수수 곁이삭이다. 옥수수 중에 일부 야생의 특성을 갖은 품종 중에는 잎겨드랑이 가지에서 수확이 가능한 이삭이 생긴다. 최근에 개발된 교잡종들은 상부이삭(제1이삭)의 수정이 되지 않았을 때 곁이삭이 발생하며, 일반적으로 꽃가루 비산이 끝났기 때문에 포엽속에 작은 곁이삭은 옥수수 수정이 거의 되지 않아 알이 생기지 않는다.

옥수수 특이증상 발생요인으로 유전적요인과 환경적 요인이 있다. 유전적 요인은 옥수수 육종가의 노력에 의해 극복이 가능하다. 환경적 요인으로 저온, 고온, 수분부족 및 광 부족 등이 보고되고 있다. Ritchie et. al.(1986)은 제 6엽기까지는 저온이 옥수수 생육에 큰 피해를 주지는 않지만, 성장점이 지상부로 나오는 제 8엽기 이후에는 생육에 큰 장애를 입힌다고 하였다. 옥수수 특이증상은 불임과 밀접한 관계가 있는데, 옥수수가 수정이 제대로 이루어지지 않으면 곁이삭 및 다이삭의 현상이 나타난다. 풋옥수수를 하우스 무 가온 재배 시 출웅에서 출수까지 10일 이상 저온이 경과하면 임실율이 떨어지고, 상품화율이 매우 낮아진다고 하였다(이, 1990). 또한 벼에서는 화분모세포 감수분열기경 10일간 연속 냉수 관개는 임실율

을 감소시킨다고 하였고(권, 1985), 고온의 지속은 화분의 발아능력을 상실시켜 불임을 일으킨다. 최(1998)는 수분부족은 웅수의 출현은 이루어지나 자수의 출현이 지연되어 수분 및 수정이 이루어지지 않아 불임이 일어난다고 하였다.

광은 작물의 성장보다는 오히려 개화나 생식기관의 형성 등에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다. Wallace et. al.(1937)은 동계기간 비닐하우스 내에서는 단일조건이므로 옥수수 개화가 촉진되어 영양생장 기간 감소로 수량 감소를 초래 한다고 하였다. 홍(1993)은 옥수수 불임은 품종, 토양조건, 시비와는 관계가 없고, 광 부족 현상을 초래하는 재배조건인 만파 및 밀식 등에서 발생한다고 하였고, 광도 30Klux 이하에서 정상적으로 웅수는 출현하지만 출사가 되지 않아 성장장애 및 불임 등의 형태로 나타난다고 하였다. 또한 자수의 발육기와 출사기를 전후한 차광이 불임에 가장 큰 영향을 미친다고 하였고, 40Klux 이상에서는 수량은 감소하나 임실에는 영향이 없다고 하였다. 한 등(1988, 1990)은 전 생육기간 75%로 차광은 수량에 큰 영향이 없다고 하였고 25%로 차광은 36%의 수량 감소가 있다고 하였다. 또한 차광에 의해 생육이 빨라지고 잎이 길고 좁아지며, 줄기는 가늘어진다고 하였으며, 단백질은 종실에는 변화가 없지만 줄기와 잎에서 3~5% 증가한다고 하였다. 옥수수 재배방법에 따른 특이증상 발생정도는 하우스 조기재배, 소식 및 다비재배에서 많이 발생한다.

옥수수 결가지는 Tlr1(Neuffer 등, 1987), Tlr2(Kang 등, 1992), Tlr3(이 등, 1996)의 유전자가 보고되었다. 결가지 발생량은 단옥수수가 일반 옥수수 보다 많이 발생하는 분지성으로 재배상 문제가 대두되고 있지만, 결가지는 주경의 생육에 해가 없기 때문에 과도한 제거는 오히려 불리하다. Shegal(1963)은 결가지 발생은 유전적 요인에 의해 발생되고, 유전질의 침투성과 관련이 깊다고 하였다.

옥수수 겹이삭은 최근에 우리나라에서 문제가 되는 형태의 유전자가 아직 보고되지 않고 있지만 유사 형태로 bd1, bd1-2가 있다. 재배유형에 따른 겹이삭 발생은 하우스 재배에서 많이 발생하고, 겹이삭 발생은 옥수수 주 이삭의 불임에 의해 많이 발생한다.

옥수수는 여러이삭이 마디마다 분화되어 이삭이 생성될 수 있으나, 이 중 맨 위의 이삭이 정상적으로 성장하고 경우에 따라서는 몇 개의 이삭이 더 발생한다. 옥수수 2차이삭(다이삭)은 유전적 요인과 환경적 요인에 의해 발생되지만 환경적요인 중에서 재식밀도 요인이 가장 크다.

우리나라에서 특이증상 발생사례는 옥수수 재배중 불임의 형태로 많이 발생하였다. 1983년 강원도에서 옥수수 재배면적의 13%의 불임이 발생하였고 특히 양구, 화천에서 심하였다. 1990년 경기 연천에서 20%, 1990년 강원지역에서 38%의 불임이 발생하였다. 1997년 강원도 영월에서 발생한 불임은 찰옥2호 채종포에서 모본으로 사용되는 KW7에 불임피해가 발생하였다. 불임유형은 출사가 안 되는 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. 2차이삭이 출현한 경우 임실율은 1차보다 2차이삭이 높게 나타났다. 인공수정을 실시하였으나 KW7의 임실율이 저조하여 28% 정도 밖에 생산 되지 않았다. 불임의 주요 원인으로 모본인 KW7의 유전적 원인도 있지만 웅수 및 이삭 분화시기의 저온과 개화기의 고온으로 추정되었다.

식용 옥수수 출하시기가 빠를수록 높은 값을 받을 수 있고, 또는 출하 최성기를 지나서 품귀현상이 나타나면 값을 다소 높게 받게 되는데 이와 같이 출하시기를 앞당기거나 늦추어서 수익성을 높일 목적으로 식용옥수수를 조기 및 만기재배 하는 농가가 많아지면서 재배농민은 특이증상 발생이 옥수수 상품성을 떨어뜨려 수익성을 낮춘다고 생각하고 있다. 그래서 본 연구는 농가현장 애로기술을 해결하고자 농촌진흥청 대형과제로 6개 기관에서 식용

옥수수 특이증상 발생 최소화 방법을 구명하여 식용 옥수수 안정생산을 위한 종합 재배기술 개발을 위해 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 1. 재배유형별 특이증상 발생원인 구명

#### 가. 하우스 조기재배

본 연구는 2001년 경상남도농업기술원 비가림 하우스에서 수행하였다. 시험품종은 찰옥1호와 GCB70으로 수행하였고 옥수수를 2월 15일 포트에 파종 후 3월 7일 정식을 하였다. 품종별 질소시비량(5, 15, 25kg/10a)과 재식밀도(4,600, 6,600, 9,200주/10a) 처리를 하여 옥수수 특이증상 및 수량반응을 조사하였다. 질소는 기비와 추비 각 50%로 분시 하였고, 인산과 가리는 전량 기비로 사용하였으며 시험구 배치는 품종별 분할구배치 3반복으로 수행하였다. 파종은 1주 2분을 파종하여 본 업 3~4엽기에 1주 1본씩 남기고 솟아 주었다. 그 외 옥수수 재배관리는 옥수수 표준재배법으로 재배하여 생육 및 수량요소 반응을 조사하였고, 주요조사요령은 농사시험연구 조사기준법에 준하였다.

#### 나. 멀칭, 터널재배

본 연구는 식용옥수수의 특이증상 발생원인을 구명하고 대책기술을 개발하기 위해 터널 재배시 특이증상 발생원인을 구명하고자 충청남도농업기술원 시험포장에서 수행하였다. 시험품종 및 처리는 하우스 조기재배와 동일하게 수행하였고, 재배방식은 육묘이식을 하였으며, 정식은 4월 10일이었고, 터널은 4월 30일 제거하였다. 제초노력 절감을 위해 배색비닐로 멀칭 후 투명비닐로 터널을 설치하여 수행하였다. 결가지 발생원인을 구명하기 위하여 생육중기(5월 5~6일)와 출용기(5월 30일)에 시험구 전 개체를 대상으로 조사하였으며, 2차 이삭과 곁이삭은 성숙기(6월 11일)에 조사하였다. 기타 생육 및 이삭특성, 수량구성요소는 농사시험연구 조사기준에 준하여 조사하였다.

#### 다. 멀칭재배

본 연구는 2001년 충청북도농업기술원 전작시험 포장에서 멀칭재배로 수행하였다. 시험품종은 찰옥수수는 찰옥1호를, 단옥수수는 GCB70으로 수행하였고 옥수수를 4월 9일 파종을 하였다. 품종별 질소시비량(5, 15, 25kg/10a)과 재식밀도(7,100, 5,700, 4,800주/10a) 처리를 하여 옥수수 특이증상 및 수량반응을 조사하였다. 그 외 수행방법은 하우스 조기재배와 동일하게 수행하였다.

#### 라. 노지 적기재배

본 연구는 2001년 작물시험장(작물과학원) 포장에서 노지 적기재배로 수행하였다. 시험품종 및 처리는 멀칭재배와 동일하게 수행하였고, 옥수수를 4월 20일 파종을 하였다. 그 외 수행방법은 하우스 조기재배와 동일하게 수행하였다.

#### 마. 노지 만기재배

본 연구는 2001년 강원도농업기술원 옥수수시험장 포장에서 노지 만기재배로 수행하였다. 시험품종 및 처리는 멀칭재배와 동일하게 수행하였고, 옥수수를 5월 14일 파종을 하였다. 그 외 수행방법은 하우스 조기재배와 동일하게 수행하였다.

### 2. 식용옥수수 특이증상 발생원인 구명

가. 옥수수 겹이삭 및 2차 이삭 저발생 계통선발

본 연구는 2002년 작물시험장(작물과학원) 하우스 및 포장에서 수행하였다. 시험재료는 찰옥수수 자식계통 45계통과 F<sub>1</sub> 4교잡종으로 수행하였고, 자식계통은 하우스에 3월 12일, 노지에 4월 24일 파종을 하였고 F<sub>1</sub> 교잡종은 2월 7일 온실에 파종을 하였다. 불임처리를 유도하기 위해 출사직전 비닐 백(bag)을 씌워 수분을 차단하여 대조구와 특이증상 발생정도를 비교하였다. 시비는 옥수수 표준시비량을 전량 기비로 시용하였고, 그 외 옥수수 재배관리는 옥수수 표준재배법으로 재배하였다.

나. 단옥수수 특이증상 발생원인 구명

본 연구는 단옥수수의 결가지 발생원인을 구명하여 풋옥수수 안정생산 재배기술을 확립하고자 충청남도농업기술원 시험포장에서 수행하였다. 시험품종은 단옥수수인 GCB70이었고 재배유형은 직파와 육묘이식으로 하여 3월 하순에 파종하였다. 각 재배유형에 질소수준은 0, 15, 30kg/10a 등 3처리를 두었으며, 15kg/10a구는 기비로 시용하였고 30kg/10a구는 기비로 15kg, 6~7엽기에 추비로 15kg를 시용하였다. 그리고 인산과 가리는 표준시비량 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 3-6kg/10a)을 각 처리구 모두 기비로 시용하였다. 재식거리는 휴간은 60cm로 하고 주간을 20, 30, 40cm로 하여 재배유형별로 분할구배치법 3반복으로 시험을 수행하였다. 결가지 발생양상을 조사하기 위하여 파종 후 42일, 본포 정식 후 31일부터 7일 간격으로 4회에 걸쳐 발생가지에 표시를 하였으며, 시험구 전 개체를 조사하였다. 그 외 재배관리는 옥수수 표준재배법으로 재배하여 생육 및 수량요소 반응을 조사하였고, 주요조사요령은 농사시험연구 조사기준법에 준하였다.

다. 찰옥수수 특이증상 발생원인 구명

본 연구는 2002년부터 2003년까지 2년간 강원도농업기술원 옥수수시험장 포장에서 수행하였다. 시험품종은 찰옥수수 찰옥1호, 흑점찰로 수행하였다. 2002년에는 옥수수 파종기(4월 19일, 5월 9일, 5월 29일), 재식밀도(70×20, 30, 40cm), 시비량(0, 30kg/10a) 처리하여 수행하였다. 2003년에는 옥수수 파종기, 시비량을 달리하여 수행하였다. 파종기는 4월 10일, 4월 25일, 5월 10일, 5월 25일, 6월 10일, 시비량은 0, 15, 30kg/10a 처리를 하였고, 재식밀도 70×30cm로 시험을 수행하였다. 그 외 수행방법은 단옥수수 특이증상 발생원인 구명과 동일하게 수행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

1. 옥수수 특이증상 발생

옥수수 재배유형별(하우스 조기재배, 멀칭, 터널재배, 노지 적기직파, 노지 만기직파)에 따른 특이증상 발생정도는 (표 1)과 같다.

표 1. 재배유형별 특이증상 발생정도(2001)

품종명	결가지수(개/주)					평균	겹이삭 발생율(%)					평균
	하우스 (경남)	터널 (충남)	멀칭 (충북)	노지 (수원)	만기 (강원)		하우스 (경남)	터널 (충남)	멀칭 (충북)	노지 (수원)	만기 (강원)	
찰옥1호	1.4	1.4	0.4	0.8	0.9	1.0	43.7	1.4	36.7	17.0	15.7	22.9
GCB70	0.9	2.1	0.6	1.0	0.8	1.1	0.2	0.6	0.0	0.4	1.0	0.4

표에서 보는바와 같이 결가지수는 찰옥1호가 1.0개, GCB70이 1.1개로 비슷한 경향이었으나, 겹이삭 발생율은 찰옥1호가 22.9%, GCB70은 0.4%로 찰옥1호가 환경에 따라 많이 발생하는 경향이였다. 재배유형별 특이증상 발생정도는 재배환경의 차이는 있었지만 결가지수는 찰옥1호가 0.4~1.4개로 다소 차이가 있었으며 특히 하우스 및 터널에 의한 조기 재배시 많이 발생되었으나, 반면에 단옥수수 GCB70은 터널재배에서 2.1개로 다소 많이 발생되었으며 기타 유형에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 겹이삭 발생율은 찰옥1호가 단옥수수인 GCB70보다 많이 발생하는 경향이였으며, 특히 하우스(43.7%)와 멀칭재배(36.7%)에서 겹이삭이 다른 재배유형(1.4~17.0%)보다 많이 발생되어 겹이삭 발생은 재배환경에 따라 다소 차이가 있었다.

2002년 충남에서 수행한 단옥수수 GCB70의 각 처리에 따른 특이증상 발생정도는 (표 2)와 (그림 1)과 같으며, 강원도에서 수행한 찰옥수수 찰옥1호 및 흑점찰의 처리에 따른 특이증상 발생정도는 (표 3, 4)와 같다.

표 2. 질소수준 및 재식거리에 따른 GCB70 특이증상 정도(2002, 충남)

처리내용	결가지수 (개/개체)		처리내용	결가지수 (개/개체)	
	0	2차이삭수 (개/개체)		60×20	2차이삭수 (개/개체)
N 수준 (kg/10a)	0	1.24	재식 거리 (cm)	60×20	1.07
	15	1.34		60×30	1.76
	30	1.34		60×40	1.89
	평균	1.31		평균	1.58

위에서 보는바와 같이 단옥수수 결가지 2개 이상 발생비율은 질소시비량에 따라 차이가 없었으며, 소식에서 증가하는 경향을 보였다. 단옥수수의 결가지 발생을 최소화 하고 단위수량을 높이기 위한 재배방법을 검토한 결과 직파, 육묘이식 모두 재식거리 60(휴간)×20(주간)cm구, 질소시비량은 15kg/10a 수준에서 가장 좋은 결과를 얻었으며, 이는 옥수수 표준재배법과 동일한 결과였다. 찰옥수수 결가지는 다비, 소식일수록 많았고, 흑점찰 이차이삭은 조파, 다비, 소식일수록 많았다. 품종에 따른 찰옥수수 특이증상 발생양상은 찰옥1호는 결가지 및 겹이삭, 흑점찰은 결가지 및 2차 이삭이 많이 발생하였다.

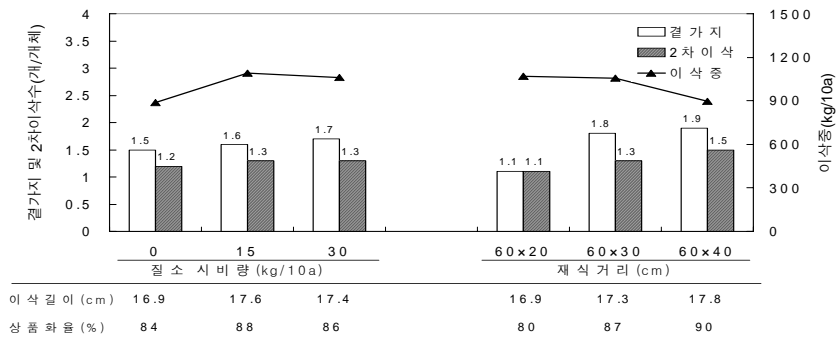


그림 1. 질소수준 및 재식거리에 따른 결가지, 2차이삭 발생

표 3. 파종기, 시비량 및 재식거리에 따른 찰옥수수 특이증상(2002, 강원)

파종기 (월.일 )	시비량 (kg/10a )	재식거 리 (cm)	찰옥1호			흑점찰		
			결가지 (개/주)	겉이삭 (개/주)	이차이삭 (개/주)	결가지 (개/주)	겉이삭 (개/주)	이차이삭 (개/주)
4. 19	0	70×20	0.16	0.03	0.01	0.16	0	0.01
		70×30	0.90	0.05	0.04	0.56	0	0.09
		70×40	0.88	0.03	0.05	1.20	0.02	0.09
	30	70×20	0.78	0.06	0.01	0.63	0	0.15
		70×30	1.42	0.13	0.03	1.41	0.01	0.55
		70×40	1.86	0.09	0.04	2.01	0	0.81
5. 9	0	70×20	0.02	0.04	0	0.01	0	0
		70×30	0.19	0.16	0.02	0.02	0	0.03
		70×40	0.46	0.46	0.06	0.17	0	0.28
	30	70×20	0.06	0.24	0.01	0.02	0	0.04
		70×30	0.30	0.46	0.06	0.23	0	0.41
		70×40	0.62	0.60	0.04	0.87	0	0.54
5. 29	0	70×20	0.03	0.03	0	0.10	0	0.01
		70×30	0.42	0.13	0	1.18	0	0
		70×40	1.06	0.29	0	1.82	0	0.02
	30	70×20	1.14	0.18	0	1.04	0.02	0.01
		70×30	2.05	0.32	0	2.17	0.02	0.08
		70×40	2.34	0.33	0.05	2.60	0	0.21

표 4. 파종기 및 시비량에 따른 찰옥수수 특이증상(2003, 강원)

파종기 (월.일)	시비량 (kg/10a)	찰옥1호			흑점찰		
		결가지 (개/주)	겉이삭 (개/주)	이삭목길이 (cm/주)	결가지 (개/주)	이차이삭 (개/주)	이삭목길이 (cm/주)
4. 10	0	0	0.5	7.6	0.05	0	6.5
	15	0.17	0.46	11.4	0.05	0.20	9.7
	30	0.77	0.48	12.2	0.42	0.60	10.2
	평균	0.31 b	0.48 ab	10.4 b	0.17 b	0.27	8.8 a
4. 25	0	0.02	0.60	8.2	0.10	0	6.9
	15	0.90	0.77	13.3	0.58	0.30	10.2
	30	0.80	0.63	13.7	0.58	0.37	10.3
	평균	0.57 a	0.66 a	11.7 a	0.42 a	0.22	9.1 a
5. 10	0	0.28	0.43	11.2	0.17	0.03	7.6
	15	0.33	0.38	13.8	0.42	0.20	10.4
	30	0.98	0.27	13.2	0.63	0.33	10.2
	평균	0.53 a	0.36 b	12.8 a	0.41 a	0.19	9.4 a
5. 25	0	0	0.57	8.8	0.10	0	5.2
	15	0.13	0.73	13.1	0.45	0.17	7.4
	30	0.17	0.63	14.7	0.63	0.30	8.1
	평균	0.10 c	0.66 a	12.2 a	0.39 a	0.16	6.9 b
6. 10	0	0.05	0.27	5.8	0	0	3.9
	15	0.05	0.56	9.2	0.02	0	6.2
	30	0.05	0.63	11.5	0.18	0.13	7.2
	평균	0.05 c	0.49 ab	8.8 c	0.07 c	0.04	5.7 c

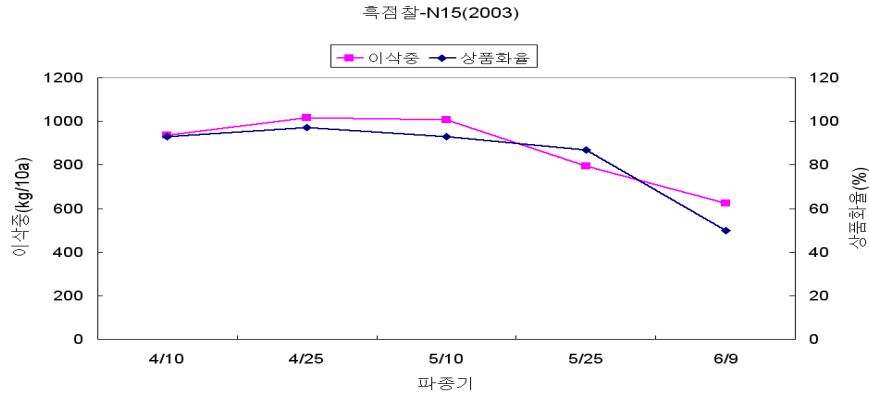
## 2. 옥수수 생육 및 수량

옥수수 재배유형별 생육 및 수량(data 표시하지 않았음)은 하우스 조기재배(경남)에서 옥수수 간장은 질소 시비량에 따른 차이는 없었고 밀식에서 증가하는 경향을 보였고, 이삭종은 두 품종 모두 다비, 밀식에서 수량이 우수하였는데 밀식에서 우수한 것은 단위면적당 재식본수가 많았기 때문이다.

멀칭, 터널재배(충남)에서 출사기는 처리 간 비슷한 경향이었고, 간장은 다비에서 증가하는 경향을 보였으며 자수장, 착립수장 및 착립율은 두 품종 모두 처리 간 차이가 없었으며, 이삭종은 밀식에서 증가하였다.

멀칭재배(충북), 노지 적기재배(수원) 및 노지 만기재배(강원)에서 옥수수 생육 및 수량 특성은 멀칭, 터널재배(충남)와 결과와 비슷하였다.

단옥수수 10a당 수량은 직파의 경우 이삭종은 시비량 변화 및 재식거리에 따른 차이가 없었으나, 이삭수는 재식거리에 따른 재식본수의 차이로 주간 20cm에서 가장 많았고, 육묘 이식의 경우 이삭종, 이삭수 모두 재식거리에 따른 영향은 적은 반면 질소 0kg에 비해 15kg, 30kg에서 이삭종은 28~29%, 이삭수는 18~21%의 수량차를 보였다. 또한 재식거리 및 시비량의 교호작용에 의한 유의성도 인정되었다. 흑점찰 옥수수 수량 및 상품화율과 파종기의 관계는 (그림 2)와 같다.



이삭길이(cm)	17.6	18.2	17.9	17.1	15.5
이삭폭(cm)	4.2	4.3	4.3	3.9	3.5
착립장율(%)	96	97	95	95	85

그림 2. 만숙종 “흑점찰”의 파종기에 따른 수량 및 상품화율

위 그림에서 보는 바와 같이 질소시비 15kg/10a에서 만숙종 찰옥수수인 흑점찰은 5월 하순 이후 파종에서 이삭길이 및 상품화율이 떨어지는 경향을 보였다.

### 3. 옥수수 겹이삭 및 2차 이삭 저 발생 계통선발

옥수수 생육기간 중 출사기를 전후한 30일간의 최고, 최저 및 평균 온도는 (그림 3)과 같다. 하우스 조기재배의 평균 출사기는 6월 4일, 노지 적기재배는 7월 14일이었으며 평균온도는 하우스 조기재배가 약간 낮았으나, 최고온도와 최저온도의 일교차는 하우스 조기재배에서 매우 컸다. 찰옥수수 자식계통 간 겹이삭 발생정도를 보면(그림 4) 재배유형 간에는 하우스 조기재배에서 겹이삭이 발생된 자식계통이 노지 적기재배에 비하여 많았으며 겹이삭이 전혀 발생되지 않은 자식계통은 하우스 조기재배에서 23계통, 노지 적기재배에서 35계통이었고 처리 간 겹이삭 발생정도는 4군으로 분류되었다. (표 5, 6)은 겹이삭 발생정도가 높은 자식계통의 상부이삭 및 2차이삭의 겹이삭 발생율을 나타내었다. 하우스 조기재배가 노지 적기재배에 비하여 겹이삭 발생 계통수 및 발생율이 높았으며 자식계통 간에도 겹이삭 발생율이 차이를 보였다. 특히 겹이삭 발생율이 높은 자식계통은 KW3, KY12, KY13, Y8905이었다.

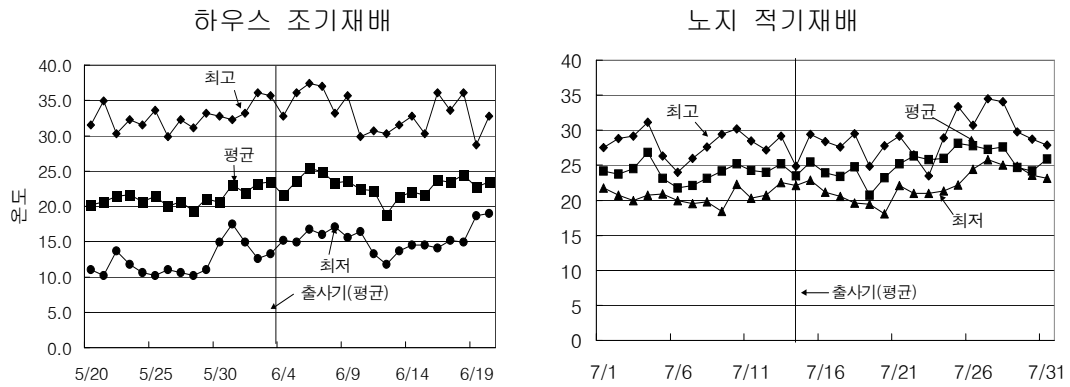


그림 3. 재배기간의 온도변화(출사기 전후 30일)

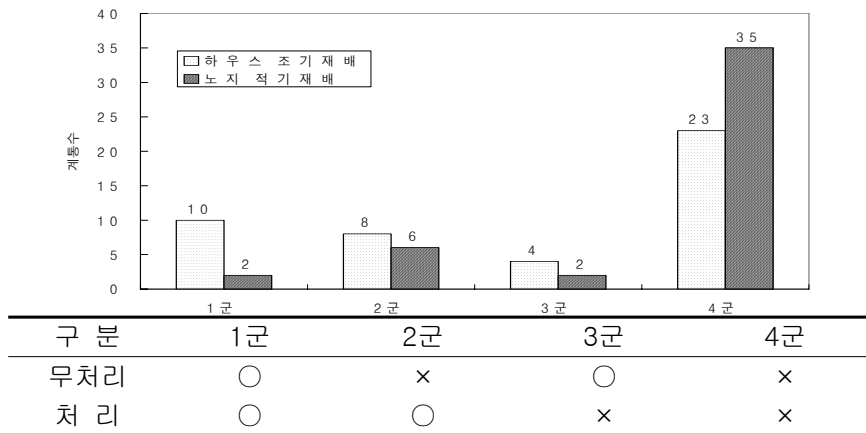


그림 4. 찰옥수수 자식계통의 겹이삭 발생정도

표 5. 겹이삭 발생정도가 높은 계통의 상부이삭 겹이삭 발생률

계통명	하우스 조기재배(%)			노지 적기재배(%)		
	처리 <sup>♪</sup>	무처리	평균	처리 <sup>♪</sup>	무처리	평균
KW1	20	11	16	0	0	0
KW3	78	75	77	0	33	17
KW6L	11	11	11	0	0	0
KW23	0	33	17	0	0	0
KBW3	17	50	34	0	0	0
KY4	38	50	44	50	0	25
KY12	100	50	75	100	0	50
KY13	86	40	63	100	75	88
KY14	14	44	29	33	0	17
Y9805	25	29	27	50	83	67
평균	39	39	39	33	19	26

♪ : 무수분처리 - 비닐 bag씩우기(출사직전)

표 6. 겹이삭 발생정도가 높은 계통의 2차이삭 겹이삭 발생률

계통명	하우스 조기재배(%)			노지 적기재배(%)		
	처리 <sup>♪</sup>	무처리	평균	처리 <sup>♪</sup>	무처리	평균
KW1	10	11	11	0	33	17
KW3	100	13	57	0	0	0
KW6L	0	0	0	0	0	0
KW23	33	0	17	0	0	0
KBW3	50	50	50	0	0	0
KY4	63	25	44	0	0	0
KY12	0	0	0	0	0	0
KY13	29	10	20	67	50	59
KY14	0	11	6	0	0	0
Y9805	38	14	26	100	40	70
평균	32	13	23	17	12	15

♪ : 무수분처리 - 비닐 bag씩우기(출사직전)

찰옥수수 F<sub>1</sub>교잡종 상부이삭의 겹이삭 발생율을 (그림 5)에서 나타내었다. 겹이삭이 발생되지 않는 자식계통 간 F<sub>1</sub>교잡종인 KY1/SBW2에서는 겹이삭이 전혀 발생되지 않았으나 겹이삭이 발생하는 자식계통이 모·부분으로 사용된 F<sub>1</sub>교잡종에서는 겹이삭이 발생되었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 겹이삭 발생을 최소화하기 위해서는 하우스 조건에서 자식계통의 겹이삭 발생정도를 검정하고 겹이삭 발생이 없는 자식계통을 모·부분으로 이용하여 품종육성이 요구된다.

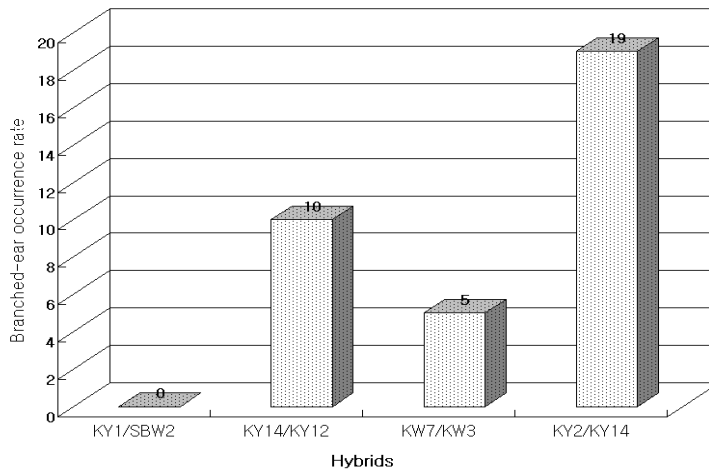


그림 5. 찰옥수수 F<sub>1</sub>교잡종 상부이삭의 겹이삭 발생율

\* 겹이삭 발생 계통(KY12, KY14, KW3), 무발생 계통(KY1, KY2, SBW2, KW7)

#### 4. 적 요

본 연구는 식용옥수수 재배농가의 현장애로사항의 하나인 다이삭 및 곁가지 등 특이증상 발생을 최소화 방법을 구명하여 식용 옥수수 안정생산을 위한 종합재배기술 개발을 위해 실시하였다. 성적을 요약하면 다음과 같다.

1. 품종에 따른 특이증상 발생양상은 찰옥1호 및 GCB70은 곁가지 및 곁이삭, 흑점찰은 곁가지 및 2차이삭(다이삭)이 많이 발생하였다.
2. 식용옥수수 곁가지는 시비량과는 큰 차이가 없었으나, 소식재배에서 많이 발생하였고, 파종기에 따른 경향은 연차 간 뚜렷한 경향이 없었다.
3. 식용옥수수 곁이삭은 다비, 소식에서 많이 발생하는 경향이었고, 흑점찰 2차이삭은 조파, 다비 및 소식재배에서 많아지는 경향을 보였다.
4. 옥수수 이삭의 수량은 특이증상(곁가지, 2차이삭)의 영향이 없기 때문에 옥수수 재배시 제거 할 필요가 없었다.
5. 곁이삭 발생을 최소화하기 위해 하우스 조건에서 곁이삭 발생정도를 검정하고 곁이삭 발생이 없는 자식계통을 모·부본으로 이용하여 품종육성이 요구된다.

## 5. 인용문헌

- 권용웅. 1985. 수도의 냉해경감을 위한 저온경화 가능성 및 효과에 관한 연구. 농업산학협동 용역연구.
- 이야성. 1990. 풋옥수수 무가온 비닐하우스 냉해방지시험. 전남 시험연구보고서.
- 이희봉, E.H. Coe, 최봉호. 1996. 분벽형옥수수 PI213749계통 분벽유전자의 염색체상 위치. 한육지 28(2) : 142-145.
- 정승근, 이석순, 박승의, 배동호. 1996. 옥수수 재배와 이용의 종합기술. 농민신문사.
- 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.
- 한흥정, 류종원. 1988. 차광정도가 옥수수와 수수속작물의 생육 및 건물축적에 미치는 영향. I. 광합성량에 미치는 차광의 영향. 한초지. 8(1) : 61-65.
- 한흥정, 한민수, 박병훈. 1990. 차광정도가 옥수수와 수수속작물의 생육 및 건물축적에 미치는 영향. I. 생육, 건물축적 및 광합성량. 농축논문집(축산편). 32(1) : 41-52.
- Alexander D.E. 1988. Breeding special nutrition and industrial types. In "*Corn and Corn Improvement*" (3rd ed.) : 869-870
- Kang KK, Lee WK, Lee HB, Choe BH. 1992. Chromosomal location of the gene responsible for the tillering nature of a maize inbred, IK. Korean J. Breeding 23(4) : 285-289
- Neuffer MG, Hoisington DA, Bird R. Mck. 1987. Designation of new dominant mutant. Maize Genetics Cooperation Newsletter(Vol. 61).
- 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.
- Shegal SM. 1963. Effects of teosinte and tripsacum introgression in Maize The Bussey Institution of Havard University. Cited in DUNCAN.
- Wallace, H. A., and E.N. Bressman. 1937. Corn and corn growing. John Wiley and Sons. New York : 350-410.

## 6. 연구결과 활용제목

- 만숙종 찰옥수수 상품성 향상을 위한 파종기 구멍.....(2003. 영농활용)