

有望視되는 옥수수 品種間交雜의 F₂ 및 F₃ 에 있어서의 收量減少

趙 在 衍 · 알 · 엠 · 란티칸
作物試驗場 · 필리핀大學校農科大學

Yield Reductions in the F₂ and F₃ Generations of Highly Promising Varietal Crosses of Corn

Chae Yun Cho
Crop Experiment Station, Suweon, Korea
R. M. Lantican
U.P. College of Agriculture, Philippines

Summary

1. In order to evaluate the performance of the F₂ and F₃ generations of F₁ varietal crosses which in past trials yielded better than or as high as the recommended double-cross hybrids, eleven yellow and five white-endosperm F₁ varietal crosses, their F₂ and F₃ generations, and the parental open-pollinated varieties together with the standard double-cross hybrids were tested in performance trials in the 1963 wet and 1963-64 dry seasons. The former trials, however, failed due to a strong typhoon that damaged the crop.

2. Net hybrid vigor was highly manifested in grain yield in the F₁ varietal crosses, which on the average was 39.9 per cent of the mid-parent yields. Reduction in heterosis was 27.2 per cent in the F₂ and 30.3 per cent in the F₃ generation, respectively.

3. A fairly high degree of reduction in yield occurred in the F₂ and F₃ generation. On the average, the F₂ generation decreased by 17.6 per cent and the F₃ by 20.7 per cent. The losses in two generations were exhibited in two levels; four crosses decreased by 10.9 per cent and twelve combinations by 22.0 per cent. The advanced generations of one yellow cross, Cuban Yellow Flint×Hawaiian Flinty Dent, and three white flint crosses, Bicol White Flint×Eto Blanco, College White Flint×Eto Blanco and Bicol White Flint×Nariono 330b, yielded as high as Philippine Hybrid No. 1 and Philippine Hybrid No. 4, respectively.

4. No significant differences in yield were obtained between the F₂ and F₃ populations, showing that genetic equilibrium was reached in F₂, as may be expected in view of the Hardy-Weinberg law on panmixis.

5. As in past trials, Hawaiian Flinty Dent, a variety, yielded as high as Philippine Hybrid No. 1.

緒 言

필리핀을 비롯한 東南亞細亞에는 相當數의 옥수수 複交雜種이 育成되었음에도 不拘하고 大部分의 農民

들은 아직도 이러한 雜種의 有益性을 알지 못할 뿐 만 아니라 每播種期마다 比較的 高價인 새로운 種子를 購入할 수 없으므로 이의 利用은 아직도 普遍化되지 못하고 있는 實情이다.

따라서 複交雜種에 對應할 좀 더 安定된 系統의 育成이 時急히 要하게 되어 여기서 品種間交雜의 後世代를 利用할 수 있는 可能性을 摸索하게 되었다. 이미 特定한 品種間交雜種이 現獎勵複交雜보다 增收되거나 或은 對等하다는 事實이 밝혀진 바 있다. 萬一 이러한 品種間交雜의 雜種強勢가 後世代에서도 有利한 程度로 나타날 수 있도록 維持 또는 固定된다면 옥수수 育種事業에 있어 커다란 進歩라 아니할 수 없다.

研究史

1. 品種間交雜

現存하는 옥수수 品種들은 自然交雜이나 集團選拔에 依하여 由來되었다고 認定된다. 最初로 옥수수의 人工交配試驗을 遂行한 사람은 *Beal*²⁰로서 同氏は 品種間交雜種이 自然授粉된 兩親에 比하여 10~50%가 增收하였음을 報告한바 있다. 그 後 많은 옥수수 育種家들에 依하여 品種間雜種이 어느 兩親보다도 優秀하다는 試驗研究가 遂行되어 왔다.

美國에 있어서는 이 品種間交雜種이 널리 利用되지는 못하였는데 그 理由로서는 雜種強勢를 維持시키기 困難하였던 때문이다. Inbred line을 利用한 複交雜種의 利用이 始作되면서 品種間交雜種은 等閑視되어 온 形便이었으나 最近 *Wellhausen*²⁰은 Mexico 옥수수의 여러 系統들로부터 育成된 283組合 가운데 147組合(約 52%)이 여러 程度의 雜種強勢를 나타냈음을 報告한 바 있다. *Valcinkov*²⁰氏를 爲始한 여러 學者들에 依하면 蘇聯 및 이의 衛星國家에서도 品種間交雜種이 利用되고 있음을 알 수 있다.

比賓賓에서의 옥수수 育種事業은 1909年以來 發展되어 왔으나 初期의 事業은 主로 在來種 및 外國品種의 蒐集 및 評價에 重點을 두어 왔다. 1914年 *Mendiola*²⁰는 3種의 在來種과 1種의 濠洲系統을 가지고 4個의 品種間交雜種을 만들어 各各의 兩親平均收量보다 增收됨을 發見하였던 것이다. 그 後 이와 비슷한 研究가 繼續이루어 졌다.

*Manuel*²⁰은 7種의 黃色 Flint 옥수수를 가지고 7種의 雜種을 育成하였던바 3種의 交雜種은 標準品種인 College Yellow Flint보다 兩期에 있어서 收量 및 Stover가 增收되었으나 乾期에 있어서는 그러하지 못하였다고 報告하였다.

*Bueno*³는 在來 Flint를 利用하여 2個複交雜種과 1個 Three-way cross를 育成하였으나 標準品種에 比하여 增收의 有意성을 發見치 못하였고, 其他 學者들에 依하여서도 密接히 關聯된 系統끼리의 交雜에서

는 負의 結果임이 確認되었다.

最近 *Jesena*¹⁵에 依하면 34 品種間交雜種中 3個의 黃色種交雜과 6個의 白色交雜種이 有望한 것으로 判定되었는데 이中 37.2%와 44.2%는 各各 優良親보다 統計的으로 높았거나 數字的으로 增收되었다고 한다 또한 36%와 22.6%는 各各 兩親平均値에 比하여 統計的으로 빨리 Silking하였거나 또는 數字的으로 빨리 出穗하였다고 한다.

2. 雜種強勢 및 Genetic Diversity

人工交雜種에 있어서 雜種強勢에 關한 研究가 1763年 *Költreuter*에 依하여 創始된 以來 이 問題는 繼續 學者들의 關心事가 되어 와서 雜種強勢의 現象을 說明하기 위한 많은 假說이 나왔으며 集中的인 檢討가 되어 왔던 것이다(*Gowen*⁹). 그러나 大多數의 學者들이 雜種強勢는 他殖性植物의 基本的組織現象이며 量的 遺傳의 複雜한 現象이라는데 意見의 一致를 보이고 있는 것이다.

Hull^{13,14}은 옥수수에 關한 現在의 記錄을 說明하기 위하여서 다음과 같은 세가지 可能性을 提議하였다. 即(a) alleles A'와 A는 各各 그들 主效果에 對하여 優性이며 그들 主效果는 서로 相乘的이거나 相互補助的이며 (b) Aa가 AA를 超過하고 aa는 中間이 되도록 alleles a와 A 사이에는 正의 相關關係가 惹起되고 (c) Aa가 AA를 超過하도록 A와 A 사이에는 負의 相關關係가 惹起된다. Recurrent selection을 檢討함에 있어서 同氏は 雜種強勢가 利用될 수 있을 때에는 Specific homozygous line에 關係되는 高度의 補助的作用을 위한 交雜種區에서의 選拔이 雜種強勢를 增加시키기 위한 좀더 有望한 方法이라 하였으며 Aa 효과가 AA 효과를 超過할 境遇에 있어서는 達觀的 選拔이 危險하다고 덧붙혔다.

Sprague 및 *Miller*²⁷는 萬一 雜種強勢가 主로 優性 因子에 依할 것 같으면 豫備試驗은 一般的인 組合能力(general combining ability)에 關한 最大限의 情報를 얻도록 計劃되어야 하며, Over dominance나 Epistasis가 主要役割을 한다면 이와 다른 方法이 取擇되어야 한다고 示唆하고 있다.

2異型母集團을 利用한 Heterozygosity의 程度에 따른 收量比較에서 *Robinson*²⁰等 諸氏は 收量 및 穗高(Ear height)에 있어서 根本的으로 直線的 相關關係가 있음을 發見하였다. *Penny*²²等 諸氏は 選拔의 卓越한 形態는 完全優性이나 部分優性 或은 主로 相加的 效果를 나타내는 遺傳因子에 關聯된 것으로 看做하였다.

遺傳的 起源의 差異는 雜種強勢의 表現에 있어서

主要한 役割을 擔當하는 것으로 알려져 있다. East 및 Hayes⁶⁾는 F_1 에 있어서 雜種強勢의 程度는 正常的인 發育下에서 兩親의 遺傳因子的 差異에 正比例한다고 하였다. 그後 East⁵⁾는 平均的으로 兩親의 遺傳的 差異가 增加되면 될수록 強勢는 크게 되고 反對로 純系分離된 系統間의 交雜에 있어서는 그 遺傳的 關係가 가까우면 가까울수록 強勢는 弱화된을 確認하였다.

Wu³¹⁾는 自殖系統의 起源關係研究를 통하여 1個의 單交雜에서 育成選拔된 純系間의 單交雜은 兩親中 하나만이 同一한 單交雜에서 育成選拔된 純系間의 單交雜이나 全然 다른 純系間의 單交雜보다 一般的으로 減收됨을 發見하였다. 이와 類似한 結果들이 Hayes 및 Johnson¹¹⁾, Eckardt 및 Bryan⁷⁾ 또는 Cowan⁴⁾等 諸氏에 의하여 發表된바 있다.

3. 雜種 및 合成品種의 後世代

Kinman 및 Sprague¹⁸⁾는 雜種後世代之 收量を 豫測함에 있어서 다음의 2方程式을 利用하였다.

$$(a) \hat{F}_2 = F_1 - \frac{(F_1 - \bar{P})}{n}, \text{ 및}$$

$$(b) \hat{F}_2 = \frac{2 \log F_1(P_1 \times P_2) + \dots + 2 \log F_1(P_{n-1} + P_n) + \frac{\log P_1 + \dots + \log P_n}{n^2}}{\log P_1 + \dots + \log P_n} \text{의 anti log}$$

$\hat{F}_2 = F_2$ 의 豫測收量

F_1 = 兩親系統間에 可能한 全單交雜의 平均收量

\bar{P} = 全兩親系統의 平均收量

n = 兩親系統數

$\bar{P}_1 \dots P_n$ = 兩親系統收量

前者는 元來 遺傳因자의 代數的 作用을 考慮하여 Wright²⁰⁾가 提議한 反面에, 後者는 遺傳因자의 幾何的作用에 根據하여 Powers²³⁾에 의하여 採擇되었다. 前者는 後者보다 더 重要的 것으로 생각된다. Wright氏의 數式에 依할 것 같으면 單交雜 F_1 을 自殖하면 F_2 에서는 F_1 強勢의 1/2을 傷失하게 되며 合成品種이 3, 4... n 個系統으로 育成된 境遇에는 F_2 에서 各各 1/3, 1/4... $1/n$ 의 雜種強勢를 잃게 될 것이다. Neal²¹⁾ Kinman 및 Sprague¹⁸⁾와 Kiesselbach¹⁷⁾等 諸氏は 實際實驗과 이 公式이 잘 附合됨을 確認하였으며 옥수수 雜種強勢表現에 있어서는 遺傳因자의 相加的作用의 役割을 明示한 바 있다. Hardy-Weinberg 法則에 依하면 完全 Random mating 이 이루어 질 때에는 後世代에서 더 以上 雜種強勢의 減少가 없을 것인데 이러한 事實은 Neal²¹⁾, Kiesselbach¹⁶⁾ 및 Sprague 및 Jenkins 等 諸氏에 의하여 立證된바 있다.

Kiesselbach¹⁶⁾, Richey²⁴⁾ 等 및 Gologan⁸⁾ 등이 單交雜, 複交雜 및 多交雜組合의 F_2 에서 實際的으로 減收

됨을 報告하였다. Kiesselbach¹⁷⁾는 2年間의 試驗에서 옥수수雜種後世代收量에 關하여 아주 有效한 成績을 얻었는데, 即 單交雜 F_2 가 自殖에 依하여 組成되었으면 35.4% 減收되었고, 近系交雜(Sibbing)을 하였을 때에는 35.2% 減收되었으며, 複交雜 F_2 가 自殖에 依하여 이루어 졌으면 33.3%가 減少되었으나 Sibbing 時에는 不過 18.5%밖에 떨어지지 않았다고 한다. 그리고 雜多한 因子로 構成된 自然授粉品種間交雜의 境遇에는 自殖時 F_2 및 F_3 에서 各各 38.3% 및 51.2%가 減收된데 反하여 Sibbing의 境遇에는 不過 0.9 및 1.3%의 적은 減收를 나타냈던 것이다.

그래서 그는 Random mating 을 하면 F_3 以後에서는 더 以上 減收가 나타나지 않음을 認定하였고 또한 Stover의 收量에 있어서도 이와 近似한 傾向을 發見하였으나 그렇게 顯著하지는 못하였음을 觀察하였다.

純系の 保存과 單交雜種 原種의 生産이 困難하기 때문에 合成品種의 發展에 拍車가 加하여졌다. Hayes 및 Garber¹²⁾가 合成品種의 使用을 最初로 勸誘하였다. 뒤따라서 Hayes¹⁰⁾는 單一品種에서 分離된 系統들을 가지고 5個의 合成品種을 育成하여 收量調査한바 兩親品種에 比하여 -11.7 乃至 +16.6%의 收量變異가 있었다고 하였으며, Sprague 및 Jenkins²⁰⁾도 合成品種의 後世代는 比較的 減收되지 않음을 報告하였다.

Kinman 및 Sprague¹⁸⁾는 2~10 Inbred lines 를 包含하는 合成品種의 理論的 收量を 計算하였는데 合成品種을 育成하는데 있어서 가장 實用的인 純系數는 4~6임을 알아냈다. Allard¹⁾는 그 數를 6以上으로 增加시키면 시킬수록 純系の 勢力이 弱화되기 때문에 實用化할 수 없다고 設明하였다.

Kinman 및 Sprague¹⁸⁾는 合成品種後世代에서 좋은 收量を 確保하기 위하여 다음과 같은 4要因을 指摘하였다. 即 (a) 包含된 兩親系統의 數, (b) 이들 系統의 平均收量, (c) 全體可能한 單交雜의 平均收量 및 (d) 옥수수에서는 無視되어도 無妨한 自殖程度等 이라 말하고 있다.

材料 및 方法

1. 兩親用品種

Jesena¹⁵⁾의 試驗結果에서 獎勵複交雜種이나 優良親보다 多收性인 11個의 黃色 및 5個의 白色系 F_1 品種間雜種을 選定하였다. 兩親用品種中에는 在來種으로서 各各 2個의 黃色種과 白色種, 南美洲로부터 導入된 2個의 黃色種과 3個의 白色種, Hawaii에서 導入된 Hawaiian Flinty Dent 및 Cuba의 Cuban Yellow

Flint가 포함되어 있다. 在來品種은 比律賓의 여러 地方에서 選拔된 系統을 集團選拔方法에 依하여 育成된 것이며 外國導入品種들은 모두 比律賓에서 좋은 收量을 보여주고 있는 것들이었다. 이들 兩親品種은 Sibbing에 依하여 維持되었는데 隔離圃場의 缺如로 人工交配方法을 採擇하였다. Germplasm의 充分한 Sampling을 위하여 모든 無病健全株로부터 花粉을 採取하여 섞은 後에 20株에 授粉을 하였으므로 各各의 品種들은 어느 程度의 選拔過程을 밟았다고 할수 있다.

2. 品種間交雜種 F₁ 과 이의 後世代種子生産

1961~62年 乾期에 第1世代를 育成하였다. 隔離圃場의 缺如로 因하여 人工交配方法을 利用하였으며 花粉은 最少限 20個의 無病健全株에서 採取하여 任意로 選拔한 20個種에 授粉시켰다. 品種은 3列區 10m 길이로 播種하였고 栽植密度는 1×0.5m로 하였으며, 4點播하고 發芽後 1週日만에 2畝는 各各 除去시켰다. 同一한 方法에 依하여 1962年 여름에 補充種子를 生産하였다.

F₂와 F₃도 亦是 同一한 方法으로 1962年 雨期에 1962~63年 乾期에 各各 生産하였다. 生産된 모든 種子는 DDT를 粉依시켜 低溫貯藏庫에 保管시켰다.

3. 生産力檢定試驗

各品種間雜種의 F₁, F₂ 및 F₃와 各各의 兩親品種 및 標準複交雜種으로서 Philippine Hybrid No. 1, 4 및 7을 8×8 Simple Lattice Design 4反覆으로 配置하여 收量 및 重要 特性을 調査하였다. 本試驗은 國立比律賓大學校農科大學 中央農業試驗場 田作圃場에서 1963年 乾期初부터 1963~64年 乾期에 걸쳐 遂行되었다.

各區는 2列 10株로 하였으며 栽植距離는 1×0.5m 이었다. 各株에는 4點播하여 發芽後 2畝만 남기고 숙음질 하였다.

施肥量에 있어서는 配合肥料(12-24-12)를 250kg/ha 比率로 播種 3日後에 施用하고, 硫安(20.5-0-0)을 100kg/ha 比率로 Silking 2週日 前에 追肥하였다. 殺蟲殺菌劑도 週期的으로 撤布하였다.

其他 發芽期, Silking 日字, Tasseling 日字, 草長, 穗高, 倒伏, 病蟲害程度 및 穗形態의 特性 등을 調査하였다.

試驗 結果

1963雨期에 實施된 試驗은 颱風被害로 滿足스러운 結果를 얻지 못하였으므로 여기서는 1963~64年 乾期의 成績만을 言及하고자 한다. 本試驗은 16種의 品種間交雜種에 있어서 後世代의 減收量을 測定한 것이

므로 한 季節의 成績이지만 相當히 有效한 情報를 提供할 것으로 期待된다.

1. 種實收量(Grain Yield)

먼저 本試驗에 利用한 16種의 品種間 交雜種은 Jesena 氏에 依하여 遂行된 試驗結果에서 Philippine Hybrid No. 1 이나 No. 2보다 增收된 것이라는 것을 말하여 두지 않을 수 없다. 그러므로 本試驗成績은 品種間交雜種과 品種들의 收量에 關한 追加資料로 利用될 수 있을 것이다. 本試驗에 있어서 品種間交雜의 收量은 前報와 正確히 一致하지는 못하였다(表 1).

Jesena¹⁵⁾에 依하면 黃色種으로서 Nueva Ecija×Hawaiian Flinty Dent, Nueva Ecija×Venezuelal, Nueva Ecija×Nariño 330a 및 Nariño 330a×Venezuela 1의 4組合이 Philippine Hybrid No. 1보다 20% 이상이나 增收되었다 하나 本試驗에서는 이러한 것을 認定할 수 없었던 反面에 Cuban Yellow Flint×Hawaiian Flinty Dent가 16%增收로서 最高의 收量을 나타내었던 것이다. 白色種에 있어서 Bicol White Flint×Eto Blanco의 組合은 過去의 成績에서는 Philippine Hybrid No. 2보다 15%增收되었고 本試驗에서는 現獎勵雜種인 Philippine Hybrid No. 4보다도 22%나 增收되어 統計의 有意差를 보여준것은 아주 興味 있는 것으로 생각되며 Hawaiian Flinty Dent 品種은 그 自體가 Philippine No. 1과 比等한 收量을 보여주었다.

要約하면 白色系統의 交雜은 過去에나 本試驗에 있어서 모두 黃色交雜種보다도 좀 더 一定한 收量을 보여 주었다. 5組合의 白色種交雜은 모두가 Philippine Hybrid No. 4보다 높거나 同一한 收量을 보여준 反面에 黃色種交雜에 있어서는 11組合中 4組合이 Philippine Hybrid No. 1보다 統計의 으로 減收되었던 것이다.

一般的으로 本試驗에서 交雜種의 收量은 兩親平均値에 比하여 39.9%의 增收傾向이었으나 過去試驗에서는 58.8%의 增收였던 것이다. F₂ 및 F₃ 世代에 있어서 純雜種強勢의 減少는 各各 27.2% 및 30.3%이었다.

後期世代에 있어서 Cuban Yellow Flint×Hawaiian Flinty Dent, Bicol White Flint×Eto Blanco, College White Flint×Eto Blanco 및 Bicol White Flint×Nariño 330b의 4組合은 標準獎勵複交雜과 對等한 收量을 나타냈다. 그러나 이러한 것은 結論의 으로 말하기 前에 좀더 研究되어야 할 것으로 믿는다.

2. F₂ 및 F₃ 에 있어서의 減收

表 2 에는 F₂ 및 F₃의 收量減少를 表示하였다. Nueva

Table 1. Per cent increase in yield over the mid-parent and standard double-crosses of the F₁, F₂ and F₃ generations of 16 varietal crosses.

Entry	Generation	Yield in per cent of the mid-parent		Yield in per cent of the double-crosses	
		1963~64	1959~61	1963~64	1959~61
Cuban Yellow Flint×Hawaiian Flinty Dent	F ₁	134.7	126.7	115.5	101.5
	F ₂	115.5		99.1	
	F ₃	112.5		96.5	
Nueva Ecija×Hawaiian Flinty Dent	F ₁	130.1	146.4	106.7	125.6
	F ₂	104.1		85.4	
	F ₃	101.6		83.4	
Nueva Ecija×Venezuela 1	F ₁	142.8	196.0	101.6	125.6
	F ₂	110.7		78.8	
	F ₃	119.4		85.0	
College Yellow Flint×Hawaiian Flinty Dent	F ₁	126.0	125.6	95.81	98.8
	F ₂	106.8		83.8	
	F ₃	106.8		83.8	
Peru 330a×Nariño 330a	F ₁	158.0	161.2	95.7	114.0
	F ₂	130.5		79.1	
	F ₃	104.4		68.4	
Nariño 330a×Venezuela 1	F ₁	126.6	165.9	91.3	121.0
	F ₂	113.0		81.5	
	F ₃	95.9		69.2	
Nueva Ecija×Cuban Yellow Fli	F ₁	151.6	166.7	90.2	96.7
	F ₂	133.3		81.5	
	F ₃	119.6		71.2	
Nueva Ecija×Nariño 330a	F ₁	151.8	167.0	86.1	121.2
	F ₂	118.7		67.3	
	F ₃	127.4		72.3	
College Yellow Flint×Venezuela 1	F ₁	123.8	163.5	83.6	109.6
	F ₂	108.1		73.1	
	F ₃	91.1		61.5	
Nueva Ecija×Eto Amarillo	F ₁	102.2	145.2	74.3	122.5
	F ₂	105.5		76.7	
	F ₃	94.5		68.6	
College Yellow Flint×Nueva Ecija	F ₁	126.0	168.2	65.7	90.4
	F ₂	87.1		45.4	
	F ₃	97.2		50.7	
Bicol White Flint×Eto Blanco	F ₁	173.7	160.4	122.5	114.5
	F ₂	118.8		83.8	
	F ₃	130.3		91.6	
College White Flint×Eto Blanco	F ₁	203.6	143.1	120.5	98.4
	F ₂	156.5		92.6	
	F ₃	141.6		83.8	
Bicol White Flint×Nariño 330b	F ₁	115.2	137.6	108.0	95.9
	F ₂	101.7		95.4	
	F ₃	93.9		88.0	
College White Flint×Nariño 330b	F ₁	130.2	190.8	107.4	110.9
	F ₂	94.4		77.9	
	F ₃	106.6		87.9	
College White Flint×Colombia 2	F ₁	144.2	177.1	88.2	100.2
	F ₂	97.9		59.8	
	F ₃	110.7		67.7	
Average	F ₁	139.9	158.8	97.3	109.0
	F ₂	112.7		78.7	
	F ₃	109.6		76.9	

Note: 1. The data of 1963~64 were based on the results of the present experiment.

2. The data of 1959~61 were based on the results of three-season experiments of Jesena which were conducted in the 1959~60 dry season, 1960 wet season, and 1960~61 dry season.

Table 2. Grain yield of the F₂ and F₃ generations expressed as a percentage of that of the F₁ and their corresponding losses.

Varietal crosses	% Yield relative to that of the F ₁			% Reduction in yield			Graphical array
	F ₂	F ₃	Average	F ₂	F ₃	Average	
Nueva Ecija × Eto Amarillo	105.3	92.3	98.8	- 5.3	7.7	1.2	}
Nueva Ecija × Cuban Yellow Flint	92.0	80.0	86.1	- 8.0	19.8	13.9	
Bicol White Flint × Naño 330b	89.4	82.5	86.0	10.6	17.5	14.1	
Nariño 330a × Venezuela 1	93.2	79.5	85.9	6.8	21.5	14.2	
College Yellow Flint × Hawaiian Flinty Dent	84.7	84.0	84.4	15.3	16.0	15.7	
Cuban Yellow Flint × Hawaiian Flinty Dent	85.6	82.4	84.0	14.4	17.6	16.0	
Nueva Ecija × Venezuela 1	78.1	84.1	21.9	15.9	18.9	18.9	
Nueva Ecija × Hawaiian Flinty Dent	81.5	79.1	80.3	18.5	20.9	19.7	
Nueva Ecija × Nariño 330a	78.9	81.4	80.2	21.1	18.6	19.9	
College Yellow Flint × Venezuela 1	86.1	73.8	80.0	13.9	26.2	20.1	
College White Flint × Nariño 330b	75.1	84.1	79.6	24.9	15.9	20.4	
Peru 330a × Nariño 330a	88.8	67.7	78.3	112.2	32.3	21.8	
College Yellow Flint × Nueva Ecija	70.8	81.1	76.0	29.2	18.9	24.1	
College White Flint × Eto Blanco	77.7	68.8	73.3	22.3	31.2	26.8	
Bicol White Flint × Eto Blanco	68.4	73.4	70.9	31.6	26.6	29.1	
College White Flint × Colombia 2	63.3	74.8	69.1	36.7	25.2	31.0	
Average	82.4	79.3	80.9	17.6	20.7	19.2	

Note: The graphical array was based on Duncan's multiple range test; all crosses subtended by a line are asserted to be homogeneous.

Ecija × Eto Amarillo 를 除外하고는 모든 組合의 F₂에 있어서 큰 收量減少를 보였는데 그 程度는 7%로부터 37%에 이르렀다. 이들 交配組合의 F₂에 있어서 收量減少가 如何히 다른가 알기 위하여 統計分析을 한 結果 有意性이 나타났다. 이러한 事實은 收量減少의 程度가 兩親의 遺傳의 構成에 따라 左右되는 것을 나타내고 있다. 平均으로 減少率은 17.6%이었다. 이러한 크기의 減少는 理論의 期待量보다는 큰 것으로 思料되었다. F₂에서의 收量減少는 Wright 氏에 의하여 主張된 바에 따라 다음과 같이 表現할 수 있다

$$\frac{F_1 - \bar{P}}{n}$$

F₁ = 兩親系統間에 可能한 全單交雜의 平均收量

\bar{P} = 兩親系統들의 平均收量

n = 兩親系統數

Kinman 및 Sprague(1945) 兩氏 및 Kiesselbach (1960) 氏 등이 實際으로 證明한 바와 같이 F₂에서의 減收는 雜種을 構成하고 있는 系統數에 反比例한다는 것을 意味하는 것이다. 自然品種은 여러 가지 다른 系統(Subline)들로 組成된 것이므로 F₂에서의 減收量은 比較的적을 것으로 期待되었다. 上記와 같이 큰 減收를 나타낸데 對하여서는 兩親品種들을 人爲

의으로 維持시킨 結果 그들의 遺傳의 基盤이 좁혀져 뚜렷한 系統으로서 作用한 것으로 說明할 수 있을 것이다. 當初 이들 兩親品種들은 制限된 數의 種子로부터 緣由된 까닭에 自然的으로 母集團의 크기가 적었고 따라서 不充分한 Sampling 과 어느 程度의 Inbreeding 을 超來하였음을 指摘하지 않을 수 없다.

F₃의 減收는 期待한 바와 같이 F₂의 減少量과 有意的인 差가 없었다. 이러한 事實은 Panmixis 下에서의 遺傳의 固定에 關한 Hardy-Weinberg 法則과 完全一致하는 것이다. 確實히 收量에 對한 遺傳의 不平衡 狀態가 F₂에서 實際적으로 成立됨을 알 수 있다. F₃에 있어서의 平均減收率은 20.7%이었다.

兩世代에 있어서 平均減收를 본다면 이들 16個組合은 有意性檢定에서 나타남과 같이 各各 相異하게 作用하였다. Duncan's multiple-range test (Federer, 1955)에 의한 分析結果를 보면 16個組合中 4個組合은 同一한 傾向을 보여서 10.9%라는 적은 減少率을 나타냈으나 殘餘 12個組合은 다 같이 22.0%의 收量を 잃어버렸음을 알 수 있었다. 將次 試驗에서도 이러한 傾向이 나타난다고 하면 이들 2水準은 本試驗에서 使用한 各品種間 交雜種 後世代의 生産力을 豫測하는 基礎로 利用될 수 있을 것이다. 그러나 좀 더

完全한 試驗結果가 없는 現在에 있어서는 어디까지나 이는 推測에 지나지 못하다.

3. 其他의 特性

一般的으로 品種間交雜種의 F₂ 및 F₃의 Silking 所要日數·草長·穗高·穗 및 植物特性과, 病蟲害被害程度는 F₁과 別로 相異하지 않았으나 後世代는 F₁에 比하여 一様性이 낮은 것임을 말하지 않을 수 없다.

檢 討

本 試驗研究는 過去試驗에서 Philippine Hybrid No. 1 및 2와 對等한 收量을 보여준 品種間 交雜種의 後世代를 農民用으로 利用할 수 있는지의 可能性을 究明하려는 것이었다. 品種間 交雜種은 그 後世代에 있어서 收量의 減少가 敏感하지 않다는 것을 前題로 하고 勸獎되는 複交雜種의 F₁ 種子와 같이 收量面에서

固定된 새로운 種子를 提供할 수 있을 만치 充分한 程度의 殘餘雜種強勢와 生産性을 이들 組合中 몇 組合은 後代까지 維持할 것으로 생각하였었다.

16個品種間 交雜種의 後世代에서의 收量減少는 2水準으로 表現되었는데 第1水準은 4個組合에 依하여 나타난 10.9%이고 다른 하나는 나머지 組合에 依하여 보여진 22%의 減收였다.

推測컨대 萬一 F₁이 減收의 豫測值를 充分히 補充할 수 있을 만치 標準品種을 凌駕하는 實際의 增收를 確保한다면 이의 後世代에 있어서 獎勵品種과 對等한 收量을 낼 수 있을 것이다.

現在까지의 成績에 依하면 黃色種으로서 Nueva Ecija×Hawaiian Flinty Dent와 白色種인 Bicol White Flint×Eto Blanco의 兩組合이 이러한 前提를 充足시키는 듯하다(表 3).

Table 3. Average per cent increase in yield of the F₁ varietal crosses over the commercial hybrids and average per cent reduction in yield in the F₂ and F₃ generations of 16 varietal crosses.

No.	Varietal crosses	Average % increase over the check hybrids	Average % reduction in yield in advanced generations	
			Individual	Group
1.	Nueva Ecija×Eto Amarillo	- 1.6	1.2	10.9
2.	Nueva Ecija×Cuban Yellow Flint	- 6.5	13.9	10.9
3.	Bicol White Flint×Nariño 330b	2.0	14.1	10.9
4.	Nariño 330a×Venezuela 1	6.2	14.2	10.9
5.	College Yellow Flint×Hawaiian Flinty Dent	- 2.7	15.7	22.0
6.	Cuban Yellow Flint×Hawaiian Flinty Dent	8.5	16.0	22.0
7.	Nueva Ecija×Venezuela 1	13.6	18.9	22.0
8.	Nueva Ecija×Hawaiian Flinty Dent	8.5	16.0	22.0
7.	Nueva Ecija×Venezuela 1	13.6	18.9	22.0
8.	Nueva Ecija×Hawaiian Flinty Dent	16.2	19.7	22.0
9.	Nueva Ecija×Nariño 330a	3.7	19.9	22.0
10.	College Yellow Flint×Venezuela 1	- 3.4	20.1	22.0
11.	College White Flint×Nariño 330b	9.2	20.4	22.0
12.	Peru 330a×Nariño 330a	4.9	21.8	22.0
13.	College Yellow Flint×Nueva Ecija	-21.9	24.1	22.0
14.	College White Flint×Eto Blanco	9.5	26.8	22.0
15.	Bicol White Flint×Eto Blanco	18.5	29.1	22.0
16.	College White Flint×Colombia 2	-5.8	31.0	22.0
Average		3.2	19.2	

Note: The average % increase was based on the past three-season and present experiments.

그렇지만 現在까지 얻어진 結果만으로 結論을 내기에는 不充分함을 말하여 두지 않을 수 없다.

좀더 正確한 情報를 얻을려면 細密한 計劃下에 이들 品種間 交雜種의 後世代 및 標準複交雜種의 收量性을 比較檢討하여야 할 것이다. Hawaiian Flinty Dent 라는 品種은 4年間 繼續의 試驗으로 Philippine Hybrid

No. 1과 同一한 收量을 보여주었으므로 앞으로 이의 收量潛在性을 追究하지 않으면 안 될 것이다.

摘 要

(1) 過去試驗에서 勸獎되고 있는 複交雜種을 收量의 爲로 凌駕하였거나 對等한 結果를 나타낸 F₁ 品種

間交雜의 F_2 및 F_3 의 生産性을 評價檢定할 目的으로 11個의 黃色種 品種間交雜과 5個의 白色種 品種間交雜種 및 이들의 F_2 및 F_3 와 더불어 各 兩親品種 및 標準複交雜種 등을 1963年雨期와 1963~64年乾期에 걸쳐 生産力檢定을 하였다. 다만 前者試驗은 몹시 強한 颱風의 被害때문에 有效한 成績을 얻지 못하였다.

(2) 品種間 交雜種의 F_1 에서 Heterosis는 아주 顯著하여 兩親의 平均値에 比하여 39.9%의 增收를 나타내었고 F_2 의 收量減少는 平均 30.3%였으며 F_3 는 平均 27.2%이었다.

(3) F_2 와 F_3 世代에서는 相當한 程度의 減收가 나타나서 平均하면 F_2 는 17.6% 그리고 F_3 는 20.7%의 減收를 보여 주었다. 이 두世代에서의 Heterosis 弱勢는 2水準으로 表現되었는데 4個의 組合에서는 10.9%, 그리고 나머지 12個組合에서는 22.0%이었다. 1個黃色種組合 Cuban Yellow Flint×Hawaiian Flinty Dent와 3個白色種組合 Bicol White Flint×Eto Blanco, College White Flint×Eto Blanco 및 Bicol White Flint×Nariño 33b 등은 各各 標準複交雜種인 Philippine Hybrid No. 1 및 Philippine Hybrid No. 4와 비슷한 收量性을 나타내었다.

(4) Hardy-Weinberg 法則이 明示하는바와 같이 Panmixis의 境遇 遺傳의平衡(Genetic equilibrium)이 F_2 에서 이루어 지는 것은 明確한 것으로서 F_2 와 F_3 의 收量사이에는 어떠한 有意性도 發見되지 않았다.

(5) 以前試驗에서와 같이 Hawaiian Flinty Dent는 現 獎勵複交雜種인 Philippine Hybrid No. 1과 거의 同一한 收量을 보여 주었으므로 將次 育種事業에 좋은 資料가 될 것으로 믿는 바이다.

引用文獻

- Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. Chap. 24, pp.303-322. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Beal, W.J. 1877. Report of the Professor of Botany and Horticulture. Cited in Corn and Corn Improvement. Chap. 5, pp.226. New York: Academic Press, Inc.
- Bueno, A.J. 1950. Comparative test of two first-generation double crosses and one three-way cross of regional strains of native yellow flint corn. (Thesis presented for graduation with the degree of Bachelor of Science in Agriculture from the College of Agriculture. (Unpublished.).
- Cowan, J.R. 1943. The value of double-cross hybrids involving inbreds of similar and diverse genetic origin. Sc. Agric. 23(5): 287-296.
- East, E.M. 1936. Heterosis. Genetics 21:375.
- , and H.K. Hayes. 1912. Heterozygosis in evolution and in plant breeding. USDA Bur. Plant Ind. Bull. 243.
- Eckardt, R.C. and A.A. Bryan. 1940a. Effect of method of combining the four inbred lines of a double cross of maize upon the yield and variability of the resulting hybrids. Jour. Am. Soc. Agron. 32:347-353.
- Gologan, I., N. Cojencanu, and N. Scumpu. 1957. Some observations on the decline in hybrid vigor in the F_2 of maize hybrids. Plant Breeding Abst. 30(3):520.
- Gowen, J.W. 1952a. Heterosis. Iowa State Col. Press.
- Hayes, H.K. 1926. Present day problems in corn breeding. Jour. Am. Soc. Agron. 18:344-363.
- , and I.J. Johnson. 1939. The breeding of improved selfed lines of corn. Jour. Am. Soc. Agron. 31:710-724.
- , and R.J. Garber. 1919. Synthetic production of high protein corn in relation to breeding. Am. Soc. Agron. Jour. 11:309-318.
- Hull, F.H. 1944. Recurrent selection for specific combining ability in corn. Jour. Am. Soc. Agron. 36:989-990.
- Hull, F.H. 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. Jour. Am. Soc. Agron. 37:134-145.
- Jesena, C.C., Jr. 1962. Hybrid vigor in F_1 varietal crosses from local and introduced corn varieties. (Thesis presented for graduation with the degree of M.S.A. from University of the Philippines. (Unpublished.).
- Kiesselbach, T.A. 1933. The possibilities of modern corn breeding. Proc. World Grain Exhib. and Conf., Canada 2:92-112. Cited in Corn and Corn Improvement. Chap. 5, pp.245. New York: Academic Press, Inc.
- , 1960. Performance of advanced generation corn hybrids. Agron. Jour. 52: 29-32.

18. Kinman, M.L. and G.F. Sprague. 1945. Relation between number of parental lines and theoretical performance of synthetic varieties of corn. *Jour. Am. Soc. Agron.* 37:341-351.
19. Manuel, B.B. 1949. The production and performance test of first generation hybrids of six strains of native yellow flint corn. (Thesis presented for graduation with the degree of Bachelor of Science in Agriculture from the College of Agriculture. Unpublished.).
20. Mendiola, N.B. 1914. Hybridization of Corn. *The phil. Agric. and Forester* 3:165-171, 174-177.
21. Neal, N.P. 1935. The decrease in yielding capacity in advanced generations of hybrid corn. *Jour. Am. Soc. Agron.* 27:667-670.
22. Penny, L.H., W.A. Russell, and G.F. Sprague. 1962. Types of geneaction in yield heterosis in maize. *Crop Sci.* 2(4):341-344.
23. Powers, L. 1941. Inheritance of quantitative characters in crosses of two species of *Lycopersicon*. *Jour. Agric. Res.* 63:149-174.
24. Richey, F.D., G.H. Stringfield, and G.F. Sprague. 1934. The loss in yield that may be expected from planting second generation double crosses seed corn. *Jour. Am. Soc. Agron.* 26: 196-199.
25. Robinson, H.F. and C.C. Cokerham. 1961. Heterosis and inbreeding depression in populations involving two open-pollinated varieties of maize. *Crop Sci.* 1(1):68-71.
26. Sprague, G.F. and M.T. Jenkins. 1943. A comparison of synthetic varieties, multiple crosses and double crosses in corn. *Jour. Am. Soc. Agron.* 35:137-147.
27. —————. and P.A. Miller. 1950. A suggestion for evaluating current concepts of the mechanism of heterosis in corn. *Agron. Jour.* 42:161-162.
28. Valcinkov, V. 1960. Some questions of intervarietal hybridization in maize. *Plant Breeding Abst.* 31(4):861.
29. Wellhausen, E.J. 1956. Improving American corn with exotic germplasm. *Proc. of Elevent Ann. Hyb. Corn Ind. Res. Conf.* 11:85-96.
30. Wright, S. 1922. The effects of inbreeding and crossbreeding on guinea pigs. *USDA Bull.* 1121.
31. Wu, Shae-Kwei. 1939. The relationship between the origin of selfed lines of corn and their value in hybrid combinations. *Jour. Am. Soc. Agron.* 31:131-140.