

초당옥수수 등숙시기에 따른 종신허성 변화와 발아율

정태욱*† · 김선림* · 차선우* · 김달웅**

*작물시험장, **경북대학교 농과대학

Kernel Characteristics and Germination Rate during the Grain Filling in Super Sweet Corn

Tae-Wook Jung*†, Sun-Lim Kim*, Seon-Woo Cha* and Dal-Ung Kim**

*National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea

**Coll. of Agr., Kyungpook Univ., Taegu 702-701, Korea

ABSTRACT : The higher sugar and lower starch in super sweet corn may be due to modified endosperm genes *sh*, *bt* series, but its seeds have major limiting factors causing low germination and low seedling vigor. This study was conducted to determine what measurable kernel characteristics during the grain filling period might be more useful as a guide to optimize harvest date for good seed quality in hybrid super sweet corn production. Artificial crossing in super sweet corn hybrid (Chodangok 1) was made on the same day, and ears were harvested from 18 days to 53 days after pollination at weekly intervals. Kernel weight, moisture content, hardness, endosperm rate, seedling height, and storage nutrients such as sugars, protein, starch, and germination rate were measured for the kernels at each harvest. Super sweet corn hybrid, Chodangok 1 presented satisfactory germination rate above 70% when harvested on 39 to 46 days after pollination. Its storage nutrients at that time were 23.7~24.2% in starch content, 5.5~5.9% in total sugars, 38.9~46.6% in kernel moisture, and 62.7~64.2% in endosperm rate. Germination rate was extremely high when harvested on 39 days after pollination. The black layer of Chodangok 1 could not be used as an indicator for seed harvest. These results suggested that optimum harvest date seems to be 39 days, and kernel moisture and starch content could be used as indications of kernel maturity in deciding when to harvest for good seed quality in super sweet corn.

Keywords : super sweet corn, germination, harvesting date,

초당옥수수는 sugary(*su*) 인자형의 단옥수수에 비해 자당(sucrose)의 농도는 2배 이상이며(Laughnan, 1953) 총당함량도 2~3배 더 높고 풋옥수수로의 수확적기에 단옥수수에 비해 총

당함량은 증가하고 가용성 고형물(water soluble polysaccharides)과 전분은 감소하며(Creech, 1965; Wann *et al.*, 1971) 당에서 전분으로의 전환과 성숙에 따른 수분함량의 손실도 느끼기 때문에 수확 후 저장, 운송에 있어서 품질유지가 유리하다(Kientz *et al.*, 1965; Soberalske & Andrew, 1978). 초당옥수수가 당도가 높은 이유는 *sh2* 인자가 자당으로부터의 전분 합성에 관여하는 효소인 ADP-glucose pyrophosphorylase의 생산을 억제, 차단하여 전분합성을 방해하기 때문인 것으로 알려져 있다(Kientz *et al.*, 1965; Tsai & Nelson, 1966). 초당옥수수 종자는 이러한 고당도, 저전분 함량의 특성으로 인하여 매우 쭈글쭈글한 모양이고 종실중도 가벼울 뿐만 아니라 물리적, 기계적 손상을 받기 쉬워 발아와 초기생육이 단옥수수에 비해 매우 저조하며(Creech, 1965) 종실의 발육과정 중에 종실의 당함량이 높아서 병원균에 의한 감염도 용이한 단점도 있다(Berger & Wolf, 1974). 이러한 저조한 발아율과 초기생육의 단점을 극복하기 위한 연구가 계속되어 phyto-glycogen의 함량이 높으면서 당함량이 *sh2* 인자 옥수수에 버금가는 *su* 인자의 열성 변형유전자인 sugary enhancer(*se*)가 개발되었고(Gonzales *et al.*, 1976), 종실의 크기나 무게는 발아 및 수량에 아무런 영향을 주지 않으며(Hicks *et al.*, 1976; Hunter & Kannenberg, 1972), *sh2*인자를 가진 계통들과 이들의 교배조합에서 생산된 종자들을 크기와 모양에 의해 구분해서 발아시켰을 때 크고 둥근 종자들이 작고 납작한 종자보다 발아율이 높은 반면 종실의 무게는 발아율과 상관관계가 없다고 하였다(Andrew, 1982). 또한 초당옥수수의 파종전 수화처리(seed hydration)는 입모을을 향상시키고 종자를 물에 침종(seed soaking)시키는 것보다는 습윤처리(seed moisturizing)하는 것이 보다 효과적이며(Bennett & Waters, 1987), 초당옥수수 종자에 difolatan과 benomyl등의 살균제를 처리해 수량 및 품질저하 없이 입모을을 높일 수 있다고 보고하였다(Guzman *et al.*, 1983).

†Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6692 (E-mail) jung0tw@nccs.go.kr

<Received April 29, 2000>

이와 같이 초당옥수수의 발아율 향상에 대한 많은 연구가 있었지만 종자 수확시기 때의 각종 환경에 따른 발아율 저조 원인과 저장양분의 변화에 따른 발아율의 차이에 대한 연구는 미비한 실정이어서 여전히 종자생산과 입모율 확보에 많은 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에서는 초당옥수수의 등숙시기에 따른 종실의 형태적 특성 및 당, 전분, 단백질 등 발아와 관련된 저장양분의 변화를 조사하여 고품질의 종자생산을 위한 최적의 종자 수확시기를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 단교잡종인 초당옥1호를 공시하여 1994년 4월25일에 작물시험장 전작포장에 파종하였고 옥수수 표준재배법에 준하여 재배하였으며 옥수수 이삭의 수분이 동시에 이루어지도록 silk bag을 출사직전에 이삭에 씌워 두었다가 전 개체가 출사된 후에 동시에 인공교배 하였다.

수분 18일 후부터 7일 간격으로 각 수확기별로 6회 수확하여 종실중과 수분함량은 이삭의 세로로 종실을 채취하고 과피, 배유/종실의 생체중비율, 종실경도는 이삭의 중간부위에서 반복당 20립씩 3반복으로 채취하여 측정하였다. 종실경도의 측정에는 경도계(Kiya digital hardness tester)를 이용하였고 과피두께는 일정한 크기로 절편을 떼어낸 후 micrometer로 측정하였다(Kim *et al.* 1994). 수분함량과 건물중은 85°C dry oven에서 48시간 건조시켜 측정하였다. 유리당 함량은 진동분쇄기로 조제한 시료(100mesh)를 85°C에서 24시간 건조 후 0.5 g을 증류수 20배로 희석하고 여과하여 불순물을 제거하였다. 그 용액을 SEP-PAK으로 처리하여 단백질, 지질 등을 제거하고 membrane filter(Millex-HA, 0.45 µm, Waters Co.)로 2회 여과하여 추출하고 여과액 10 µl를 취해 HPLC(Waters Model 510)로 정량하였다. Column은 Sugar PAK™, detector는 RI detector를 사용하였다. Sugar PAK Column은 미세입자 수지가 칼슘 형태로 충전 되어 있으며 단당류와 다당류를 신속히 분리할 수 있는데 특히 전분과 같은 다당류가 가수분해되어 나오는 중간산물과 최종산물을 분석하는데 효과적이다.

전분함량은 진동분쇄한 2.5 g 시료에 10 ml 증류수를 가한 뒤 5000 rpm으로 40분간 원심분리 후 상등액의 유리당을 제거하고 증류수 25 ml을 넣어 1시간 동안 121°C, 1기압 autoclave에서 호화시킨다. 그리고 amyloglucosidase를 넣어 1시간 동안 수조(water bath)에서 일정하게 흔들며 주면서 24시간동안 가수분해 시킨 뒤 시료를 여과하여 Megazyme사의 Glucose test kit를 사용하여 발색시키고 Spectrophotometer 510 nm에서 정량하였다.

단백질 함량은 Micro-kjeldahl법에 의해 전질소 함량을 분석하고 단백질계수 6.25를 곱하여 건물중에 대한 비율로 나타냈다. 발아시험과 유효 길이측정은 유리온실(20±5°C)에서 플라스틱 포트에 vermiculite를 담아 100립씩 4반복으로 파종하여 파종

후 12일째 발아율과 유효길이를 측정하였다. 발아와 종실특성 들간의 상관관계는 수확시기별로 6회 채취된 시료를 특성별로 조사하여 각각의 반복별 관측치 평균을 이용하여 SAS로 통계 처리 하였다.

결과 및 고찰

등숙시기에 따른 종실의 발달

초당옥수수의 등숙시기에 따른 종실특성의 변화는 Table 1에 나타난 바와 같은데 종실의 생체중은 수분후 25일까지는 증가하였으나 그 이후에는 급격히 감소하며 수분후 25일과 32일 사이에 그 감소의 폭이 컸다. 건물중도 수분후 25일까지는 증가하다가 이후에는 변화가 거의 없는데 이것은 Table 4에서 보는 바와 같이 건물중은 전분함량과 정의 상관을 나타내 수분후 25일경에 이르면 종실내의 저장양분의 축적이 거의 완료 되었음을 알 수 있었다. 생체중은 종실에서의 배유비율, 총당 함량과는 정의 상관을 보이고 종실경도, 단백질 함량과는 부의 상관을 나타냈다.

종실내의 수분함량은 수분후 18일(75.6%)부터 53일(29.0%)

Table 1. Changes of grain characteristics in Chodangok 1 according to the days after pollination.

DAP [†]	100-kernel wt. (g)		Moisture content (%)	Endosperm/kernel (%)	Kernel hardness (kgf)	Pericarp thickness (µm)
	Fresh wt.	Dry wt.				
18	27.3 b [‡]	6.7 d	75.6 a	96.0 a	1.3 d	67.8 a
25	35.3 a	10.5 a	70.4 a	91.7 a	2.1 cd	62.1 ab
32	25.8 b	10.5 a	59.1 b	80.6 c	2.5 c	42.9 c
39	19.0 c	10.2 ab	46.6 c	64.2 e	5.4 b	57.6 b
46	14.7 d	8.8 c	38.9 d	62.7 e	6.7 a	44.7 c
53	13.4 d	9.5 bc	29.0 e	69.0 d	6.9 a	36.2 c

[†]DAP : Days after pollination

[‡]In a column, means followed by same letter are not significantly different by DMRT at 5% level.

Table 2. Changes of storage nutrients in Chodangok 1 according to the days after pollination.

DAP [†]	Total Sugars [‡] Sucrose Glucose Fructose Starch Protein					
	(% in dry wt.)					
18	32.5 a	24.9 a [§]	1.5 a	6.2 b	16.3 b	19.1 b
25	20.9 b	13.8 b	1.4 a	5.6 b	23.2 a	16.4 b
32	19.2 b	8.6 c	1.1 a	9.4 a	25.5 a	20.7 a
39	5.5 c	2.7 d	0 a	2.9 c	24.2 a	21.0 c
46	5.9 c	4.0 d	0.3 a	1.6 d	23.7 a	20.0 d
53	6.6 c	4.3 d	0 a	2.2 cd	23.1 a	20.7 cd

[†]DAP : Days after pollination

[‡]Total sugars : Sucrose+Glucose+ Fructose

[§]In a column, means followed by same letter are not significantly different by DMRT at 5% level.

Table 3. Germination percentages and seedling height according to harvesting dates.

	Days after pollination				
	18	25	32	39	46
Germination(%)	0.4 d [†]	40.0 c	28.0 c	94.7 a	72.0 b
Seedling height (cm) [‡]	0.5 d	8.2 bc	7.2 c	9.1 ab	9.8 a

[†] In a column, means followed by same letter are not significantly different by DMRT at 5% level.

[‡] 12 days after sowing

까지 직선적으로 감소하고 25일 이후부터 감소의 폭이 컸음을 알 수 있었다. 수분함량은 발아율뿐만 아니라 유묘의 길이, 종실경도 및 전분함량과도 부의 상관을 보였는데(Table 4) 저온 발아성은 종실의 수분함량과 부의 상관, 뿌리, 유묘의 길이와는 정의 상관을 보인다고 한 것과 일치하는 경향이였다(Churchill & Andrew, 1984).

종실에서 배유가 차지하고 있는 비율은 수분후 25일에서 39일까지 급격히 감소하였고 그 이후에는 변화가 적었다. 초당 옥수수 종자 활력이 저조한 근본적인 원인은 종실의 배유가 작기 때문이라고 하였으나(Wann, 1980) 본 실험의 결과로서 고찰해 볼 때 Table 1과 같이 초당옥수수의 배유는 성숙할수록 작아지며 종실에서 배유가 차지하고 있는 비율은 전분함량 및 발아율과 부의 상관을 보이고 있어(Table 4) 배유가 작아서 종자활력이 저조한 것이 아니라 숙기가 진행될수록 배유의 비율이 상대적으로 감소되는 것이며 배유의 전분함량도 상대적으로 적기 때문에 발아율이 저조한 것으로 사료된다.

종실경도는 수분후 46일까지 계속 증가하였고 수분후 32일에서 39일까지의 증가의 폭이 컸으며 종실경도는 총당함량($r = -0.93^{**}$)과는 고도로 유의한 부의 상관관계를 나타냈지만 발아율($r = 0.83^{**}$)과는 고도로 유의한 정의 상관관계를 보였다.

과피의 두께는 수분후 18일부터 감소추세를 보이며 생육후기로 갈수록 점차 얇아진다고 한 것과는 일치하지만(Purdy &

Crane, 1967), 미성숙한 종자보다 성숙한 종자의 과피가 더 두껍다는 결과와는 상반되는 경향이였다(Styer & Cantliffe, 1983).

등숙시기에 따른 저장양분의 변화

Table 2는 등숙시기에 따른 저장양분의 변화를 나타낸 것으로 종실의 총당함량은 수분후 39일까지는 급격하게 감소하고 이후에는 변화가 미미하였으며 당류별 변화를 살펴볼 때 단맛을 좌우하는 자당의 변화가 가장 민감하여 숙기가 진행됨에 따라 그 변화의 폭이 가장 컸으며 과당은 수분후 32일에는 약간 증가하였으나 생육후기로 갈수록 감소하는 경향이었고 포도당도 적은 양이지만 계속적으로 감소하였다.

종실에 있어서 전분의 함량은 수분후 32일까지는 증가하다가 그 이후 부터 완만하게 감소하는 경향을 보였는데 특히 수분후 18일부터 25일 사이에 전분의 축적이 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 본 시험에서 전분함량은 최저 17.6%, 최고 25.5%로 평균 19.5%라는 보고와 비슷한 경향이였다(Soberalske & Andrew, 1980). 전분함량과 발아율과는 정의 상관을 가지고 전분함량이 최소한 20%이상에서 어느 정도 발아가 가능함을 알 수 있었다(Table 2, Table 3). 종실의 전분함량과 총당함량과는 부의 상관($r = -0.63^{**}$)을 보인 반면에 발아율 및 유묘의 길이와는 각각 $r = 0.60^{**}$, $r = 0.70^{**}$ 으로 정의 상관을 보였다. 전분함량은 수분후 32일에 최고치를 나타낸 이후에 변화가 미미하였으나 총당의 함량은 수분후 32일 이후 감소하는 경향으로 나타났는데 이것은 동화물질의 산물인 당이 전분으로 전환되는 시기가 수분후 32일이후에 급격히 이루어지기 때문인 것으로 사료되었다. 단백질 함량은 수분후 18일부터 53일까지의 최소량(16.4%)과 최대량(20.7%)의 차이가 약 4%정도로 미미하였고 종실의 생체중만이 단백질과 부의 상관을 나타냈으므로 단백질은 초당옥수수의 발아에 절대적인 영향을 미치지 못하는 것으로 사료된다(Table 4). 또한 수분후 32일 이후에는 단백질 함량의 변화가 미미하였음을 볼 때 배유에 있어서 세포분열은 수분후 28일 이내에 DNA함량이 최고치에

Table 4. Correlation coefficients among investigated characteristics of Chodangok 1.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Fresh wt.	0.253	0.871**	0.857**	-0.833*	0.490	-0.183	-0.648*	0.671*	-0.548	-0.281
2. Dry wt.		-0.193	-0.243	0.132	-0.426	0.808**	-0.142	-0.425	0.405	0.523
3. Moisture content			0.970**	-0.943**	0.672*	-0.561*	-0.470	0.907**	-0.783**	-0.596*
4. Endoserm/Kernel				-0.954**	0.635*	-0.568*	-0.464	0.931**	-0.846**	-0.581*
5. Kernel hardness					-0.544	0.439	0.319	-0.930**	0.833**	0.553*
6. Pericarp thickness						-0.612*	-0.421	0.634*	-0.429	-0.301
7. Starch							0.169	-0.633*	0.602*	0.701**
8. Protein								-0.290	0.183	-0.077
9. Total sugars									-0.893**	-0.557*
10. Germination										0.657*
11. Seedling height										-

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

달하게 되며 세포분열도 완성되고 단백질 합성도 이루어진다 는 보고와 비슷한 경향이었다(Ingle *et al.*, 1965).

발아 및 초기생육의 변화

Table 3은 등숙시기에 따른 초당옥1호의 발아율의 변화를 나타낸 것인데 수분후 18일에는 거의 발아가 되지 않았고 수분후 25일과 32일에는 각각 40.0%, 28.0%의 발아율을 보였으며 수분후 39일에 가장 높은 94.7%의 발아율을 보이다가 그 이후 46일경에는 72.0%로 감소하였다. 이것은 수분후 39일 이후에도 급격한 감소를 보이는 종실내 수분함량의 변화와는 달리 당, 전분, 단백질등의 변화는 미미하므로 어느 정도의 자체 저장양분이 확보된 후에 발아에 큰 영향을 미치는 것은 종실내의 수분함량인 것으로 사료된다. 본 실험에서 발아율이 94.7%인 수분후 39일에 수확된 종자의 수분함량이 46.6%로 나타났는데 수분함량이 약 50%일 때는 98% 정도의 높은 발아율을 보였다고 한 보고와 일치하는 경향이었다(Churchill & Andrew, 1984). 이로써 수분함량이 초당옥수수의 발아에 미치는 영향이 매우 크다는 것을 확인할 수 있었고 수분후 28일 이후에는 어느 정도 발아가 가능함을 알 수 있었다. 유묘의 길이는 수분후 18일에는 거의 발아가 되지 않아 측정이 불가능하였고 수분후 25일과 32일을 비교해 보면 발아율도 각각 40.0%, 28.0%로 수분후 32일이 저조하고 유묘의 길이도 작게 나타났지만 발아율과 유묘의 길이에 있어서 수분후 25일과 32일은 통계적인 유의성은 없었다. 수분후 39일도 46일과 비교해 보면 수분후 39일의 발아율이 94.7%로 72.0%인 46일보다 높았으나 유묘의 길이는 차이가 없었다. 따라서 일반옥수수의 경우 수분후 약 45일경에 수확하는 것에 비해 초당옥수수는 조금 빠른 39일경에 수확하는 것이 유리하다고 사료된다. 그리고 Table 4에서와 같이 유묘의 길이는 종실내 수분함량, 종실에 있어서 배유가 차지하는 비율 및 총당함량등과 부의 상관관을 보였으며 종실내의 전분함량과는 고도로 유의한 상관관을 보여 전분함량이 초당옥수수의 초기생육에도 많은 영향이 있다고 사료되었다.

발아와 종실특성간의 상관관계

초당옥수수의 발아율과 각 종실특성과의 관계는 Table 4에 나타난 바와 같이 종실내 수분함량, 종실에 있어서 배유가 차지하는 비율, 총당함량 등과는 고도로 유의한 부의 상관관을 보였고 전분함량과는 정의 상관관을 보였다. 따라서 본 실험의 결과로 볼 때 초당옥수수의 발아율은 종실내 수분함량, 배유의 크기, 저장양분의 함량 등과 밀접한 관계를 맺고 있는 것으로 사료된다.

양질의 초당옥수수 F₁ 종자생산을 위하여 수확적기를 판단하는 것은 출사후 또는 수분후 일수로 규정하기에는 문제점이 있는데 파종시기가 다르면 일장효과에 따른 숙기의 차이가 발생하고 지역적, 환경적 요인들이 작용할 뿐만 아니라 계통간,

품종간의 숙기차이도 있을 수 있기 때문에 단정적으로 규정하기는 곤란하다. 다만 수분후 일정시기가 되면 종실특성의 변화를 대략 예상할 수 있기 때문에 종자생산을 위한 초당옥수수의 수확적기를 판단하기 위하여 발아와 상관관계가 높은 종실특성들의 변화를 조사하여 발아율과 비교해 보는 방법이 바람직한 것으로 사료된다. 특히 종실의 수분함량과 발아율과는 고도로 유의한 부의 상관관을 보이고 측정도 간편하므로 수분함량의 측정은 수확적기를 판단하는 좋은 방법으로 사료된다. 본 실험에서는 초당옥1호의 경우에 수분후 39~46일경에 발아율 70% 이상, 이때의 수분함량은 38.9~46.6%, 종실에서 차지하고 있는 배유의 크기는 62.7~64.2%, 총당함량 5.5~5.9%, 전분함량은 23.7~24.2%였다. 따라서 초당옥수수는 일반옥수수와는 달리 수분후 39일 정도면 종자용으로서 수확이 가능하며 일반옥수수와 같이 수분후 45일이 지나서 수확하게 되면 종실내 배유비율과 저장양분의 감소로 인해 발아율이 낮아지기 때문에 일주일정도 빨리 수확하는 것이 초당옥수수의 발아율 향상에 유리한 것으로 사료되었다. 종실특성은 초당옥수수 품종간 차이가 있을 수 있으므로 앞으로 여러 품종을 공시하여 품종간의 차이를 비교하고 적절한 수확시기를 찾아내는 것이 필요하다.

흑색층 형성시기와 발아와의 관계

옥수수는 생리적 성숙기에 도달되면 배 뒷부분에 흑색층

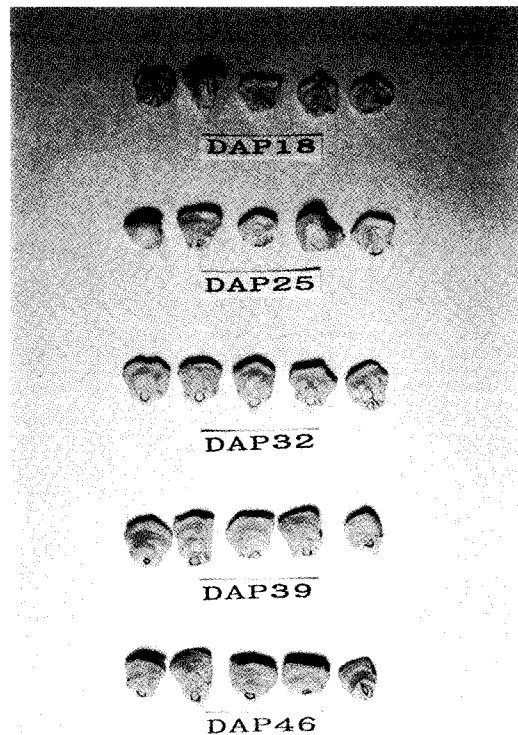


Fig.1. Development of black layer in Chodangok 1

(black layer)이 생기게 되는데 이것은 광합성 동화물질이 종실로의 이동과 수분의 공급을 차단하는 역할을 한다(Daynard & Duncan, 1969). 청예용옥수수의 경우 흑색층 형성시기를 기준으로 수확시기를 결정하는 것이 일반적이지만 초당옥수수는 Fig. 1과 같이 수분후 32일부터 흑색층이 형성되기 시작하여 수분후 46일경에는 흑색층 형성이 거의 완료되는 것으로 나타났는데 이것은 발아율이 가장 높은 수분후 39일 전에 흑색층 형성이 이미 시작되었고 수분후 46일경에는 완료된 것으로 나타나 발아율이 높은 고품질의 초당옥수수 종자를 생산하기 위한 수확시기를 결정하기에는 부정확한 기준으로 사료되었다.

적 요

초당옥수수의 등숙시기에 따른 종실의 형태적 특성 및 당, 전분, 단백질함량 등 종실 저장양분의 변화를 조사하고 이들이 발아에 미치는 영향들을 분석하여 양질의 종자생산을 위한 적절한 종자 수확시기를 구명하여 초당옥수수의 가장 큰 문제점인 저조한 발아율을 향상시키고 양질의 F₁ 종자를 생산하기 위한 기초자료로 활용하고자 초당옥1호를 공시재료로 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 종실의 생체중과 건물중은 수분후 25일까지 증가하다가 그 이후에는 감소하거나 변화가 없는 것으로 나타났고 전분함량은 수분후 25일까지 급격히 증가하며 건물중은 전분함량과 정의 상관관계를 보이므로 수분후 25일경에는 저장양분의 축적이 거의 완료되는 것으로 사료되었다.
2. 종실의 수분함량과 종실에서 배유가 차지하고 있는 비율은 수분후 25일부터 급격한 감소추세이고 수분함량은 종실경도, 전분함량, 발아율과 부의 상관관계를 보였다.
3. 종실의 총당함량은 수분후 39일까지 급격하게 감소하였고 그 이후에는 변화가 없었으며 단백질 함량은 생육후기로 갈수록 증가하는 경향이지만 변화의 정도가 미미하여 발아에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 사료되었다.
4. 유묘의 길이는 종실경도, 전분함량 및 발아율과 정의 상관관계를 보였고 종실의 수분함량, 배유비율 및 총당함량 등과는 부의 상관관계를 보였다.
5. 초당옥수수의 흑색층은 종자 수확시기를 판단하는 기준으로는 부정확한 것으로 사료되었다.
6. 수분후 39~46일에 수확된 종실은 70% 이상의 발아율을 나타냈다. 특히 수분후 39일경에 발아율이 94.7%로 가장 높게 나타났는데 이때의 종실의 수분함량은 46.6%, 종실에서의 배유비율은 64.2%, 총당함량은 5.9%이고 전분함량은 24.2%였던 것으로 볼 때 양질의 종자를 생산하기 위해서는 조숙종의 경우 종실의 수분함량 등을 고려하며 수분후 39일경에 종자수확을 하는 것이 적절한 것으로 사료된다.

인용문헌

- Andrew, R. H. 1982. Factors influencing early seedling vigor of shrunken-2 maize. *Crop Sci.* 22:263-266.
- Bennett, M. A., and Jr. Luther Waters. 1987. Germination and emergence of high sugar sweet corn is improved by presowing hydration of seed. *Hortscience.* 22(2):236-237.
- Berger, R. D., and E. A. Wolf. 1974. Control of seed borne and soil borne mycoses of 'Florida sweet' corn by seed treatment. *Plant Dis. Pptr.* 58 :922-923.
- Churchill, G. A., and R. H. Andrew. 1984. Effect of two maize endosperm mutant on kernel maturity, carbohydrates, and germination. *Crop Sci.* 24:76-81.
- Creech, R. G. 1965. Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm. *Genetics* 52:1175-1186.
- Daynard, T. B., and W. G. Duncan. 1969. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Sci.* 9:473-476.
- Gonzales, J. W., A. M. Rhodes, and D. B. Dickinson. 1976. Carbohydrate and enzymic characterization of a high sucrose sugary inbred line of sweet corn. *Plant Physiol.* 58:28-32.
- Guzman, V. L., E. A. Wolf, and F. G. Martin. 1983. Effect of compensated rate seedling and seed protectants on yield and quality of a shrunken-2 sweet corn hybrid. *Hortscience.* 18(3):338-340.
- Hicks, D. R., R. H. Peterson, W. C. Lueschen, and J. H. Ford. 1976. Seed grade effect on corn performance, *Agron. J.* 68:819-820.
- Hunter, R. B., and L. W. Kannenberg. 1972. Effect of seed size on emergence, grain yield, and plant height in corn. *Can. J. Plant Sci.* 52:252-256.
- Ingle, J., D. Beitz, and R. H. Hageman. 1965. Changes in composition during development and maturation of maize seeds. *Plant Physiol.* 835-839.
- Kientz, J. F., J. K. Greig, and H. L. Mitchell. 1965. Sugar components of sweet corn cultivars as influenced by maturity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87:313-317.
- Kim, S. L., S. U. Park, S. W. Cha, J. H. Seo, and T. W. Jung. 1994. Changes of major quality characters during grain filling in waxy corn and super sweet corn. *Korean J. Crop Sci.* 39(1):73-78
- Laughnan, J. R. 1953 The effect of the sh2 factor on carbohydrate reserves in the mature endosperm of maize. *Genetics* 38 : 485-499.
- Purdy, J. L., and P. L. Crane. 1967. Influence of pericarp on differential drying rate in mature corn. *Crop Sci.* 7:379-381.
- Soberalske, R. M., and R. H. Andrew. 1978. Gene effects on kernel moisture and sugars of near-isogenic lines of sweet corn. *Crop Sci.* 18:743-746.
- Soberalske, R. M., and R. H. Andrew. 1980. Gene effects on water soluble polysaccharides and starch of near-isogenic lines of sweet corn. *Crop Sci.* 20:201-204.
- Styer, R. C., and D. J. Cantliffe. 1983. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(5):721-728.
- Tsai, C. Y., and O. E. Nelson. 1966. Starch deficient maize mutant lacking adenosine diphosphate glucose pyrophosphorylase activity. *Science.* 151:341-343.
- Wann, E. V., G. B. Brown, and W. A. Hills. 1971. Genetic modifications of sweet corn quality. *J. Amer. Hort. Sci.* 96(4):441-444.
- Wann, E. V. 1980. Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(1):31-34.