

栽植密度가 단옥수수의 生育 및 이삭 收量에 미치는 影響

朴勝義* · 朴根龍* · 姜榮吉** · 文賢貴* · 鄭丞根***

Effects of Plant Density on Growth and Yield of Sweet Corn Hybrid

Seung Ue Park*, Keun Yong Park*, Young Kil Kang**,
Hyeon Gui Moon* and Seung Keun Jong***

ABSTRACT

A sweet corn hybrid, 'Golden Elite 70' was grown at four plant densities of 4,500, 5,500, 6,500 and 7,500 plants per 10 ares under early and ordinary season cultivations, respectively, to determine effects of plant density on growth and yield of sweet corn. Plant and ear heights and ear size were greater, and ear number per plant was less at ordinary season cultivation compared to early season cultivation. However, ear weight per 10 ares were similar between two cultural practices. There were no significant interactions between cultural practice and plant density for plant height, yield and yield components except ear length. Plant density did not affect silking date, and plant and ear heights and did not show consistent trend in ear size. Ear number per plant decreased with increasing plant density. Ear number and weight per 10 ares increased as plant density increased up to 6,500 plants per 10 ares and tended to decrease at 7,500 plants per 10 ares. The results indicate that the optimum plant density for sweet corn would be around 6,500 plants per 10 ares.

緒 言

단옥수수는 1973年以來 國內 種苗會社가 外國 産 種子를 導入하여 國內에 販賣하므로써 새로운 經濟作物으로서 脚光을 받기 시작하였다. 단옥수수는 他 作物에 比하여 栽培가 容易하고 生育期間이 짧아 作 付體係上에도 有利한 特性을 가지고 있다. 1979年 에는 단옥수수 種子 20 M/T 이 導入되었으며 需要 가 해마다 增加함에 따라 1982년에는 70 M/T 이 導入된 바 있다. 近來 단옥수수 栽培面積은 約 4,000 ha 로 推定되며 단옥수수 栽培類型은 비닐하우스內 에서 全生育期間을 栽培하는 極早期栽培, 早期에서 리의 被害期間만 Tunnel 에서 栽培하는 早期栽培, 直播栽培 등이 代表的인 作型이다. 단옥수수는 疏

植할수록 分蘖이 많이 發生하지만³⁾ 分蘖에는 商品 價値가 있는 이삭이 달리지 않기 때문에 단옥수수 栽培에 있어 適正栽植密度 維持가 매우 重要하다.

Warren⁴⁾은 1960年 New York 州에서 晩生種 단 옥수수의 適正栽植密度는 10a 當 4,600~5,300本이 라고 하였는데 우리 나라에서는 馬齒種 옥수수에 對 한 栽植密度試驗은 많이 이루어졌으나 단옥수수에 對한 栽植密度試驗은 거의 없다. 李 等⁵⁾은 水原에서 水原 19號를 4月 16日에 播種할 경우 10a 當 4,000~7,000本 栽植에서는 種實收量이 730kg 안 밖으로 差異가 없었고 그 以上 密植했을 때 減收되 었으며 乾物收量은 10a 當 7,000本까지는 密植할 수록 增加하였으나 10a 當 7,000~10,000本에서는 乾物收量이 비슷하다고 報告하였다. 李 等⁷⁾도 春川에서 水原 19號와 黃玉 3號를 4月 28日 播種하

* 作物試驗場 (Crop Experiment Station, Suwon 170, Korea)

** 濟州大學校 農科大學 (College of Agr., Cheju National University, Cheju 590, Korea)

*** 忠北大學校 農科大學 (College of Agr., Chungbuk National University, Cheongju 310, Korea) <1987. 2. 23 接受>

있을 때 水原 19號의 種實收量은 10a當 窒素 13 및 20 kg 水準에서는 10a當 4,500~6,670 本 栽植에서 비슷하였으나 10a當 8,330 本에서는 減收되었는데 10a當 窒素 26 kg 水準에서는 10a當 5,500 本과 6,670 本 栽植에서 가장 增收되었다고 하였다. 그러나 黃玉 3號의 種實收量은 多肥 密植할수록 減收되었다고 하였다. 우리 나라에서 交雜種 옥수수의 適正栽植密度는 種實用이 10a當 5,500 本, 靑刈用이 6,600 本으로 하여 農民에게 指導하고 있다.

옥수수의 適正栽植密度는 品種, 肥沃度, 土壤水分, 氣象條件 등에 따라 다른데 生育에 좋은 條件에서 보다 높다고 알려져 있다.^{3,6,11} 大體로 早生種이 晚生種보다 密植에서 增收되는 傾向이고 播種期는 옥수수 適正栽植密度에 크게 影響하지 않는다고 한다.^{1,3} 그러나 水原에서는 播種期가 늦어짐에 따라 萎縮바이러스의 罹病이 增加되어 播種期가 늦을수록 適正栽植密度도 낮아졌다는 趙等²의 報告도 있다.

本 研究는 早期 및 普通期栽培에서 栽植密度에 따라 단옥수수의 生育 및 收量을 調査하여 適正栽植密度를 究明하고자 實施하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1982年 水原 作物試驗場 田作園場에서 實施하였으며 試驗園의 土壤은 江西統으로 排水가 좋은 細砂壤土이고 作土層의 化學的 性質은 表 1과 같다.

供試品種으로 早生 交雜種인 Golden Elite 70을 使用하였다. 處理는 早期 및 普通期栽培의 두 栽培類型에 栽植密度 4水準으로 하였다. 早期栽培는 3月 5日 비닐하우스 안에 電熱溫床을 設置하고 비닐 pot 에 播種育苗하여 4月 1日 本圃에 定植하였다. 定植後 서리의 被害를 防止하기 위하여 透明비닐被覆 + 少型턴넬로 5月 20日까지 保溫하였다. 普通期栽培는 本圃에 4月 10日 播種하여 透明비닐被覆만 實施하였다. 栽植密度는 畦幅을 60 cm로 하고 株間

距離를 37. 30. 25. 22. cm로 栽植하여 10a當 4,500, 5,500, 6,500 및 7,500 本이 되도록 하였다. 肥料는 窒素, 磷酸, 加里를 全量 基肥로 10a當 各各 15, 13, 13 kg 을 播溝施肥하였다. 區當 面積은 畦長을 5 m로 하고 4 줄로 심어 12 m² 였다.

試驗區配置는 栽培類型別로 亂塊法 3反復으로 하였다.

出絲後 22日에 區當 中央 2줄의 3m안의 모든 이삭을 收穫하여 苞葉을 除去한 다음 이삭길이 13 cm 以上되는 商品價値가 있는 이삭만을 對象으로 이삭길이, 이삭數, 이삭무게 등을 調査하였다. 其他 調査는 農村振興廳 調査基準(옥수수편)에 따랐다.¹²

栽培類型別로 稈長, 收量 및 收量構成要素에 對한 分散分析을 하였고 栽培類型과 栽植密度間의 相互作用을 檢定하기 위하여 栽培類型을 統合한 分散分析을 實施하였다.^{4,10}

結果 및 考察

1. 出絲期, 分蘗數, 稈長, 着穗高

栽培類型別 栽植密度에 따른 出絲期, 分蘗數, 稈長 및 着穗高의 變異는 表 2와 같다.

出絲期는 早期栽培가 5月 17日이었고 普通期栽培가 6月 22日이었으나 播種에서 出絲까지 日數는 栽培類型에 關係없이 모두 73日이었는데 이는 普通期栽培에 比하여 早期栽培에서 溫度는 낮지만 短日條件이었으므로 栽培類型間 出絲日數의 差異가 없었던 것으로 推측된다. 栽植密度는 栽培類型에 關係없이 出絲期에 影響을 주지 않았다.

個體當分蘗數는 栽植密度를 10a當 4,500 本에서 7,500 本으로 增加시킴에 따라 早期栽培에서는 2.6 個에서 1.2 個로 減少하였고 普通栽培에서는 2.0 個에서 0.4 個로 크게 減少되었다. 早期栽培에서 보다 普通期栽培에서 栽植密度 增加에 따라 分蘗數 減少가 큰 原因은 普通期栽培에서 主稈의 生育量이 많아 栽植密度 增加에 따른 個體間 競爭이 컸었기 때문인 듯하다. 옥수수의 分蘗發生은 疏植, 肥沃度가 높고 窒素施肥量이 많을 때, 生育이 좋은 條件에서 助長

Table 1. Chemical properties of the experimental field (0-15cm), Suwon, 1982.

| pH (1:5) | O.M. (%) | P ₂ O ₅ * (ppm) | Ex. cation (me/100g) | | | CEC (me/100g) |
|-------------|-------------|--|----------------------|------|------|------------------|
| | | | K | Ca | Mg | |
| 6.6 | 2.6 | 128 | 0.22 | 4.68 | 0.85 | 6.62 |

* Available

Table 2. Effects of plant density on silking date and some plant characters of a sweet corn hybrid 'Golden Elite 70' at two cultural practices, Suwon, Korea, 1982.

| Cultural practice | Plant density (plts/10a) | Silking date | Tillers per plant | Plant height (cm) | Ear height (cm) |
|-------------------|--------------------------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Early season1/ | 4500 | May 17 | 2.6 | 109 | 21 |
| | 5500 | May 17 | 2.0 | 108 | 26 |
| | 6500 | May 17 | 1.5 | 106 | 25 |
| | 7500 | May 17 | 1.2 | 100 | 20 |
| | Mean | May 17 | 1.8 | 106 | 23 |
| Ordinary season2/ | 4500 | June 22 | 2.0 | 154 | 40 |
| | 5500 | June 22 | 1.7 | 158 | 42 |
| | 6500 | June 22 | 0.8 | 159 | 42 |
| | 7500 | June 22 | 0.4 | 154 | 38 |
| | Mean | June 22 | 1.2 | 156 | 40 |

1/ Sown on March 5 at small pots in plastic house and transplanted on April 1 and grown under transparent polyethylene film mulch and tunnel condition.

2/ Directly planted on April 10 and mulched with transparent polyethylene film.

Table 3. Effects of plant density on yield components and yield of a sweet corn hybrid 'Golden Elite 70' at two cultural practices,^{1/} Suwon, Korea, 1982.

| Cultural practice | Plant density (plts./10a) | Ears per plant | Ear length (cm) | Average ear wt. (g) | Ears per 10a | Ear weight (kg/10a) |
|-------------------|---------------------------|----------------|-----------------|---------------------|--------------|---------------------|
| Early season | 4500 | 1.38 | 15.9 | 158 | 6111 | 967 |
| | 5500 | 1.28 | 15.3 | 152 | 6563 | 1084 |
| | 6500 | 1.07 | 17.4 | 175 | 7375 | 1245 |
| | 7500 | 1.02 | 16.0 | 158 | 7081 | 1147 |
| | Mean | 1.19 | 16.2 | 161 | 6782 | 1111 |
| | LSD(5%) | 0.27 | 0.6 | NS | 871 | NS |
| | LSD(1%) | NS | 0.9 | NS | NS | NS |
| Ordinary season | CV(%) | 11.3 | 1.9 | 9.1 | 6.4 | 11.1 |
| | 4500 | 0.86 | 19.0 | 242 | 3796 | 915 |
| | 5500 | 0.85 | 18.5 | 223 | 4722 | 1051 |
| | 6500 | 0.79 | 18.6 | 230 | 5610 | 1213 |
| | 7500 | 0.70 | 18.4 | 215 | 5278 | 1132 |
| | Mean | 0.80 | 18.6 | 228 | 4852 | 1078 |
| | LSD(5%) | 0.11 | NS | 15 | 751 | 147 |
| | LSD(1%) | NS | NS | NS | 1137 | NS |
| CV(%) | 6.7 | 2.0 | 3.2 | 7.7 | 6.8 | |

1/ Yield components and yield were determined on the basis of marketable husked ears with minimum cob length of 13 cm.

된다.^{3,11)} 옥수수의 主稈과 分蘖은 維管束이 連結되어 있어 必要에 따라 同化産物과 無機養分이 서로 移動하며¹³⁾ 分蘖除去는 단옥수수의 收量を 減少시킨다.⁵⁾

稈長은 早期栽培에서 106 cm 안팎이었고 普通期栽培에서 156cm안팎으로 두 栽培類型에서 모두 栽植密度間에는 비슷하였다.

Rossman & Cook¹¹⁾도 栽植密度가 稈長에 대한

影響은 一定한 傾向이 없다고 하였다. 種實用옥수수에서 大體로 密植할수록 着穂高는 높아진다고 알려져 있으나^{3,8)} 단옥수수의 着穂高는 早期栽培에서 23 cm 안팎이었고 普通期栽培에서 40 cm 안팎으로 栽植密度에 影響을 받지 않았다.

2. 收量構成要素 및 收量

栽培類型別 栽植密度에 따른 收量構成要素와 收量

Table 4. Mean squares from analysis of variance of various agronomic characters.

| Source of variation | df | Plant height | Ears per plant | Ear length | Average ear wt. | Ears per 10a | Ear wt. per 10a |
|---------------------|----|--------------|----------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Cult. practice (CP) | 1 | 15201** | 0.901 | 36.75** | 26667** | 22368700** | 6534 |
| Blocks/CP | 4 | 5.0 | 0.024 | 0.11 | 153 | 836530 | 35398 |
| Density (D) | 3 | 42.7 | 0.083** | 1.32** | 410 | 2726760** | 88767** |
| CP X D | 3 | 22.1 | 0.018 | 1.21** | 263 | 99859 | 325 |
| Pooled error | 12 | 16.7 | 0.011 | 0.11 | 132 | 165528 | 10329 |

** Significant at the 1% probability level.

은 表 3에, 栽培類型과 栽植密度的 相互作用을 보기 위한 分散分析表는 表 4에 나타내었다.

普通期栽培에 比하여 早期栽培에서는 個體當이삭수가 많아서 10a當 이삭수는 많은 반면 이삭길기와 平均이삭무게가 적어 10a當 이삭무게는 栽培類型間에 差異가 없었다. 早期栽培에서는 둘째이삭(Second ear)도 商品價値가 있었던 것이 2~38%로 볼 수 있으나 普通期栽培에서는 첫째이삭(First ear)도 商品價値가 없었던 것이 14~30% 程度가 있었다.

早期栽培의 경우 栽植密度를 10a當 4,500 本에서 7,500 本으로 增加시킴에 따라 個體當이삭수는 1.38 個에서 1.02 個로 減少되었는데 10a當 이삭수와 이삭무게는 10a當 4,500 本 栽植에서 6,110 個와 767 kg 이었던 것이 6,500 本 栽植에서 7,375 個와 1,245 kg 로 增加되었으나 7,500 本에서는 多少 減少되는 傾向을 보였다. 栽植密度間에 이삭길기는 뚜렷한 傾向이 없이 15.3~17.4 cm 였고 平均이삭무게도 160 g 안팎으로 비슷하였다. 10a當 5,500 本 以下 栽植區에서는 約 30%가 둘째이삭이 商品價値가 있었는데 이삭의 크기가 균일하지 못했다. 均일도가 높은 이삭을 生産하려면 한 個體에 한 이삭이 달리는 것이 商品價値가 높아 市場性이 有利할 것이다. 그러나 適定栽植에서도 이삭이 두개 달리는 特性을 가진 品種도 있다.

普通期栽培에서도 栽植密度에 대한 單收수수의 反應은 表 4의 分散分析表에서 보는 바와 같이 이삭길이를 除外하고는 大體로 같았다. 個體當 이삭수는 10a當 4,500 本 栽植에서 0.86 個이었으나 7,500 本 栽植에서 0.7 個로 減少되었다. 10a當 이삭수와 이삭무게는 10a當 4,500 本에서 3,800 個와 915 kg 이었고 10a當 6,500 本 栽植에서 5,610 個와 1,213 kg 로 增加되었으나 그 以上 密植하였을 때 減少되는 傾向이었다. 이삭길이는 栽植密度間 差異가 없이 18~19cm 였고 平均 이삭무게도 215~242g 으로 두

렷한 傾向이 보이지 않았다.

栽培類型에 關係없이 密植할수록 個體間 競合이 커져서 個體當 이삭수는 減少되었는데 이는 既存의 報告^{9,14)}와 一致한다. 이삭길기와 이삭무게의 경우 栽植密度間 差異가 없거나 뚜렷한 傾向이 없었던 것은 商品價値가 없는 13cm 以下の 이삭을 除去하였기 때문에 생각되며 Mack⁹⁾도 栽植密度에 따른 이삭무게는 비슷하였다고 하였다. 이삭의 크기가 收量에 問題가 되지 않는 경우 密植할수록 平均이삭무게는 減少된다.⁸⁾

以上에서 보는 바와 같이 稈長, 이삭 크기는 栽植密度에 따라 큰 差異가 없고 10a當 이삭수와 이삭무게는 栽培類型에 關係없이 10a當 6,500 本 栽植에서 가장 많아 早生種 單收수수 交雜種의 適定栽植密度는 10a當 6,500 本程度로 생각된다. Warren¹⁴⁾이 1,960 年 New York 州에서 單收수수의 栽植密度와 個體當이삭수와의 關係를 利用 適定栽植密度를 推定한 것은 10a當 4,600~5,300 本이었는데 이와 같은 差異는 그동안 密植適應品種이 改發되었고 栽培環境이 다른데 起因된 것 같다.

單收수수의 適定栽植密度는 品種間 差異가 있을 수 있으므로^{3,6,7)} 國內에서 처음 育成된 單收수수 單交雜種인 單收 1호에 대한 栽培類型別 栽植密度試驗이 1985 年에 水原 作物試驗場에서 遂行되었다.

摘 要

單收수수의 適定栽植密度를 究明하기 위하여 1982 年 水原에서 早生 交雜種인 Golden Elite 70 을 早期 및 普通期栽培로 4水準의 栽植密度(4,500, 5,500, 6,500, 7,500 本/10a)에서 栽培한 後 生育 및 收量を 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 早期栽培보다 普通期栽培에서 稈長, 着穗高, 이삭크기 등은 컸으나 이삭수는 적었고 10a當 이삭무게는 비슷하였다.

2. 栽培類型과 栽植密度的 相互作用은 이삭길이를 除外한 다른 收量構成要素 및 收量 等の 形質에서 5% 水準에서는 有意하지 않았다.

3. 栽植密度間 出絲期, 稈長, 着穗高, 이삭크기는 差異가 없거나 一定한 傾向이 없었고 個體當이삭수는 密植할수록 減少되었다.

4. 10a 當 이삭수와 이삭무게는 10a 當 6,500 本까지는 密植할수록 增加되었으나 그 以上 密植할 경우 減少되었다.

5. 따라서 단옥수수의 適定栽植密度는 栽培類型에 關係없이 10a 當 6,500 本程度가 알맞은 것으로 생각된다.

引用文獻

1. Alessi, J. and J. F. Power. 1975. Response of an early-maturing corn hybrid to planting date and population in the Northern plains. *Agron. J.* 67:762-765.
2. 趙載英·權赫文·姜榮吉·鄭丞根. 1983. 播種期와 栽培密度가 單交雜種 옥수수의 生育 및 種實收量에 미치는 影響. *韓作誌* 28 (2): 227-232.
3. Dungan, G. H., A. L. Lang and J. W. Pandleton. 1958. Corn plant population in relation to soil productivity. *Adv. Agron.* 10:453-473.
4. Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1984. Analysis of data from a series of experiments. In *Statistical procedures for agricultural research*, John Wiley & Sons, Inc., New York, New York. P. 316-356.
5. 洪正基·閔黃基·韓世基·許範亮. 1983. 側枝除去가 단옥수수의 生育 및 收量에 미치는 影響. *農試報告* 25 (作物): 195~199.
6. Larson, W. E. and J. J. Hanway. 1977. Corn production. In G. F. Sprague(ed.) *Corn and corn improvement*. *Agronomy* 18:625-669.
7. 李東右·韓世基·金起植·洪正基. 1981. 施肥量 및 栽植密度가 옥수수品種의 生育 및 收量에 미치는 影響. *李正行 博士 回甲紀念論文集*: 212~217.
8. 李錫淳·朴根龍·金順權·朴勝義·文賢實·咸泳秀·裴東鎬. 1980. 施肥量과 栽植密度가 單交雜種 옥수수의 生育과 種實 및 Silage 收量에 미치는 影響. *農試報告* 25(作物): 128-133.
9. Mack, H. J. 1972. Effects of population density, plant arrangement and fertilizers on yield of sweet corn. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97: 757-760.
10. McIntosh, M. S. 1983. Analysis of combined experiments. *Agron. J.* 75:153-155.
11. Rossman, E. C. and R. L. Cook. 1966. Soil preparation and date, rate, and pattern of planting. In W. P. Martin(ed.) *Advances in corn production: principles and practices*. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa. P. 53-101.
12. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準: 102~106.
13. Russelle, M. P., J. A. Schild and R. A. Olson. 1984. Phosphorus translocation between small, non-reproductive tillers and the main plant of maize. *Agron. J.* 76:1-4.
14. Warren, J. A. 1963. Use of empirical equations to describe the effects of plant density on the yield of corn and the application of such equations to variety evaluation. *Crop Sci.* 3:197-201.