

## 찰옥수수 육묘일수와 플러그셀 크기가 묘의 생육에 미치는 영향

김성국\*<sup>†</sup> · 정태욱\*\* · 이유영\* · 송득영\* · 유홍섭\* · 이춘우\* · 김이기\* · 곽창길\* · 정승근\*\*\*

\*국립식량과학원, \*\*농촌진흥청, \*\*\*충북대학교

## Effect of Nursery stage and Plug Cell Size on Seedling Growth of Waxy Corn

Sung Kook Kim\*<sup>†</sup>, Tae Wook Jung\*\*, Yu Yong Lee\*, Duk Yong Song\*, Hong Seob Yu\*, Choon Woo Lee\*,  
Yee Gi Kim\*, Chang Gil Kwak\*, and Seung Keun Jong\*\*\*

\*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

\*\*Research and development Bureau, RDA, Suwon 441-707, Korea

\*\*\*Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

**ABSTRACT** To investigate the effects of seeding date, nursery days and plug cell size on seedling growth and quality of waxy corn. This study was carried out in the field of the National Institute of Crop Science in 2007. Varieties used were two waxy corn hybrids cvs. Chalok# 1 and Chalok# 4. The plant height, number of leaves and dry weight of waxy corn seedlings were significantly affected by seeding dates and plug cell size, while no differences between varieties. The growth of seedlings was faster in March 14 seeding than in May 8 and July 4 seedlings. Based on plant height, March 14 seeding, May 8 seeding and July 3 seeding reached suitable size for transplanting after 30 days (21.6cm), 15 days (25.5~26.9cm) and 10 days (21.6~24.0cm) in the nursery, respectively. Seedlings of March 14 seedling and May 8 and July 3 seeding reached suitable number of leaves i.e. 2~3 leaves, 15~20 days after seeding on March 14 and 10 days after seeding on May 8 and July 3. Dry weights of 30 days seedling for March 14 seeding, 20 days seedling for May 8 seeding and 15 days seedling for July 3 seeding were 0.43g, 0.57~0.67g and 0.53g, respectively, and the dry weight of seedlings increased by 2~3 folds at the later nursery days. The suitable nursery days of waxy corn were 20 days on March 14 seeding and 10~15 days on May 8 or July 3 seeding.

**Keywords** : Seedling growth, Nursery day, Plug cell size, Waxy corn

단옥수수가 1980년대에 확대 보급되면서 남부지역의 하우스 조기재배는 수익성이 높고, 후작으로 벼를 재배하거나 다른 원예작물을 재배할 수 있어 작부체계면에서도 매우 유리하기 때문에 비닐하우스 극조기 이식재배와 비닐터널이식재배법이 개발 보급되었다. 전국적으로 관광지를 중심으로 찰옥수수 재배지역이 늘어나면서 많은 농가에서 이식재배를 하고 있다. 소 등(2005)은 무주의 찰옥수수 재배 실태 조사에서 육묘이식재배가 81.8%이고, 직파재배가 18.2%로 대부분의 농가에서 육묘이식재배를 하고 있는데, 그 이유는 직파재배는 숙기가 고르지 않고, 상품성이 떨어지기 때문이라고 하였다. 최 등(1991)은 옥수수 육묘기간 중에 묘장은 온도가 높을수록 묘장이 크다고 하였는데 출현후 10일의 묘장은 15℃에서는 약 5cm이었지만, 30℃에서는 26cm였으며, 묘가 너무 크게 자란 것을 이식하면 활착하는데 많은 시일이 걸리고, 생육이 불량하며, 옥수수의 이삭이 작아진다고 하였다.

플러그 육묘는 묘의 균일도가 높고, 작기조절이 용이하며, 묘의 생장 정도가 빠르고, 종자소모가 적다. 또한 공간 이용 효율이 높으며, 정식이 용이한 장점이 있다(Calson 등, 1992). 공정 육묘기술에 있어 이식적기의 규격묘를 생산하는 것은 필수적인 기술이다. 일반적으로 이식적기의 규격묘는 묘가 노화되지 않고 근권이 잘 발달하여 이식 후 활착이 양호하며, 생육 및 개화가 잘되는 묘이다. 부추(김 등, 2001), 고추(신 등, 2000), 착색단고추(이 등, 2001), 감자(이 등, 2000) 등에서 육묘일수와 플러그셀 크기에 따른 묘소질에 대한 연구가 이루어 졌다. 그러나 최근에 찰옥수수 재배에 플러그 육묘법을 일부 도입하고 있으나 아직까지 체

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6814  
(E-mail) kim0sk@korea.kr <Received October 6, 2009>

계적인 연구가 이루어 지지 않아 플러그 육묘법을 활용한 찰옥수수의 조기재배기술 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 생육기간이 다른 찰옥수수 교잡종에 대한 플러그 육묘법을 구명하여 찰옥수수의 육묘이식재배기술 확립에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 시험은 2007년 국립식량과학원 시험포장의 PE필름하우스내에서 조생종 찰옥 1호와 만생종 찰옥 4호를 이용하여 수행하였다. 파종은 3월 14일, 5월 8일 및 7월 3일 3회에 걸쳐 플러그 트레이(서울바이오) 32(125 ml), 50(72 ml), 72(43 ml) 및 128공(25 ml) 플러그 셀에 1립씩 파종하여 30일간 육묘하였다. 육묘용 상토는 원예용상토(바로커, 서울바이오)를 사용하였으며, 상토의 수분함량은 묘의 생육에 알맞은 적습상태로 유지하였다. 시험은 파종기별로 완전임의배치법 3반복으로 수행하였다.

묘의 생육조사는 파종 후 10일부터 30일까지 5일 간격으로 묘장, 엽수, 엽색도, 엽면적 및 건물중을 각 시험구별로 10주씩 임의로 채취하여 조사하였다. 조사방법은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석기준(농진청, 2003)에 준하였다. 건물중은 시험구당 10개체씩 부위별로 구분하여 80°C로 조절된 건조기(VS-1202D4N, Vision과학)에서 72시간 건조하여 칭량하였다. 엽색도는 완전히 전개된 최상위 잎을 SPAD meter(SPAD-501, Minolta, Japan)로 측정하였다.

통계처리는 SAS(Statistical Analysis System, V. 9.1, USA) 통계프로그램을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 생육형질

생육형질에 대한 분산분석 결과는 표 1과 같다. 파종기와 플러그셀 크기 간에는 묘장, 간경, 엽수, 엽장, 엽색도 및 건물중 모두 유의성을 보였다. 품종 간에는 유의한 차이가 인정되지 않았고 요인간의 상호작용은 없는 것으로 나타났다. 그러나 엽면적은 파종기, 플러그셀 크기 및 품종간에도 유의성을 보였다.

### 묘 장

찰옥수수의 묘장은 찰옥1호와 찰옥4호 모두 3월 14일 파종에 비하여 5월 8일과 7월 3일 파종에서, 그리고 육묘일수가 길어질수록 컸다(그림 1). 파종기에 따라서는 3월 14일 파종에서는 육묘 30일 후, 5월 8일 파종에서는 육묘 15일 후, 그리고 7월 3일 파종에서는 육묘 10일 후에 26.9 cm로 묘장이 비슷하였으나 5월 8일 파종과 7월 3일 파종에서 육묘 30일의 묘장이 55.0~67.1 cm로 과도하게 웃자랐다. 묘장은 3월 14일 파종에서는 플러그셀 크기에 영향을 받지 않았지만 5월 8일과 7월 3일 파종에서는 육묘기간이 15일 이상이 되면 플러그셀의 크기가 작을수록 묘장이 짧아지는 경향이 있었다.

이러한 결과는 최 등(1991)의 옥수수의 묘장은 고온이 될수록 크다는 보고와 같은 경향이 있었다. 묘가 너무 크게 자란 것을 이식하면 활착이 늦고 생육이 불량하기 때문에 묘장이 10~20 cm 정도로 자란 시기인 3월 14일 파종은 15~20일 묘, 5월 8일 파종은 10~15일 묘, 그리고 7월 3일 파종은

**Table 1.** Mean squares from analysis of variance of the growth characters of waxy corn seeded on three seeding dates.

Source of variation	df	Mean squares				
		Plant height	No. of leaves	Total dry weight	Leaf area	SPAD
Seeding date (S)	2	23,692.9**	135.2**	5.19**	100,078.6**	1,308.9**
Rep./seeding date	6	1.1	0.0	0.00	12.9	2.1
Cultivar (C)	1	42.5	0.1	0.06	9,176.8*	80.1
Plug cell size (P)	3	2,111.2**	7.8**	3.50**	88,088.8**	86.1*
S x C	2	48.9	0.2	0.06	1,058.8	4.1
S x P	6	250.3	1.5	0.58	9,880.5	8.9
C x P	3	10.9	0.0	0.01	592.1	11.7
S x C x P	6	29.1	0.0	0.01	215.0	7.8
Error	42	195.4	1.7	0.17	2,231.1	24.3
Total	72					

\*, \*\* : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

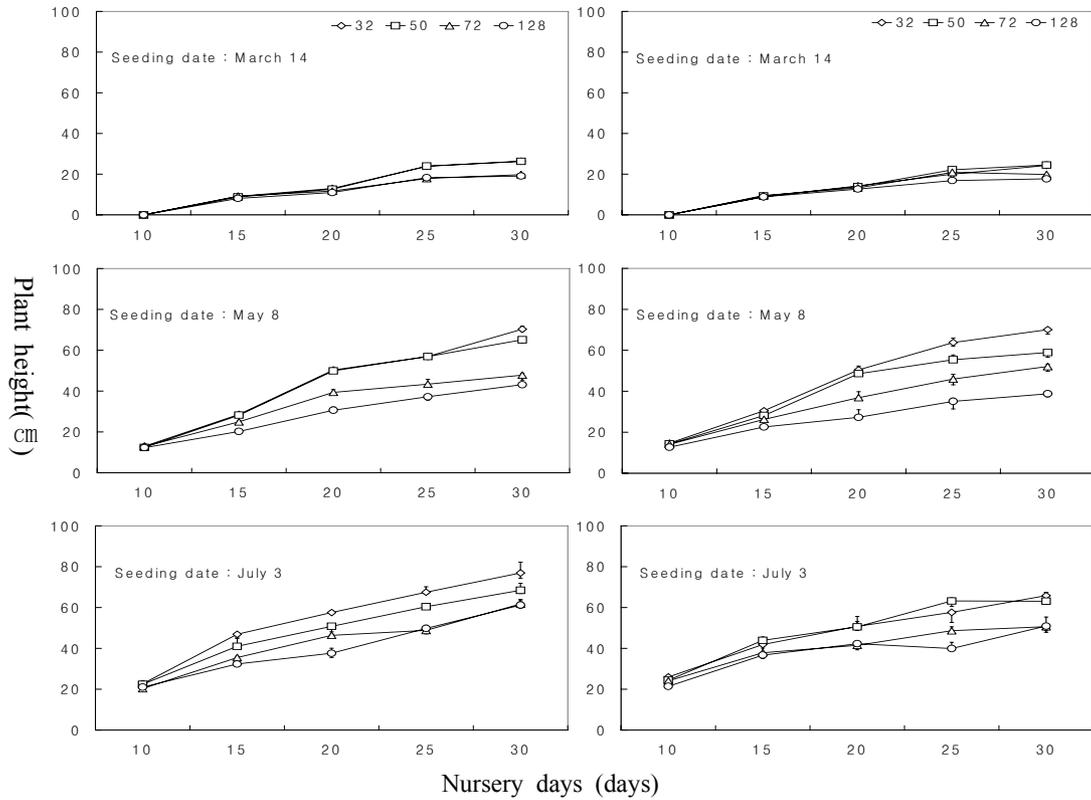


Fig. 1. Temporal change in plant height(cm) of Chalok# 1 (left) and Chalok# 4 (right) as affected by seeding date, plug cell size and nursery days. (Vertical bars in the graphs indicate standard error.)

10일 묘가 이식에 적합한 충실한 묘로 판단되었다.

**엽 수**

엽수는 7월 3일, 5월 8일 그리고 3월 14일 파종의 순으로 많았으며, 찰옥 1호가 찰옥 4호 보다 많았고, 플러그셀 크기가 클수록 많았다(그림 2).

찰옥수수를 3월 14일에 파종하였을 때는 품종에 관계없이 파종 후 15~20일에 2~3매의 엽이 완전히 전개되었으나, 5월 8일과 7월 3일 파종에서는 파종 후 10일에 2~3매의 엽이 완전히 전개되었다. 한편, 3월 14일 파종에서는 플러그셀 크기에 따른 엽수의 차이가 없었으나, 5월 8일과 7월 3일 파종에서는 플러그셀 크기가 클수록 엽수가 증가하는 경향이었는데 육묘일수가 길어질수록 그 차이가 더 컸다. 육묘 30일 후의 엽수는 3월 14일 파종에서 4.2매인데 비하여 5월 8일 파종에서는 5.7~5.9매, 그리고 7월 3일 파종에서는 7.5~7.7매로 각각 1.5~1.7매 및 3.3~3.5매가 더 많았다. 이러한 결과는 벼의 출엽수는 육묘일수가 진전됨에 따라 증가하고 그 증가정도는 저온일수록 적었다는 양(1991)의 보고와 같은 경향이였다. 찰옥수수 묘의 이식에 적합한 엽수는 2~4매이므로 3월 18일 파종에서는 15~20

일 묘, 5월 8일 파종에서는 15일 묘, 그리고 7월 3일 파종에서는 10일 묘가 이식에 적합한 것으로 판단되었다.

**개체당 엽면적**

개체당 엽면적은 찰옥 1호와 찰옥 4호 모두 3월 14일 파종에 비하여 5월 8일과 7월 3일 파종에서 컸다(그림 3). 육묘일수가 길어질수록 3월 14일 파종에서는 개체당 엽면적이 완만하게 증가하였으나, 5월 8일 파종에서는 육묘 15일 이후에 급격히 증가하였다. 즉, 30일 묘의 엽면적은 3월 14일 파종의 41~44 cm<sup>2</sup>에서 5월 8일 파종과 7월 3일 파종에서 각각 140~162 cm<sup>2</sup> 및 90~125 cm<sup>2</sup>로 파종기가 늦어질수록 엽면적이 2~3배 증가하였다. 찰옥 4호는 찰옥 1호에 비하여 개체당 엽면적이 많은 경향을 보였다.

한편, 플러그셀 크기도 엽면적에 영향을 주어 플러그셀의 크기가 클수록, 즉 플러그의 수가 작을수록 개체당 엽면적이 증가하였는데, 그 정도는 육묘일수가 길어질수록 컸다.

**엽색도**

엽색도는 파종기, 품종, 플러그셀 크기 간에 모두 유의적인 차이를 보였으며, 특히 파종기에 따라서 차이가 컸다. 파

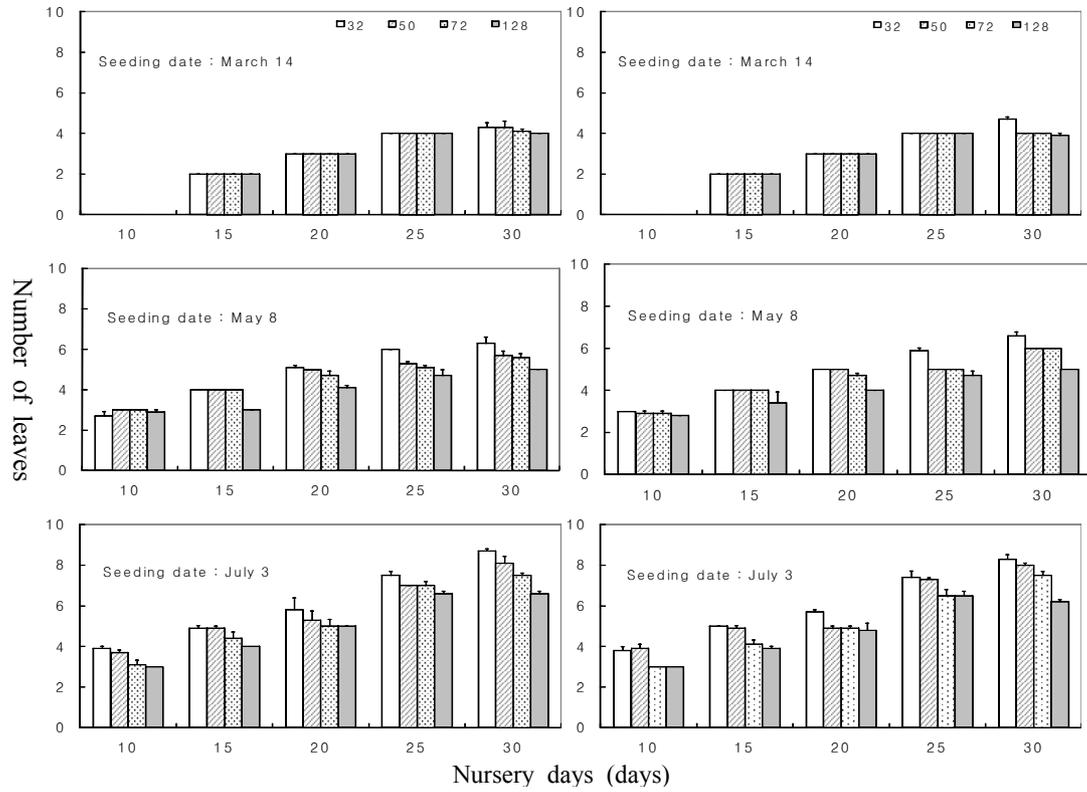


Fig. 2. Number of leaves(No.) in Chalok# 1 (left) and Chalok# 4 (right) as affected by seeding date, plug cell size and nursery days. (Vertical bars in the graphs indicate standard error.)

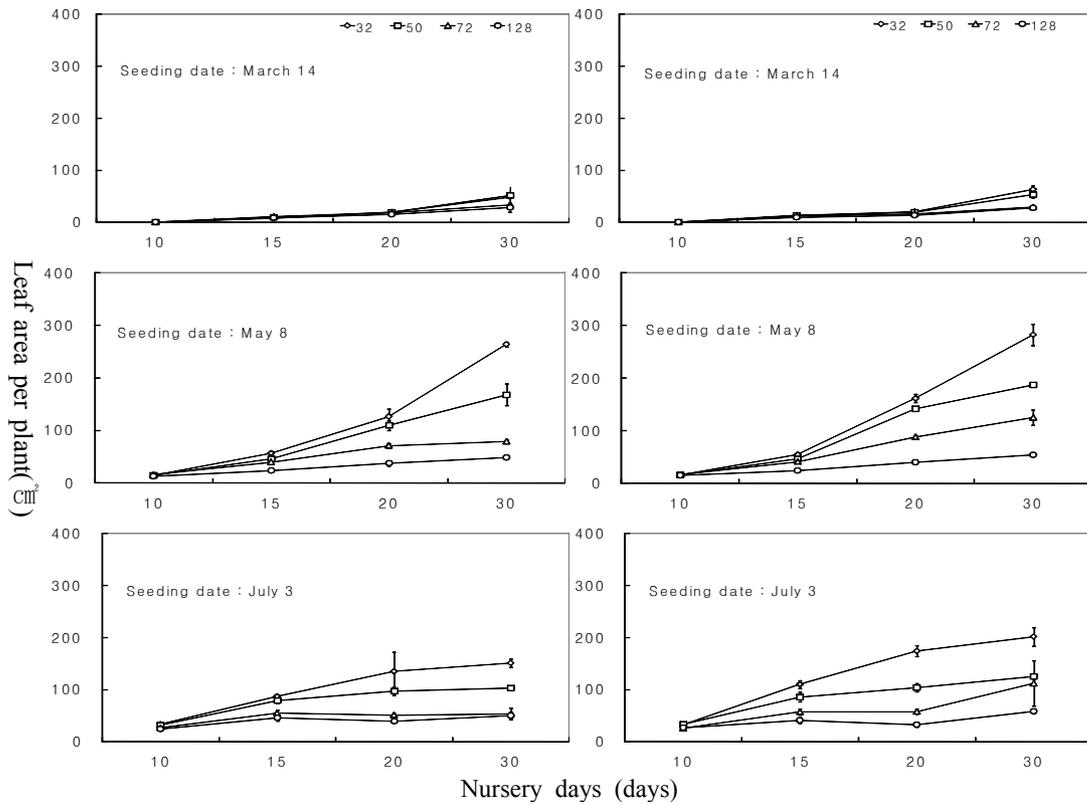
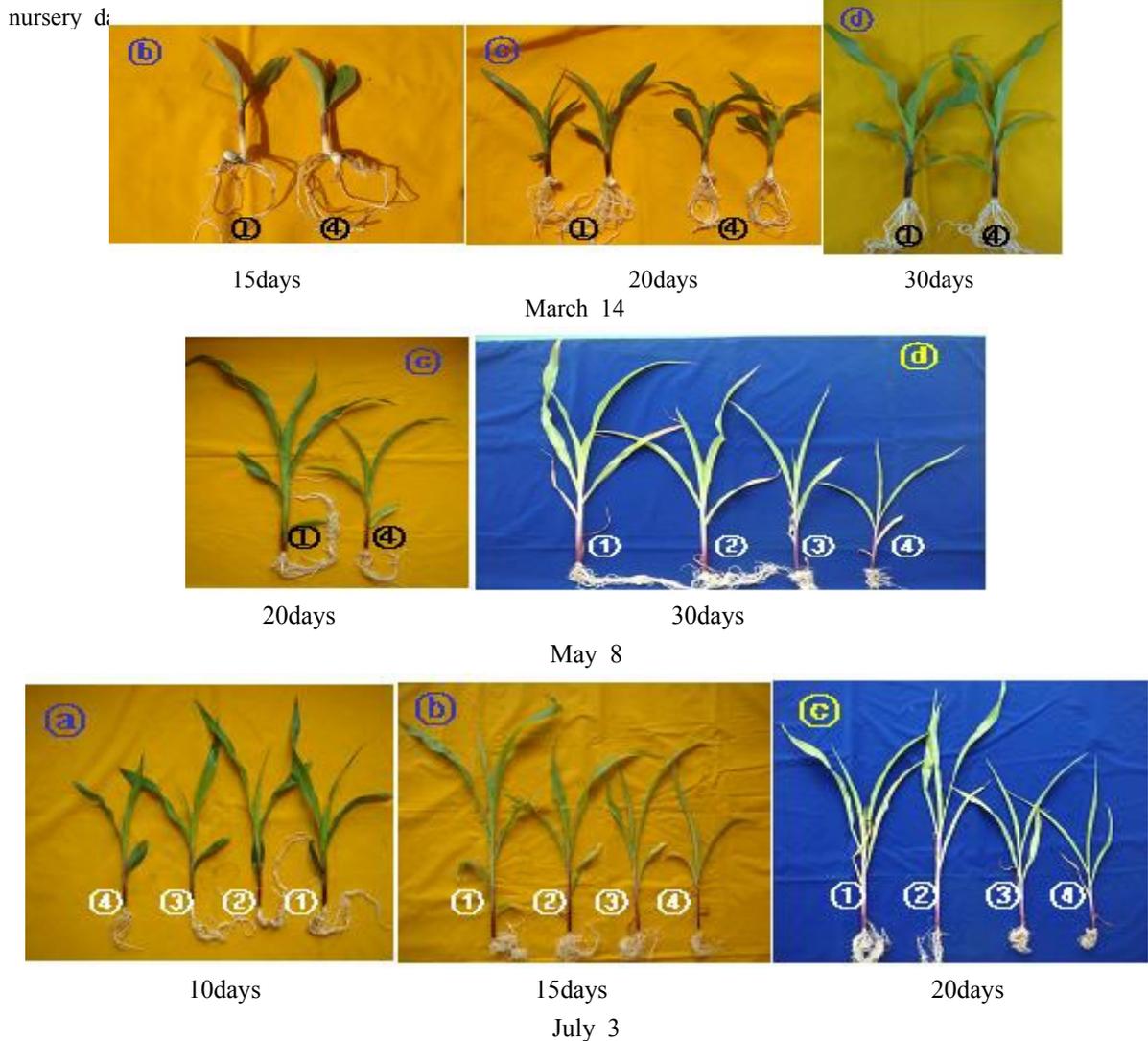


Fig. 3. Leaf area per plant( $cm^2$ ) in Chalok# 1 (left) and Chalok# 4 (right) as affected by seeding date, plug cell size and



**Photo. 1.** Corn seedlings at different seeding date, plug cell size and nursery days(cv. Chalok# 4).  
 Nursery days : (a) 10 days seedling (b) 15 days seedling  
 (c) 20 days seedling (d) 30 days seedling  
 Plug cell size : ① 32 cell ② 50 cell ③ 72 cell ④ 128 cell

중기 간에는 생육이 느린 3월 14일 파종에 비하여 생육이 빠른 5월 8일과 7월 3일 파종이 감소하는 속도가 빨랐다. 엽색도는 육묘일수가 경과됨에 따라 낮아지는 경향이었으며 생육이 빠른 찰옥 1호가 찰옥 4호에 비하여 감소 폭이 컸다(그림 4). 즉, 찰옥수수의 엽색도는 육묘일수가 길어질수록 감소하였는데, 3월 14일과 5월 8일 파종에서는 15일 육묘에서 엽색도가 각각 31.9~32.7, 30.4~35.0, 7월 3일 파종에서는 10일 육묘에서 26.8~27.7이었으며, 30일 육묘에서는 3월 14일 파종, 5월 8일 파종 및 7월 3일 파종에서 엽색도가 각각 24.0~24.6, 17.2~21.7, 17.1~17.8이었다. 그리고 품종간에는 만생종인 찰옥 4호가 조생종인 찰옥 1

호에 비하여 높은 경향이였다.

**개체당 총건물중**

옥수수 묘의 건물중은 7월 3일, 5월 8일 그리고 3월 14일 파종 순으로 많아 파종기가 늦을수록, 그리고 플러그셀의 크기가 클수록 많았다(그림 5). 개체당 총건물중은 3월 14일 파종에서는 30일 묘가 0.43g, 5월 8일 파종에서는 20일 묘가 0.57~0.67g, 7월 3일 파종에서는 15일 묘가 0.53g 이었다. 그러나 30일 묘의 개체당 총건물중은 5월 8일과 7월 3일 파종에서는 1.25~1.37g으로 3월 14일 파종에 비하여 2~3배 더 많았다.

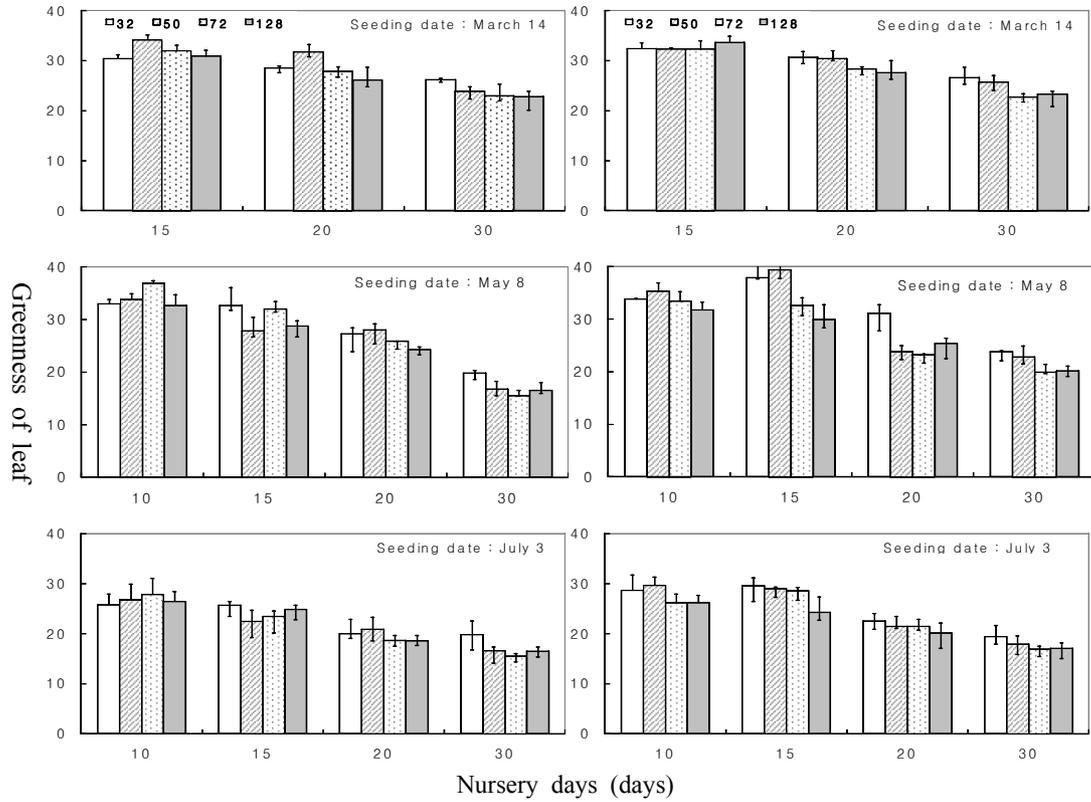


Fig. 4. Greenness of leaf (SPAD value) in chalok# 1 (left) and chalok# 4 (right) as affected by seeding date, plug cell size and nursery day. (Vertical bars in the graphs indicate standard errors.)

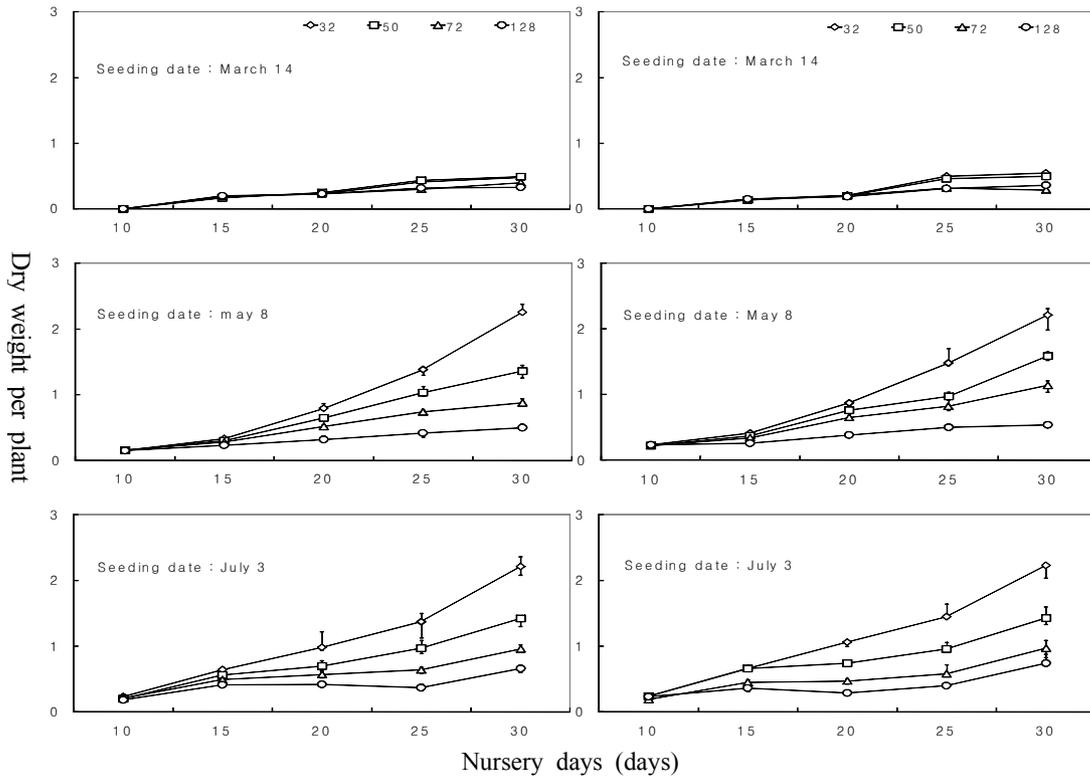


Fig. 5. Dry weight per plant(g/plant) in Chalok# 1 (left) and Chalok# 4 (right) as affected by seeding date, plug cell size and nursery day. (Vertical bars in the graphs indicate standard errors.)

개체당 총건물중은 3월 14일 파종에서는 플러그셀 크기에 영향을 받지 않았지만, 5월 8일과 7월 3일 파종에서는 육묘일수 15일 이상에서 플러그셀이 클수록 개체당 총건물중이 증가하였다. 이러한 결과는 용 등(2004)이 시금치에서 육묘일수가 증가할수록 생체중이 증가한다고 하였고, 조 등(2003)이 거베라에서 플러그셀 크기가 작아질수록 뿌리의 생체중 및 건물중이 현저히 감소하였다는 결과와 유사하였다.

**묘의 충실도**

묘의 충실도(건물중/묘장)는 찰옥 1호와 찰옥 4호 모두 3월 14일 파종에 비하여 5월 8일과 7월 3일 파종에서, 그리고 육묘일수가 길어질수록 높은 경향이였다(표 2). 묘의 충

실도는 3월 14일 파종에서는 찰옥 1호의 30일 묘가 14.1이 었으나, 5월 8일과 7월 3일 파종에서는 각각 16.9와 18.7로 더 높았다. 찰옥 4호는 육묘일수가 짧았을 때 묘의 충실도가 높았으나, 찰옥 1호는 육묘일수가 길었을 때 높았다. 묘의 충실도는 육묘일수가 길어질수록 계속 증가하였으며, 육묘일수가 짧을 때는 플러그셀이 작은 것이 높았으나, 3월 14일 파종의 20일 묘 이후, 그리고 5월 8일과 7월 3일 파종의 10일 묘 이후에는 플러그셀의 크기가 작을수록 낮았다. 묘의 충실도는 3월 14일 파종에서는 육묘 20~25일, 5월 8일 파종에서는 15~30일, 그리고 7월 3일 파종에서는 육묘 15일경에 급격히 증가하였다. 이것은 벼(양 등, 1989)와 토마토(농촌진흥청, 2003)에서 육묘일수와 관계없이 저온에

**Table 2.** Seedling compactness (shoot dry weight/plant height) of waxy corn as affected by seeding date, plug cell size and nursery days.

Nursery days(days)	Plug cell size	March 14		May 8		July 3	
		Chalok 1	Chalok 4	Chalok 1	Chalok 4	Chalok 1	Chalok 4
10	32	-	-	4.1	5.4	6.0	6.8
	50	-	-	4.1	5.2	5.6	6.1
	72	-	-	4.3	5.2	5.5	6.1
	128	-	-	4.3	5.3	5.7	6.5
	Mean	-	-	3.38	4.95	4.53	5.75
15	32	5.5	6.8	7.6	8.6	11.5	10.5
	50	5.8	7.0	6.7	7.8	9.7	11.7
	72	6.3	7.4	7.1	8.2	9.4	8.8
	128	8.1	8.4	6.1	6.8	8.7	8.3
	Mean	4.40	5.30	6.20	7.39	8.78	9.19
20	32	8.0	8.8	12.1	12.6	15.2	14.2
	50	8.9	9.1	9.8	10.6	12.5	10.9
	72	9.3	10.0	10.1	10.8	10.1	7.4
	128	10.1	10.6	7.8	7.5	7.4	6.1
	Mean	7.65	8.30	9.55	10.35	11.65	10.42
25	32	14.0	13.9	17.2	19.1	18.2	16.1
	50	13.7	12.4	14.5	11.9	13.2	12.0
	72	12.7	12.2	11.8	12.7	10.4	8.4
	128	13.3	11.6	8.3	9.0	6.7	6.2
	Mean	12.01	11.70	13.26	13.51	13.36	11.73
30	32	13.8	14.4	26.7	23.1	28.7	23.3
	50	14.2	12.3	18.5	16.9	19.1	16.7
	72	14.6	12.2	13.0	17.0	16.0	12.6
	128	13.6	13.1	9.4	8.4	10.9	10.2
	Mean	13.65	12.65	17.86	17.63	19.29	16.08
Nursery days (A)		**	**	**	**	**	**
Plug cell size (B)		NS	**	**	**	**	*
A×B		**	**	**	**	**	**
LSD <sub>.05</sub> (A)		0.7	0.8	0.7	0.6	0.9	0.7
LSD <sub>.05</sub> (B)		0.7	0.8	0.6	0.5	0.8	0.7

\*, \*\* : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.  
 NS : Not significant.

**Table 3.** Correlation coefficients among major characters of waxy corn seeded at three different seeding date.

Characters	Seeding time	No. of leaves	Leaf area	Total D.W	SPAD	T/R ratio
Plant height	March 14	0.94**	0.95**	0.97**	-0.73**	0.43**
	May 8	0.97**	0.93**	0.90**	-0.69**	0.69**
	July 3	0.43**	0.82**	0.87**	-0.69**	-0.44**
No. of leaves	March 14		0.87**	0.91**	-0.83**	0.54**
	May 8		0.87**	0.87**	-0.72**	0.66**
	July 3		0.56**	0.35**	-0.17ns	0.27**
Leaf area	March 14			0.94**	-0.60**	0.33**
	May 8			0.97**	-0.51**	0.59**
	July 3			0.86**	-0.32**	-0.21**
Total D.W	March 14				0.70**	0.43**
	May 8				-0.56**	0.58**
	July 3				-0.50**	-0.47**
SPAD	March 14					-0.66**
	May 8					-0.49**
	July 3					0.36**

\*, \*\* : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

NS : Not significant.

서 육묘할 때 고온에서 보다 묘의 충실도가 높다는 보고와 상이한 결과였다. 이상의 결과로 보아 찰옥수수는 묘의 충실도가 10이하 일 때인 3월 14일 파종에서 20일 묘, 5월 8일과 7월 3일 파종에서 15일 묘까지가 우량 묘로 판단되었다.

### 제형질간의 관계

찰옥수수 플러그묘의 생육형질간의 상관계수는 표 3과 같다. 묘장과 엽면적 및 건물중, 그리고 엽면적과 건물중 간의 상관계수는 3월 14일과 5월 8일 파종에서는 0.90 이상으로 고도의 유의성이 있었으며, 7월 3일 파종에서는 묘장과 엽면적 및 총건물중, 엽면적과 건물중 간의 상관계수가 0.80 이상으로 고도의 유의성이 있었다. 엽색도는 대부분의 형질과 부의 상관을 보였다.

이상의 결과로 보면 찰옥수수 플러그묘의 묘소질과 관계가 깊은 묘장, 엽수, 엽면적, 총건물중 등이 찰옥수수의 묘소질을 측정하는데 사용할 수 있는 좋은 지표가 될 수 있을 것으로 판단되었다.

### 적 요

본 연구는 2007년 국립식량과학원 시험포장에서 찰옥수수의 조생종 품종 찰옥 1호와 만생종 품종 찰옥 4호를 재료로 하여, 적정육묘 일수, 충실한 묘를 육성하기 위한 플러그셀 크기에 대한 일련의 실험을 수행한 것으로 그 결과를 요약하면 다음과 같았다.

1. 찰옥수수 묘의 묘장, 엽수 및 건물중은 파종기와 플러그셀 크기에 따라서 고도로 유의한 차이가 있었으나, 품종간에는 차이가 없었는데. 찰옥수수의 묘는 3월 파종 보다 5월과 7월 파종에서 성장속도가 빨랐다.

2. 찰옥수수 묘의 묘장과 엽수는 육묘일수가 길수록 증가하였는데, 3월 14일 파종에서는 30일 묘(21.6 cm), 5월 8일 파종에서는 15일 묘(25.5~26.9 cm), 그리고 7월 3일 파종에서는 10일 묘(21.6~24.0 cm)에서 이식에 적합한 묘장이 되었으며, 엽수는 3월 14일 파종에서는 파종 후 15~20일, 그리고 5월 8일과 7월 3일 파종에서는 파종 후 10일에 이식에 적합한 2~3매가 되었다.

3. 건물중도 육묘일수가 길어질수록 증가하였는데, 3월 14일 파종에서는 육묘 30일에 0.43g, 5월 8일 파종은 20일에 0.57~0.67g, 7월 3일 파종은 15일에 0.53g이었고, 또한 육묘일수가 길어질수록 건물중 증가속도가 2~3배 빨라졌다.

4. 묘장과 엽수로 보아 찰옥수수의 적정육묘일수는 모든 플러그셀 크기에서 3월14일 파종에서는 20일, 그리고 5월과 7월 파종에서는 10~15일이었다.

5. 찰옥수수 플러그묘의 묘장, 엽수, 엽면적 및 건물중 간에는 높은 정의 상관이 있었으나, 엽색도는 대부분의 형질과 부의 상관을 보였다.

### 인용문헌

김창길, 오중열, 강상재. 2001. 육묘일수 및 플러그셀의 크기가

- 부추의 생장 및 수량에 미치는 영향. 한국원예학회지. 42 : 167-170.
- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사분석기준.
- 농촌진흥청. 2003. 토마토 우량육묘 생산기술체계 확립연구. pp.46-76.
- 소순영, 최동철, 유찬주. 2005. 찰옥수수의 경영실태분석. 전북대학교 농대논문집. 36 : 154-164.
- 신영안, 김광용, 김영철, 서태철, 정주호, 박한영. 2000. Plug cell 크기와 육묘일수가 고추의 묘소질과 정식후 초기생육에 미치는 영향. 한국원예학회지. 41(1) : 49-52.
- 양원하, 윤용대, 송문태, 이문희, 임무상, 박래경. 1989. 벼 어린묘(유묘) 기계이앙 재배연구. II. 육묘온도, 육묘일수 및 배양양분잔존량이 이앙후 초기생육에 미치는 영향. 한국작물학회지. 34(4) : 434-439.
- 용영록, 정문교, 김병섭, 홍세진, 전창후, 박세원. 2004. 플러그셀 크기가 여름 시금치 묘 생육에 미치는 영향. 한국원예학회지. 22(4) : 422-425.
- 이지원, 김광용, 유영미. 2001. 육묘시 시비수준, 묘령 및 용기 크기가 'spirit' 착색단고추의 묘소질과 수량에 미치는 영향. 한국원예학회지. 42 : 300-304.
- 이현숙, 김창배, 김창길, 최경배, 최부술. 2000. 플러그셀과 기내 소괴경의 크기가 '대지'감자의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국원예학회지. 41 : 166-168.
- 조문수, 예병래, 박영준, 전하준. 2003. 플러그 셀 크기 및 용토가 거베라의 생장에 미치는 영향. 한국환경농학회지 22(1) : 60-64.
- 최봉호, 이희봉, 이원구, 지희정, 백만기. 1991. 옥수수의 분얼성에 미치는 온도의 영향. 한국작물학회지. 36(6): 554-559.
- Calson, W. H., M. P. Kaczperski, and E. M. Rowley. 1992. Bedding plants. p. 511-550. In: R. A. Larson (ed.). Introduction to Floriculture. 2nd ed., Academic Press, New York, NY, USA.