

|        |                              |         |           |                    |     |
|--------|------------------------------|---------|-----------|--------------------|-----|
| 사업구분   | 대형공동                         | Code 구분 | LS0204    | 수행구분               | 전반기 |
| 연구과제명  | 옥수수 교잡종 안전채종 및 상품화기술체계 확립 연구 |         |           | 연구책임자              | 민황기 |
| 세부과제명  | 옥수수 신교잡종 안전채종 재배기술 개발        |         |           | '98 ~ 2000(3년차 완결) |     |
| 연구원별임무 |                              |         |           |                    |     |
| 구분     | 소속                           | 성명      | 담당임무      |                    |     |
| 연구책임자  | 옥수수시험연구팀                     | 민황기     | 과제 총괄     |                    |     |
| 공동연구자  | "                            | 류시환     | 안전채종재배기술  |                    |     |
|        |                              | 최종원     | 수량평가      |                    |     |
|        | 작물시험장                        | 차선우     | 채종재배기술 자문 |                    |     |
|        |                              | 문현귀     | 채종재배기술 자문 |                    |     |
| 색인용어   | 옥수수, 찰옥2호, 수원옥, 채종방법         |         |           |                    |     |

## ABSTRACT

This study was conducted to find out the optimum cultural method of hybrid seed production for Chalok 2 and Suwonok. Higher seed yield was obtained when KW3 was used for a seed parent. KW7 was shown higher barren stalk occurrence which caused significant seed yield reduction when it was used as a seed parent. The rate of female row, KW3 to male row, KW7 was compared among two female to one male(2:1), 3:1 and 4:1. Yield of 4:1 planting rate was higher than that of 2:1 or 3:1. In case of using KW3 for a seed parent, KW3 was susceptible to stem and ear rotting disease. Rotted seeds were reached to 8~9% of whole seed yield. Harvest of 35 days after silking was optimum period due to higher 100 grain weight and lower rotted grain. Silking date of KW7rh, a seed parent and pollen date of KS117, a pollen parent of Suwonok were synchronized in F<sub>1</sub> hybrid seed production when both seed and pollen parent were planted at the same time when KS117 plot were covered with polyethylene film. But northern corn leaf blight of KS7rh can causes drop of yield and it needs caution accordingly. F<sub>1</sub> Yield of Suwonok was high at polyethylene film covering and concurrent planting plot and at 4:1 planting rate.

### 1. 연구배경

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.

품종개발의 역사를 살펴보면, 1800년대에는 집단선택에 의한 재래식 육종이 주류를 이루었고 그 후 Shull(1908)이 단교잡종 이론을 제기하였으나 실용화되지 못하였다. Jones(1918)가 복교잡종 이론을 제기하면서 순수계통선택과 교잡종 옥수수에 대한 연구가 활발히 이루어졌고 1930년 초반부터 1960년 초반까지 복교잡종이 미국 재배옥수수의 대부분을 차지하였다. 복교잡종은 생산력이 떨어지고 종자생산이 복잡하기 때문에 1960년 후반부터는 우수자식계통을 이용한 단교잡종의 개발이 적극적으로 활성화되어 현재 미국을 비롯한 옥수수 재배 국가의 대부분은 단교잡종 품종을 재배하고 있다.

단교잡종 종자를 생산하기 위해서는 각기 다른 특성을 지닌 계통간의 교배를 통해야 하므로 전 생육기간동안 특별한 주의가 요구된다. 특히 교배시기에 더욱 세심한 관심이 요구되며, 모본의 웅수를 제거하는 방법에는 2가지가 있다. 하나는 인위적으로 웅수를 뽑거나 잘라주는 방법이고, 또다른 하나는 모본으로 이용되는 계통의 웅성불임성을 이용하는 방법이다. 1970년 이전 미국내 종자생산의 90%이상을 웅성불임계통을 이용하였다. 그러나 1970년 *Helminthosporium maydis*(깨씨무늬병)에 의해 막대한 피해를 입은 후 이 방법은 거의 사용되지 않고 있다(Stanley & Paul, 1987).

정역교배(reciprocal cross)는 F<sub>1</sub>생산, 이면교배 등에 이용되며 반성유전이나 세포질유전의 양식을 구명하고자 할 때 이용되기도 한다. 식물형질의 대부분은 핵내유전자의 영향을 받는다. 그러나 세포질내에 존재하는 핵외유전자에 의하여 식물형질이 지배되기도 하는데 이를 세포질유전이라 하며 이에 관여하는 세포소기관은 색소체와 미토콘드리아이다. 분꽃의 잎색유전과 제초제저항성 유전자의 이용등은 색소체유전, F<sub>1</sub>종자생산에 이용되는 세포질웅성불임성은 미토콘드리아유전의 좋은 본보기이다. 옥수수에서 정역교배에 의해 생산된 종자가 유전적으로 다르다거나, 생육단계 및 수량에서 차이가 있다는 보고는 발표된 것이 없다.

찰옥2호는 차 등(1995)이 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. 이로인해 '97년 강원도 영월군 일대의 찰옥 2호 채종지 19.2ha에서 25톤의 보급종 종자를 생산할 계획이었으나 수정불량에 의해 7.4톤 밖에 생산하지 못하였다. 또한 찰옥 2호는 채종이 불안정하므로 농가의 채종사업 기피현상이 대두되기도 하였다.

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.

수원옥은 '96년 작물시험장에서 육성한 중만생종의 사일리지용옥수수로서, 역대 품종중 후기녹체성이 가장 우수하고 각종 병해 및 도복에 강하여 사일리지 전용 품종으로 적합하다. 그러나 모본인 KS7rhm이 '97년에 원원종 생산단계에서 찰옥2호와 마찬가지로 불임현상

이 나타났으므로 채종에서의 문제점이 대두되었다.

Hallauer(1990)는 1960년대 초까지 미국 옥수수 품종의 대부분을 차지하던 복교잡종이 단교잡종으로 대체될 수 있었던 요인은, 복교잡종에 비해 종자생산이 어려운 단교잡종의 단점을 재배법 개선으로 생산력의 증대를 꾀하였기 때문이라고 하였다. 이에따라 본 시험은 최근에 육성된 옥수수 품종의 안정적인 종자생산을 위한 채종 재배기술을 확립하여 채종량을 증대시키고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 찰옥2호 F<sub>1</sub> 안전채종 재배기술 확립시험

옥수수시험장의 포장을 이용하여 1년차인 '98년에는 파종기에 따른 옥수수 생육 및 채종량을 검토하기 위하여 파종기를 4월 25일과 5월 5일 등 2회에 파종하였으며, 정·역교배를 파종지역을 달리하여 시험하였다. 찰옥2호의 육성단계에서의 교배조합인 정교배 KW7(♀)/KW3(♂)를 생산하기 위한 파종은 시차파종 및 재식비율을 각각 2처리를 두었다. KW7의 출사기가 KW3의 화분비산기보다 늦기 때문에 시차파종은 KW7파종 10일 및 15일 후에 KW3를 파종하였고, ♀:♂의 재식비율은 부분인 KW3가 부분인 KW7보다 간장이 작고 화분량이 많지 않기 때문에 2:1과 2:1웅주간파를 하였다. 2~3년차에는 KW3의 시차파종을 KW7 파종후 15일로, 재식비율은 2:1로 제한하였다.

역교배인 KW3/KW7을 생산하기 위한 1년차 파종은 모본과 부분을 동시에 파종하였고, 재식비율은 2:1로 하였으며 부분인 KW7을 비닐피복하고 파종하여 피복에 의한 생육 단축효과를 유도하였다. 2년차 파종은 재식비율을 2:1, 3:1, 4:1로 확대하여 수행하였으며, 3년차에는 3:1 및 4:1로 시험을 하였다.

시험구배치는 단구제로 하였고, 열간거리×주간거리는 2:1파종구에서 60×25cm 2:1웅주간파구에서 75×30cm, 그리고 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=15-13-13/10a을 사용하였다. 수분 및 수정은 자연교배를 하였으며, 완전히 등숙된 이후에 수확하여 임실율, 채종량 등을 조사하였다.

### 나. 수원옥 F<sub>1</sub> 안전채종 재배기술 확립시험

1년차인 '98년의 시험에서는 파종기를 4월 25일과 5월 5일로 하였고, 파종방법은 시차파종과 비닐피복후 동시파종 등 2처리를 두었다. 시차파종구는 부분인 KS117파종 15일 후에 모본인 KS7rhм을 파종하였으며, ♀:♂의 재식비율은 부분인 KS117이 화분량이 많기 때문에 3:1과 4:1로 처리하였다. 동시파종구는 모본과 부분을 동시에 파종하고 재식비율은 4:1로 하였으며 부분인 KS117을 비닐피복하고 파종하여 피복에 의한 생육 단축효과를 유도하였다.

2년차 시험에서는 파종기 및 시차파종은 1년차와 동일하였고, 동시파종구의 재식비율을 4:1과 5:1로 하였다. 3년차 시험에서는 파종기는 4월 25일로 하였고 기타 처리는 2년차와 동일하였다.

시험구배치는 단구제로 하였고, 열간거리는 60cm, 주간거리는 30cm, 그리고 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=20-15-15/10a를 사용하였다. 수분 및 수정은 자연교배를 하였으며, 완전히 등숙된 이후에 수확하여 임실율, 채종량 등을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 찰옥2호 F<sub>1</sub> 안전채종 재배기술 확립시험

찰옥2호 F<sub>1</sub>종자생산의 1년차 성적을 보면 표 1과 같다. 1년차에서는 정교배 KW7/KW3의 재식비율과 파종시차에 따른 종자생산량을 주목적으로 검토하였으며, 역교배 KW3/KW7은 채종의 가능성여부를 검토하고자 수행하였다.

KW7/KW3의 재식비율에 따른 종자생산량을 보면, 파종시기에 관계없이 2:1과 2:1웅주간파가 큰 차이를 보이지 않았다. 2:1웅주간파는 채종포내에서 KW7이 일정한 간격으로 파종되어있는 열 사이에 KW3를 파종해야 하므로 협소한 열간거리 때문에 파종 뿐만아니라 김매기등의 관리에도 어려움이 있다. 이를 고려해 볼 때 재식거리 2:1이 종자생산에는 적합한 방법이라고 판단하였고 2년차부터는 이를 적용하였다.

Shoultz (1985)는 생육일수가 다른 계통간의 F<sub>1</sub>종자생산에서 가장 일반적으로 사용되는 방법이 파종기를 달리하는 것이라고 하였다. 시차파종 이외의 방법으로는, 시비 및 파종깊이를 달리하거나, 잎을 자르거나 태워서 출사기를 조절하는 방법이 있다고 하였다. 본 시험에서는 모본과 부분의 출사일수를 고려하여 10일과 15일로 시차파종하는 방법을 사용하였다. 그 결과 15일 시차파종이 보다 더 안정적인 종자생산에 적합한 것으로 판단되어 2년차부터 이를 적용하였다.

표 1. 찰옥2호 정·역교배에 의한 F<sub>1</sub> 생산량(1년차).

| 교잡계명    | 파종기<br>(월.일) | 재식비율   | 파종시차<br>(일) | 이삭장<br>(cm) | 이삭수<br>(개) | 100립중<br>(g) | 임실율<br>(%) | 수량<br>(kg/10a) |    |
|---------|--------------|--------|-------------|-------------|------------|--------------|------------|----------------|----|
| KW7/KW3 | 4.25         | 2:1    | 10일차        | 11.4        | 6073       | 20.4         | 22.6       | 66             |    |
|         |              |        | 15일차        | 10.9        | 6271       | 20.2         | 14.2       | 64             |    |
|         |              | (웅주간파) | 2:1         | 10일차        | 11.4       | 6696         | 20.9       | 16.2           | 62 |
|         |              |        | 15일차        | 11.9        | 6755       | 20.1         | 24.8       | 84             |    |
|         | 5.5          | 2:1    | 10일차        | 10.6        | 8147       | 18.9         | 4.3        | 15             |    |
|         |              |        | 15일차        | 11.5        | 8197       | 19.1         | 22.8       | 92             |    |
| (웅주간파)  | 2:1          | 10일차   | 11.3        | 7170        | 20.1       | 24.8         | 66         |                |    |
|         | 15일차         | 10.9   | 8355        | 18.4        | 28.5       | 97           |            |                |    |
| KW3/KW7 | 4.25         | 2:1    | 동시          | 8           | 4148       | 16.2         | 98         | 153            |    |
|         | 5.5          | (피복)   |             | 8.2         | 4839       | 14.6         | 96         | 167            |    |

양친을 교환하여 시험한 KW3/KW7 교배조합에서는 KW7/KW3보다 이삭길이가 짧고 100립중이 낮았지만, 임실율이 월등히 높아 채종수량이 많았다. KW7을 비닐피복하고 파종한 것이 생육단축에 크게 기여하였고, 또한 15일 후에 파종하는 것보다 동시에 파종하는 것이 KW3의 생육기간을 연장시켰기 때문에 KW3의 출사기와 KW7의 출용기가 일치하였다고 판단된다.

찰옥2호 F<sub>1</sub>종자생산의 2년차 성적을 보면 표 2과 같다. 정·역교배 모두 파종기에 따른 종자생산량은 1, 2년차에서 별다른 차이를 보이지 않았다. 또한 15일 시차파종만을 처리한 2년차 시험에서도 KW7/KW3의 임실율이 낮아 채종수량이 높지 않았다.

KW3/KW7 동시파종은 파종시기별로 각각 재식비율을 1년차 보다 확대하여 처리하였다. 파종시기에 관계없이 3:1과 4:1파종구가 2:1파종구보다 수량이 높았다. Sprague & Dudley (1988)는 재식비율이 일반적으로 부분의 화분량과 활력에 의해 좌우된다고 하였는데, KW3/KW7 조합에서는 부분으로 사용되는 KW7이 키가 크고, 화분량이 많아 재식비율을 낮추어도 수분 및 수정에는 문제가 없었다. 2년차 시험에서는 이삭길이가 작고, 임실율도 1년차 보다 낮았으며 특히 100립중이 현저히 낮았다. 이는 등숙기인 7월 하순과 8월초의 집중호우와 태풍의 영향으로 종자친인 KW3가 피해를 입었기 때문이다.

다양한 처리에 대한 결과로써 찰옥2호 F<sub>1</sub>채종에 가장 적합하다고 판단되는 재배법에서의 옥수수 생육상황을 표 3에서 보여주고 있다. 정·역교배 모두 모본의 출사기와 부분의 화분비산기가 일치하여 수정에 적합하였다.

표 2. 찰옥2호 정·역교배에 의한 F<sub>1</sub> 생산량(2년차).

| 교잡<br>계명    | 파종기<br>(월, 일) | 재식<br>비율 | 파종<br>시차(일) | 이삭장<br>폭 (cm) | 이삭수<br>(개) | 100립<br>중<br>(g) | 임실율<br>(%) | 부패립<br>비율(%) | 수량<br>(kg/10a) |
|-------------|---------------|----------|-------------|---------------|------------|------------------|------------|--------------|----------------|
| KW7/<br>KW3 | 4, 26         | 2 : 1    | 15일차        | 8.2           | 2.7        | 6760             | 20.1       | -            | 79             |
|             | 5, 6          | 2 : 1    | 15일차        | 9.6           | 2.8        | 4850             | 17.7       | -            | 85             |
| KW3/<br>KW7 |               | 2 : 1    | 동시          | 6.5           | 3.1        | 3564             | 13.8       | 13.4         | 79             |
|             | 4, 26         | 3 : 1    | (비닐<br>피복)  | 6.3           | 3          | 4960             | 14.5       | 9.5          | 93             |
|             |               | 4 : 1    | (비닐<br>피복)  | 6.5           | 3          | 5136             | 14.5       | 12.2         | 110            |
|             |               | 2 : 1    | 동시          | 6.7           | 2.9        | 4593             | 12.0       | 9.3          | 80             |
|             | 5, 6          | 3 : 1    | (비닐<br>피복)  | 5.9           | 2.8        | 6503             | 13.8       | 8.7          | 90             |
|             |               | 4 : 1    | (비닐<br>피복)  | 6.0           | 2.8        | 6017             | 13.5       | 10.9         | 100            |

\* 부패립 비율(%) : 수량에 대한 부패립의 비율

표 3. 찰옥2호 양친의 생육상황(3년 종합)

| 교잡<br>계명    | 재식<br>비율 | 계통명    | 파종<br>시차 | 출아기<br>(월,일) | 출웅기<br>(월,일) | 출사기<br>(월,일) | 화분비산기<br>(월,일) | GDD* | 간장<br>(cm) | 착수고<br>(cm) |
|-------------|----------|--------|----------|--------------|--------------|--------------|----------------|------|------------|-------------|
| KW7/<br>KW3 | 2:1      | KW7(♀) | -        | 5.8          | 7.6          | 7.11         | -              | 752  | 156        | 78          |
|             |          | KW3(♂) | 15일차     | 5.20         | 7.10         | 7.13         | 7.8~7.17       | 651  | 114        | 49          |
| KW3/<br>KW7 | 3:1      | KW3(♀) | 동시       | 5.9          | 6.29         | 7.6          | -              | 705  | 105        | 54          |
|             |          | KW7(♂) |          | 5.6          | 7.2          | 7.10         | 7.4~7.12       | 712  | 169        | 76          |
|             | 4:1      | KW3(♀) | 동시       | 5.9          | 6.29         | 7.6          | -              | 705  | 100        | 47          |
|             |          | KW7(♂) |          | 5.6          | 7.2          | 7.10         | 7.4~7.12       | 712  | 167        | 77          |

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

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, KW7/KW3조합의 KW7은 752, KW3는 651 그리고 KW3/KW7조합의 KW3는 705, KW7은 712를 나타내었다. 즉, KW3는 파종기가 빠를수록 GDD가 높았고, KW7은 피복한 것이 GDD가 낮았다.

정·역교배간의 F<sub>1</sub>종자 채종수량을 나타내는 것이 표 4이다. KW3/KW7교배조합에서 재식 비율에 따른 수량을 비교해 보면, 3:1보다 4:1에서 높은 수량을 보였다. 그리고 정·역교배에서는 KW7/KW3조합보다 KW3/KW7조합의 4:1파종구가 57% 증수되어 찰옥2호 F<sub>1</sub>종자를 생산하는 방법으로는 KW3를 모본으로, KW7을 부분으로 사용하고 4:1비율로 재식하며 부분은 비닐피복을 하는 것이 가장 안정적이고 유리한 방법으로 판단된다. 또한 KW7/KW3조합은 모본인 KW7의 임실율이 37.2%로 낮기 때문에 KW7을 종자친으로 이용하는 것은 어렵다고 판단된다.

KW3/KW7조합은 동시에 파종하기 때문에, 환경요인에 의해 큰 제약을 받거나 파종의 번거로움을 야기시키는 시차파종의 단점을 해소할 수 있는 좋은 방법이다. 그러나 이 조합에서 모본으로 사용되는 KW3는 등숙과정에서 줄기 및 이삭썩음병에 약하여 종자의 부패립이 많이 발생하였다. 특히 등숙후기의 연속된 강우는 종자품질과 수확량의 급감을 초래할 수 있다고 판단되었다. 또한 수확이후의 건조과정에서 관리가 소홀하면 부패립이 증가할 수

있는 가능성이 높다고 할 수 있다.

표 4. 찰옥2호 정·역교배에 의한 F<sub>1</sub>채종량이 비교(3년 종합)

| 교잡<br>계명    | 재식<br>비율                       | 파종시차 | 이삭장<br>(cm) | 폭<br>(cm) | 이삭수<br>(개) | 100립중<br>(g) | 임실율<br>(%) | 부패립<br>비율(%) | 수량<br>(kg/10a) |
|-------------|--------------------------------|------|-------------|-----------|------------|--------------|------------|--------------|----------------|
| KW7/<br>KW3 | 2 : 1                          | 15일차 | 10.5        | 2.8       | 6062       | 19.8         | 37.2       | -            | 76             |
| KW3/<br>KW7 | 3 : 1<br>(피복)<br>4 : 1<br>(피복) | 동시   | 6.6         | 3         | 5777       | 15           | 87         | 7.8          | 104            |
|             |                                |      | 6.8         | 3         | 5701       | 14.8         | 89         | 9.3          | 119            |

\* 부패립 비율(%) : 수량에 대한 부패립의 비율

KW3/KW7조합의 이러한 단점을 최소화 하기위하여 부패립을 줄이면서 성숙된 종자를 생산하고자 수확시기를 달리하였으며 그 결과는 표 5와 같다. 재식비율에 관계없이 부패립은 등숙후기로 갈수록 증가하였다. 종실의 성숙에 관계가 있는 100립중은 출사 35일 이후에는 16g이상으로 비교적 안정적이었다. 옥수수는 일반적으로 생리적인 성숙이 되는 즉시 수확하는 것이 좋다고 한다. 생리적인 성숙단계의 종실의 수분은 30 ~ 38%정도인데, Craig (1977)은 이 수분상태에서는 수확을 빨리하는 것이 동해의 위험을 감소시키고, 수확시 손실량을 줄이며, 병충해에 의한 손실을 줄일 수 있다고 하였다. Sprague(1936)은 수정후 50일 이전의 수확은 발아세나 저온 토양에서의 발아율에 영향을 줄 수 있지만, 수정후 21일에 수확하여 수분 16%까지 건조한 후 발아율 시험을 한 결과 6일만에 100% 발아하였다고 하였다. 따라서 찰옥2호의 수확기를 부패립 및 100립중을 고려하여 기존의 출사후 45일에서 35일 이전으로 앞당기는 것이 바람직하다고 할 수 있겠다.

표 5. 부패립 발생을 최소화 하기 위한 찰옥2호 F<sub>1</sub>종자 수확기

| 교잡<br>계명    | 파종기<br>(월,일) | 재식<br>비율      | 수확시기   | 이삭장<br>(cm) | 폭<br>(cm) | 이삭수<br>(개) | 100립<br>중<br>(g) | 임실율<br>(%) | 부패립<br>비율(%) | 수량<br>(kg/10a) |
|-------------|--------------|---------------|--------|-------------|-----------|------------|------------------|------------|--------------|----------------|
| KW3/<br>KW7 | 4.25         | 3 : 1<br>(피복) | 출사후25일 | 7.1         | 3.1       | 5456       | 11.3             | 89         | 1.5          | 83             |
|             |              |               | 출사후30일 | 7.3         | 3.1       | 5580       | 14.1             | 91         | 3.3          | 103            |
|             |              |               | 출사후35일 | 7.5         | 3.1       | 5869       | 16.7             | 87         | 5.1          | 129            |
|             |              |               | 출사후40일 | 7           | 3.1       | 5828       | 16.4             | 89         | 8.6          | 129            |
|             |              |               | 출사후45일 | 7.6         | 3.2       | 5704       | 17               | 86         | 9.8          | 130            |
|             |              | 4 : 1<br>(피복) | 출사후25일 | 7.3         | 3         | 6039       | 12.1             | 89         | 1.4          | 95             |
|             |              |               | 출사후30일 | 8.2         | 3.1       | 6084       | 14.8             | 89         | 3.7          | 123            |
|             |              |               | 출사후35일 | 7.8         | 3.2       | 5951       | 16.3             | 91         | 4.9          | 146            |
|             |              |               | 출사후40일 | 8.2         | 3.2       | 6172       | 17.6             | 86         | 10.2         | 145            |
|             |              |               | 출사후45일 | 7.9         | 3.2       | 6128       | 17.5             | 88         | 10           | 149            |

\* 부패립 비율(%) : 수량에 대한 부패립의 비율

#### 나. 수원옥 F<sub>1</sub> 안전채종 재배기술 확립시험

1년차 파종기 및 재식비율에 따른 KS7rhm/KS117의 F<sub>1</sub>종자생산량을 표 6에서 보여주고 있다. 파종기에 따라서는 별다른 차이가 없었다. 부분인 KS117을 파종하고 15일후에 모본인 KS7rhm을 파종한 무피복구는 재식거리에 관계없이 비슷한 수량을 보였다. 그러나 부분에 비닐피복을 한후 파종한 구에서는 무피복구보다 월등히 수량이 높았다. 이는 임실율에서도 다소의 차이는 있지만 100립중이 크게 차이가 났기 때문이다. 비닐피복구에서 생산된 종자의 100립중도 높은 편이 아니지만, 특히 무피복구에서 100립중이 낮게 나타났으며 이것이 수량에 크게 영향을 주었다고 할 수 있다. 100립중이 이렇게 작은 원인은 모본인 KS7rhm이 등숙과정에서 매문병이 심하게 발병했기 때문으로 판단된다.

표 6. 파종기 및 재식비율에 따른 수원옥 F<sub>1</sub> 종자생산량(1년차).

| 파종기<br>(월.일) | 재식비율 | 피복           | 이삭장<br>(cm) | 이삭수<br>(개/10a) | 100립중<br>(g) | 임실율<br>(%) | 수량<br>(kg/10a) |
|--------------|------|--------------|-------------|----------------|--------------|------------|----------------|
| 4.25         | 3:1  | 무피복          | 10.1        | 3795           | 14.3         | 83         | 98             |
|              |      | 무피복          | 9.9         | 4222           | 14.9         | 76         | 99             |
|              | 4:1  | 피복<br>(동시파종) | 12.6        | 4222           | 22.1         | 92         | 255            |
| 5.5          | 3:1  | 무피복          | 11.7        | 3749           | 15.3         | 77         | 116            |
|              |      | 무피복          | 11.6        | 4074           | 17           | 76         | 117            |
|              | 4:1  | 피복<br>(동시파종) | 13.9        | 4666           | 24           | 78         | 279            |

표 7. 파종기 및 재식비율에 따른 수원옥 F<sub>1</sub> 종자생산량(2년차).

| 파종기<br>(월, 일) | 피복                   | 재식비율  | 이삭장<br>(cm) | 폭<br>(cm) | 이삭수<br>(개/10a) | 100립중<br>(g) | 임실율<br>(%) | 수량<br>(kg/10a) |
|---------------|----------------------|-------|-------------|-----------|----------------|--------------|------------|----------------|
| 4, 26         | 무피복<br>(15일시차<br>파종) | 3 : 1 | 9.4         | 3.8       | 3789           | 29           | 93         | 208            |
|               |                      | 4 : 1 | 9.5         | 3.8       | 3968           | 29.3         | 94         | 215            |
|               | 피복<br>(동시파종)         | 4 : 1 | 12.1        | 4         | 4464           | 31.8         | 92         | 357            |
|               |                      | 5 : 1 | 11.7        | 3.9       | 4776           | 31.3         | 89         | 322            |
| 5, 6          | 무피복<br>(15일시차<br>파종) | 3 : 1 | 9.4         | 3.3       | 3651           | 23.4         | 94         | 131            |
|               |                      | 4 : 1 | 10.1        | 3.4       | 3996           | 24.5         | 95         | 187            |
|               | 피복<br>(동시파종)         | 4 : 1 | 9.9         | 3.6       | 4299           | 30.2         | 95         | 215            |
|               |                      | 5 : 1 | 9.8         | 3.6       | 4248           | 28.7         | 95         | 206            |

2년차 파종기 및 재식비율에 따른 수원옥 F1종자 생산량은 표 7과 같다. 파종기와 무피복구는 1년차와 동일하게 처리하였고, 비닐피복구는 재식비율을 2처리로 확대하였다. 파종기에 따른 변화를 살펴보면, 무피복구와 피복구 모두 4월 파종구가 5월파종구보다 종자생산량이 많았다. 피복구와 무피복구를 비교하면, 피복구가 무피복구보다 100립중이 높아 종자생산량이 많았다. 이러한 결과를 각 처리에서의 옥수수의 생육상황과 비교해 보면, 모본의 출사가 조기에 이루어지는 처리인 피복구 및 4월 파종구가 종자생산량이 높았다. 이를 매운병이 발병과 연관시켜보면, 조기에 출사하는 처리구에서는 등숙이 진행되는 과정에서 매운병의 발병하여 종실의 완성에 크게 영향하지 못한 것이고, 후기에 출사한 처리구에서는 등숙초기부터 매운병이 발병하여 등숙과정에서 큰 저해요인으로 작용한 것으로 판단된다.

다양한 처리에 대한 결과로써 수원옥 F<sub>1</sub>채종에 가장 적합하다고 판단되는 재배법에서의 옥수수 생육상황을 표 3에서 보여주고 있다. 부분 파종 15일후에 모본을 파종한 무피복구와 모본과 부분을 동시에 파종하고 부분은 비닐피복한 구에서 모두 모본의 출사기와 부분의 화분비산기가 일치하여 수정에 적합하였다.

GDD는 찰옥2호에서와 같은 방법으로 조사하였고, KS7rhm의 GDD는 868~892, KS117은 933~1001의 분포를 보여주었다. KS7rhm의 GDD는 조기파종한 피복구에서 보다 높았고, KS117은 피복구에서 피복에 의한 생육단축의 효과로 낮은 GDD를 나타내었다. 옥수수의 출사기를 표기할 때 출사일수로 하는 것보다 GDD로 표기하는 것이 정확한 방법이다. 그러나 이러한 GDD도 토양온도, 토양습도, 양분, 일조시주 및 생육환경에 따라 다소의 차이가 있을 수 있다고 한다(Walter & Hadley, 1980).

표 8. 수원옥 양친의 생육상황(3년 종합)

| 파종기<br>(월,일) | 피복                   | 재식<br>비율 | 계통명       | 출아기<br>(월,일) | 출웅기<br>(월,일) | 출사기<br>(월,일) | 화분비산<br>기간 | GDD* | 간장  | 착수<br>고 |
|--------------|----------------------|----------|-----------|--------------|--------------|--------------|------------|------|-----|---------|
| 4, 26        | 무피복<br>(15일시차<br>파종) | 3:1      | KS7rhm(♀) | 5.21         | 7.26         | 7.29         | -          | 868  | 192 | 85      |
|              |                      |          | KS117(♂)  | 5.8          | 7.29         | 8.5          | 7.26~8.9   | 993  | 215 | 132     |
|              |                      | 4:1      | KS7rhm(♀) | 5.21         | 7.26         | 7.29         | -          | 884  | 194 | 89      |
|              |                      |          | KS117(♂)  | 5.8          | 7.29         | 8.5          | 7.26~8.9   | 1001 | 213 | 131     |
|              | ♂피복<br>(동시파종)        | 4:1      | KS7rhm(♀) | 5.8          | 7.20         | 7.22         | -          | 892  | 199 | 98      |
|              |                      |          | KS117(♂)  | 5.5          | 7.23         | 7.30         | 7.19~8.3   | 941  | 221 | 137     |
| 5:1          | KS7rhm(♀)            | 5.8      | 7.20      | 7.22         | -            | 892          | 199        | 96   |     |         |
|              | KS117(♂)             | 5.5      | 7.23      | 7.31         | 7.20~8.3     | 933          | 220        | 133  |     |         |

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

수원옥 F<sub>1</sub> 채종시험에서 피복과 무피복의 종실수량을 비교한 것이 표 9이다. 1, 2년차에 서의 결과를 토대로 하여 5월 파종보다 4월 파종이 안정적이라는 결과를 얻었고, 3년의 결 과를 종합하여 무피복 시차파종구보다 피복동시파종구가 100립중이 높고, 종자생산량이 많 다는 결과를 얻었다.

부분인 KS117을 피복함으로서 생육기간의 단축을 유도하였고, 피복에 의해 왕성한 생육 을 한 KS117은 다량의 화분을 생산하여 수분 및 수정에 보다 높은 효과를 보여주었다. 피 복에 의해 시차파종의 단점을 감소시킬 수 있었으며, 피복 동시파종은 보급종 종자 생산단 계에서도 보다 효율적으로 사용될 수 있는 재배법이라 할 수 있겠다.

피복구내에서의 재식비율에 따른 변화를 보면, 4:1이나 5:1파종구 모두 높은 종실수량을 보였으나 안정적인 종자생산을 위해서 4:1파종구가 적합하다고 판단된다.

표 9. 피복 및 무피복에 의한 수원옥 F<sub>1</sub>채종량이 비교(3년 종합)

| 파종기<br>(월, 일) | 피복                   | 재식비율  | 이삭장<br>폭<br>(cm) | 이삭수<br>(개/10a) | 100립중<br>(g) | 임실율<br>(%) | 수량<br>(kg/10a) |
|---------------|----------------------|-------|------------------|----------------|--------------|------------|----------------|
| 4, 26         | 무피복<br>(15일시차<br>파종) | 3 : 1 | 10.5             | 3.5            | 3671         | 21.7       | 143            |
|               |                      | 4 : 1 | 10.5             | 3.4            | 4016         | 22.4       | 159            |
|               | 피복                   | 4 : 1 | 12.5             | 3.7            | 4303         | 27.3       | 268            |
|               | (동시파종)               | 5 : 1 | 12               | 3.7            | 4324         | 29.5       | 269            |

#### 4. 적 요

본 시험은 '98년부터 '00년까지 3개년간 대형공동과제로 작물시험장 전작과와 공동으로 수행하였다. 옥수수 신품종의 안정적인 F<sub>1</sub>종자 생산에 적합한 재배법을 구명하고자 시험을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- 가. 찰옥2호(KW7/KW3) 채종시험에서 파종시기별 차이는 없었고, KW7을 모본으로 하였을 경우 임실율이 대단히 낮았는데 이는 KW7의 수미능력이 부족하고 KW3의 간장이 짧아 화분비산거리가 적기때문인 것으로 판단된다.
- 나. 찰옥2호 양친교환(KW3/KW7)한 것이 기존의 찰옥2호(KW7/KW3)보다 수량과 임실율이 높았으며, 재식비율 2:1 또는 3:1파종구보다 4:1파종구 수량이 높았다.
- 다. 찰옥2호 양친교환(KW3/KW7)의 경우 종차친인 KW3가 줄기 및 이삭 썩음병에 약하여 부패립이 많이 발생하였다. 본 시험에서 부패립 비율은 8~9%이었지만 토양습윤, 수확 시기, 수확후 건조과정에따라 부패립의 발생비율이 크게 증가할 수 있고, 특히 등숙후 기의 연속된 강우는 종자의 품질과 수확량의 급감을 초래할 수 있다고 판단된다. 찰옥 2호의 수확기는 부패립 및 100립중을 고려하여 기존의 출사후 45일에서 35일 이전으 로 앞당기는 것이 바람직하다고 할 수 있겠다.
- 라. 수원옥(KS7rh/KS117) F<sub>1</sub> 채종에서 무피복구에서는 부분 파종 15일 후에 모본을 파종하였으나, 동시에 파종하고 부분에 비닐을 피복하면 피복에 따른 KS117의 생 육촉진효과가 우수하여 모본의 출사기와 부분의 화분비산기가 일치하였다.

- 마. 수원옥 F<sub>1</sub>채종시험에서 무피복 및 파종시기가 늦을수록 채종수량이 적었는데, 이 처리에서 모본인 KS7rhm의 매문병 발병이 다른 처리보다 심하여 종실의 등숙에 저해요인으로 작용한 것으로 판단된다. 또한 KS7rhm 등숙초기에 매문병이 심하게 발병하면 채종량의 급감을 초래할 수도 있다고 판단된다.
- 바. 수원옥의 F<sub>1</sub>채종은 부분의 비닐피복 동시파종구가 무피복구보다 수량이 높았고, 재식비율 4:1과 5:1은 차이가 없었으나 안정적인 채종을 위해서는 4:1이 적합하다고 판단된다.

## 5. 인용문헌

- 심재욱 등. 1994. 농업유전학. 향문사. pp. 113-131.
- 정승근, 이석하, 박근용. 1986. 옥수수의 생육기간 예측을 위한 Growing Degree Days의 계산방법. 한국작물학회지. 31(2) : 186-194.
- 차선우, 박승의, 김선림, 정태욱, 최근진, 문현귀, 최병한, 권규철, 진문섭, 김석동, 박근용, 김윤선. 1994. 고품질 내도복성 찰옥수수 신고잡종 “찰옥2호”. 농업논문집. 37(2) : 144-148.
- Craig. W.F. 1977. Production of hybrid corn seed. p671-719. Corn and corn improvement. Am. Soc. of Agron. Inc. Wis.
- Gilmore, E.C., Jr. and J.S. Rogers. 1958. Heat units method of measuring maturity in corn. Agron. J. 50 : 611-615.
- Hallauer, A.R. 1990. Methods used in developing maize inbred. Maydica 35 : 1-16.
- Jones, D.F. 1918. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. In Connecticut Agric. Exp. Stn. Bull. 207. pp.5-100.
- Shultz. D. 1985. An evaluation parent delay technique. In. Proc. 40th Annu. Corn and Sorghum Res. Conf. ASTA, Washington, DC. p. 151-160.
- Shull, G.H. 1908. The composition of a field of maize. Am. Breeders' Assoc. Rep. 4 : 296-301.
- Sprague. G.F. 1936. The relationship of moisture content and time of harvest to germination of immature corn. J. Ame. Soc. Agron. 28:472-478.
- Sprague. G.F., J.W. Dudley. 1988. Corn and Corn Improvement 3rd ed. No. 18 in the series Agronomy. p. 574-578.
- Stanley, A.W., P.E. Ramstad. 1987. Corn : Chemistry and Technology. Amer. Assoc. Cereal Chem. Inc. pp. 47-50.
- Walter. R.F., H.H. Hadley. 1980. Hybridization of crop plants. Ame. Soci. Agro. and Crop Sci. Ame. Madi. Wis. p.161-176.

## 6. 연구결과 활용제목

- 시책건의 : 1. 찰옥수수 신고잡종 “찰옥2호” F<sub>1</sub> 채종재배기술  
2. 사일리지용 옥수수 신고잡종 “수원옥” F<sub>1</sub> 채종재배기술