

二面交配에 의한 黄色種담배 (Nicotiana tabacum L.) 의 量的 形質 에 對한 遺傳 分析

I. F_1 , F_2 , F_1 半數體 世代間 一般組合 能力 效果의 相關

李 承 哲

Diallel Analysis of Quantitative Characters of Flue-cured Tobacco Varieties (Nicotiana tabacum L.)

I. Correlations between parental GCA effects of F_1 , F_2 and haploid of F_1 generations.

S. C. Lee

Daegu Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute.

(Received Mar. 27, 1982)

Abstract

Six flue-cured cultivars of Nicotiana tabacum L., 15 possible F_1 hybrids and 15 F_2 populations among them, and 15 haploid populations of F_1 hybrids and 6 haploid from parents, were evaluated.

The variances of general combining ability were predominant for all characters studied in F_1 hybrid and F_2 population, and in haploid populations of F_1 hybrids except leaf width, value and reducing sugar.

There were significant correlations between generations in variances and ranks of parental GCA effects estimated from general combining ability analysis of F_1 , F_2 and haploid generation of F_1 hybrids for yield, stem height, days to flower, leaves per plant, value and total alkaloids.

結 論

Sprague와 Tatum은 二面交配에 依하여 自家受精 作物의 組合能力을 一般 및 特定組合能力으로 나누어 分析 하였고³⁾, 그後 이交配方法은 主로 自家受精 作物의 同型接合性 二倍體作物을 對象으로 組合能力 및 遺傳子作用을 研究하기 위하여 發展되어 왔으나^{9, 11, 12, 16, 17)}, 他家受精作物의 異型接合性 또는 倍數性作物의 一般 및 特定組合能力을 分析하는데도 널리 利用되어 왔다^{6, 7, 22, 26, 29, 37, 40)}. 黄色種 담배品種 (Nicotiana tabacum L.)에 있어서도 二面交配에 依하여 組合能力을 分析한 많은 報告가 있으며^{3, 8, 10, 24, 33)}, 大體로 調査한 形質에 있어서 一般組合能力이 特定組合能力보다 顯著히 크게 나타남으

로 有用한 交配母本 또는 初期世代의 組合選抜이 同型接合性 品種育成에 有効한 것으로 알려져 있다.

담배作物의 半數體育種法은 育種年限을 短縮시키는데 큰意義가 있으며, 담배育種에 實用的으로 利用되고 있다^{1, 4, 20, 31)}.

著者는 F_1 , F_2 , F_1 半數體世代에서의 一般 및 特定組合能力의 變異程度와 品種이 나타내는 一般組合能力效果의 世代間 相關程度를 알기 위하여 黄色種 6個品種의 二面交配로 얻은 15個組合의 F_1 , F_2 , F_1 半數體를 材料로 試驗하였던바 그 結果를 報告하는 바 이다.

材料 및 方法

供試品種은 黃色種담배 育種資料로 重要視되는 品種中에서 立枯病 抵抗性인 Bright Yellow104 (BY104), Coker 86, Coker 347, 立枯病 抵抗性이며 超多収性인 Speight G28-Mammoth (Sp. G28-Mam) 그리고 良質品種인 Mc Nair 944와 Hicks를 選定하여 二面交配하였다. 담배作物의 主要形質에 있어서 母本效果는 認定되지않는 것으로 알려져 있으므로^{24, 27, 28}, 正逆交雜은 實施하지 않았다.

雜種世代 및 F₁ 半數體 植物의 育成은 1980年 2月 25日에 交配親을 播種하여 7~8月에 二面交配를 實施하였고, 9月 中旬에 親6品種과 15組合의 F₁ 種子를 採種하였다. 採種한 F₁ 種子中 一部를 F₂ 種子 및 F₁ 半數體 植物을 生産하기 위하여 1980年 9月 25日 溫室에서 播種하였으며, 이때 交配親의 半數體植物을 育成하기 위하여 親品種도 同時에 播種하였다. F₂ 種子是 1981年 2月 中旬에 採種하였다. F₁ 및 交配親의 藥培養은 1981年 1月 10日 부터 始作하였으며, 1981年 3月 1日에 F₁, F₂ 및 交配親의 種子를 播種하여, 4月 1日 F₁ 및 交配親의 半數體植物과 同時에 假植을 實施하였고 4月 28日에 Vinyl 一般被覆으로 本圃에 移植하였다.

本圃에서의 試驗區配置는 F₁, F₂, F₁ 半數體 世代를 各各 主區로 하고, F₁ 및 F₂ 區에는 各各 F₁ 및 F₂ 組合과 交配親을 그리고 F₁ 半數體區에는 F₁ 半數體와 交配親 및 交配親의 半數體를 任意配置한 分割區 3反復으로 設計하였다. 區當株數는 F₁, 交配親 그리고 交配親의 半數體는 各各 16株, F₂와 F₁ 半數體는 32株로 하였다. 栽植距離는 90×45cm, 本圃施肥量은 10a當 煙草用 複合肥料 (10-15-20) 100kg을 施用하였고 其他 栽培方法은 韓國人蔘煙草研究所 黃色種담배 栽培方法¹³에 準하였다.

半數體 植物의 誘起는 Nitsch와 Nitsch²⁹의 二期에

該當하는 花曹를 採取 Nakamura等³⁰의 培地를 넣은 三角플라스크에 藥을 接種하여 培養하였으며, 培養室의 溫度는 25℃, 照度는 3000Lux로 하고 培地의 乾燥를 考慮하여 還風은 最少로 하였다.

生育特性 調査는 韓國人蔘煙草研究所 調査基準¹⁴에 準하였으며, 全alkaloids는 Cundiff와 Markunas方法⁸, 還元糖은 Nelson-Somogy方法¹⁵에 依하였고 試料는 葉分 等級別로 採取한 葉의 中骨을 除去後 混合 粉碎하여 供試하였다. 調査한 形質에 對한 組合能力 檢定은 Griffing의 Method 2, Model I⁹에 依하였다. ①

結果

調査한 形質에 對한 一般 및 特定組合能力의 分散을 算出한 結果는 表1과 같다. F₁ 世代에 있어서는 葉幅을 除外한 모든 形質의 一般組合能力이 1%水準에서 그리고 特定組合能力에 있어서는 幹長이 5%水準, 開花日數와 株當葉數가 1%水準에서 有意性이 認定되었다. F₂ 世代에서는 調査한 모든 形質의 一般組合能力이 1%水準에서 그리고 特定組合能力은 開花日數와 還元糖이 5%水準, 幹長과 株當葉數가 1%水準에서 有意性이 認定되었다. F₁ 半數體 世代에서는 葉幅 및 價格을 除外한 모든 形質의 一般組合能力이 1%水準에서 그리고 特定組合能力은 開花日數와 葉長에서 5%水準, 收量, 葉幅, 還元糖이 1%水準에서 有意性이 認定되었다. 또한 F₁ 및 F₂ 世代에서는 一般組合能力의 分散量이 特定組合能力의 分散量보다 顯著히 크게 나타난 反面 F₁ 半數體 世代에서는 葉幅, 價格, 還元糖에 있어서 特定組合能力의 分散量이 一般組合能力의 分散量보다 더크게 나타났으며, 收量 및 全alkaloids에 있어서는 F₁ 및 F₂ 世代와 比較할 때 特定組合能力의 分散量이 相對的으로 相當히 크게 나타난 便이었다.

Table 1. Estimates of variances of general and specific combining ability for F₁, F₂ and haploid of F₁.

Gene-ration	Component	df	Yield	Stem height	Days to flower	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Value	Total alkaloids	Reducing Sugar
F ₁	GCA	5	964.37**	683.74**	130.41**	42.49**	9.21**	3.45	57,180.90**	1.96**	4.09**
	SCA	15	60.46	102.13	11.36	1.71**	6.25	1.17	1,127.05	0.03	0.37
	Error	40	84.90	40.86	2.79	0.40	3.64	1.64	12,381.46	0.16	0.42

二面交配에 의한 黄色種담배 (*Nicotiana tabacum* L.)의 量的
形質에 對한 遺傳分析

F ₂	GCA	5	1,023.40 ^{**}	564.80 ^{**}	164.96 ^{**}	59.04 ^{**}	12.10 ^{**}	4.02 ^{**}	757,755.60 ^{**}	1.30 ^{**}	3.11 ^{**}
	SCA	15	55.43	89.00 ^{**}	4.96 [*]	2.40 ^{**}	3.12	0.54	278,026.70	0.04	0.76 ^{**}
	Error	40	115.47	27.19	2.45	0.62	1.73	0.71	213,452.28	0.09	0.39
Haploid of F ₁	GCA	5	1,309.44 ^{**}	583.76 ^{**}	178.14 ^{**}	69.56 ^{**}	13.30 ^{**}	1.31	13,394.90	3.13 ^{**}	3.68 ^{**}
	SCA	15	853.19 ^{**}	47.06	13.80 [*]	1.85	6.12 [*]	9.03 ^{**}	18,332.81	0.75	5.60 ^{**}
	Error	40	115.17	25.48	6.10	1.17	2.51	0.76	18,482.52	0.42	1.03

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

表2는 一般組合能力 效果를 品種別로 算出한 것으로 F₁, F₂, F₁ 半數體 世代에 있어서 效果의 方向은 大概 一致하고 있는 傾向이나 一致하지 않는 境遇도

多少 있었다. 그러나 世代別로 一般組合能力 效果의 方向이 相異한 것중 Hicks의 還元糖을 除外하고는 모두 有意성이 認定되지 않았다.

Table 2. Estimates of general combining ability effects for F₁, F₂ and haploid of F₁.

Cultivar	Generation	Yield	Stem height	Days to flower	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Value	Total alkaloids	Reducing sugar
BY 104	F ₁	- 9.98*	3.15	0.43	- 0.59*	- 0.12	0.56	-15.63	0.40*	0.68*
	F ₂	-11.65*	- 1.64	- 0.26	- 0.82*	- 0.78	0.64	-14.14	0.26*	0.87*
	Hap. of F ₁	- 9.27*	- 2.65	- 0.53	- 1.38*	- 1.83*	- 0.07	-28.34	0.57*	0.44
Coker 347	F ₁	- 5.08	- 2.16	- 1.03	- 1.28	1.57*	- 0.50	-35.70	0.16	- 0.49*
	F ₂	- 2.60	- 5.48*	- 1.68*	- 1.02*	2.21*	- 0.43	-31.54	0.23*	- 0.33
	Hap. of F ₁	-12.39*	- 0.85	- 1.28	- 0.52	1.50*	- 0.13	-42.22	0.31	- 0.98*
Mc Nair 944	F ₁	0.72	- 6.06*	- 1.24	- 0.62*	- 1.75*	- 0.20	142.85*	0.04	0.65*
	F ₂	0.60	- 5.11*	- 0.18	- 0.51*	- 1.43*	0.96	99.80*	0.01	0.30
	Hap. of F ₁	5.62	- 5.20*	- 0.32	- 0.97*	- 1.16*	0.50	49.71	- 0.18	0.62
Hicks	F ₁	-10.06*	-13.36*	- 5.57*	- 3.03*	0.22	0.33	30.07	0.46*	0.43*
	F ₂	-12.01*	- 7.70*	- 6.43*	- 3.19*	0.02	- 0.50	18.74	0.40*	- 0.33
	Hap. of F ₁	-11.08*	-10.80*	- 6.99*	- 3.23*	- 0.17	- 0.12	43.63	0.61*	0.66*
Coker 86	F ₁	5.96	5.50*	0.51	0.48*	0.32	0.75	- 8.28	- 0.17	0.28
	F ₂	9.42*	5.69*	0.94	0.61*	- 0.13	0.18	22.26	- 0.20*	0.35
	Hap. of F ₁	8.22*	6.33*	1.47	0.68*	0.91	0.42	12.61	- 0.29	- 0.22
Sp. G 28- Mam	F ₁	18.44*	12.93*	6.88*	4.04*	- 0.24	- 0.94*	-13.31	- 0.89*	- 1.16*
	F ₂	16.24*	14.24*	7.61*	4.93*	0.11	- 0.85	-95.12*	- 0.70*	- 0.86*
	Hap. of F ₁	18.90*	13.17*	7.64*	5.42*	0.75	- 0.60*	-35.39	- 1.02*	- 0.52
SE(σ̂)	F ₁	3.91	2.063	0.539	0.203	0.615	0.412	35.91	0.130	0.209
	F ₂	4.19	1.682	0.505	0.253	0.424	0.617	38.91	0.095	0.201
	Hap. of F ₁	3.46	1.629	0.797	0.334	0.511	0.282	43.88	0.208	0.227

* Variance larger than twice standard error.

品種別로 各形質의 一般組合能力 效果를 보면 BY 104는 収量, 株当葉數에서 負의 方向 그리고 全alkaloids, 還元糖이 正의 方向으로 有意性이 認定되었다. Coker 347은 葉長에서 正의 그리고 還元糖에서 負의 方向으로 有意性이 認定되었다. Mc Nair 944는 幹長과 葉長에서 負 그리고 價格에서 正의 方向으로 有意性이 認定되었다. Hicks는 収量, 幹長, 開花日數,

株当葉數에서 負, 全alkaloids와 還元糖이 正의 方向으로 有意性이 認定되었다. Coker86은 収量, 幹長, 株当葉數에서 正의 方向으로 有意性이 認定되었다. Sp. G 28-Mam는 収量, 幹長, 開花日數, 株当葉數에서 正의 그리고 葉幅, 全alkaloids, 還元糖에서 負의 方向으로 一般組合能力 效果에 有意性이 認定되었다.

Table 3. Correlations between parental GCA effects estimated from the combining ability analysis of F_1 , F_2 and haploid of F_1 generations.

Character	Generation	F_2	Haploid of F_1
Yield	F_1	0.98**	0.95**
	F_2		0.91*
Stem height	F_1	0.92*	0.95**
	F_2		0.95**
Days to flower	F_1	0.99**	0.98**
	F_2		0.99**
Leaves per plant	F_1	0.99**	0.99**
	F_2		0.99**
Leaf length	F_1	0.91*	0.68
	F_2		0.80
Leaf width	F_1	0.49	0.57
	F_2		0.79
Value	F_1	0.98**	0.83*
	F_2		0.84
Total alkaloids	F_1	0.97**	0.98**
	F_2		0.98**
Reducing sugar	F_1	0.92*	0.72
	F_2		0.50

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

形質別로 交配親의 一般組合能力 效果의 世代間 相關係數는 表3과 같다. F_1 과 F_2 世代 間에는 葉幅을 除外한 모든形質이 $\gamma=0.91\sim0.99$ 로 5% 또는 1%水準에서 有意性이 認定되는 正의 相關係數를 나타내었다. F_1 및 F_2 와 F_1 半數體世代 間에는 収量, 幹長,

開花日數, 株当葉數, 價格, 全alkaloids에 있어서 $\gamma=0.83\sim0.99$ 로 5% 또는 1%水準에서 有意한 正의 相關係數를 나타내었으며, 葉長, 葉幅, 還元糖은 $\gamma=0.57\sim0.72$ 로서 有意性이 認定되지 않았다.

Table 4. Correlations between the ranks of parental GCA effects estimated from the combining ability analysis of F_1 , F_2 and haploid of F_1 generations.

Character	Generation	F_2	Haploid of F_1
Yield	F_1	1.00**	0.83*
	F_2		0.83*
Stem height	F_1	0.94**	0.94**
	F_2		0.83*
Days to flower	F_1	0.83*	0.83*

二面交配에 의한 黄色種담배 (*Nicotiana tabacum* L.)의 量的
形質에 대한 遺傳分析

Leaves per plant	F ₂	0.94**	1.00**
	F ₁		0.94**
Leaf length	F ₂	0.60	0.83*
	F ₁		0.71
Leaf width	F ₂	0.49	0.77
	F ₁		0.66
Value	F ₂	0.94**	0.89*
	F ₁		0.94**
Total alkaloids	F ₂	1.00**	0.89*
	F ₁		1.00**
Reductng sugar	F ₂	0.91*	1.00**
	F ₁		0.54
	F ₂		0.25

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

形質別 交配親의 一般組合能力 効果의 順位에 對한 世代間의 相関關係는 表4와 같다. F₁과 F₂ 世代間에 있어서는 収量과 全alkaloids에서 正의 完全相関을, 幹長, 開花日數, 株當葉數, 價格, 還元糖이 $\gamma = 0.83 \sim 0.91$ 로서 5% 또는 1%水準에서 有意한 正의 相関關係를 나타내었으며, 葉長, 葉幅에서는 有意성이 認定되지 않았다. F₁과 F₂ 半數體 世代間에 있어서는 全alkaloids에서 正의 完全相関을 나타내었고 幹長, 株當葉數, 價格에서는 모두 $\gamma = 0.94$ 로서 1%水準에서 그리고 収量, 開花日數는 $\gamma = 0.83$ 으로 5%水準에서 有意성이 認定되는 正의 相関關係를 나타내었고, 葉長, 葉幅, 還元糖에서는 $\gamma = 0.54 \sim 0.71$ 로서 有意성이 認定되지 않았다. F₂와 F₁ 半數體 世代間에 있어서는 開花日數와 全alkaloids에서 正의 完全相関을 나타내었고, 収量, 幹長, 株當葉數, 價格에서 $\gamma = 0.83 \sim 0.89$ 로서 5%水準에서 有意성이 認定되는 正의 相関關係를 나타내었으며, 葉長, 還元糖은 各 各 相関係數가 0.77 및 0.25로서 有意성이 認定되지 않았다.

考 察

F₁ 및 F₂ 世代의 調査한 모든 形質에서 一般組合能力에 (表1) 有意성이 認定되는 것은 많은 研究者들의 報告^{3, 5, 10, 21, 23, 24, 27, 33, 39}와 一致되는 傾向이었다. 特定組合能力에 있어서는 幹長, 開花日數, 株當葉數가 F₁과 F₂에서 그리고 還元糖은 F₂에서만 有意성이 認定되고 있는데 이러한 結果는 黄色種에 있어서 岡²²가 葉數, 開花日數, 幹長에서, Matzinger等²¹과 Gwynn¹⁸이 開花日數에서, 江口와 綾部⁹가 幹長에서, B

urley種에 있어서는 Legg等²¹ 및 Matzinger等²⁷이 開花日數에서 그리고 Vandenberg와 Matzinger³⁹가 黄色種과 TI品種間의 二面交配에서 開花日數, 葉長等의 特定組合能力에 有意성이 認定되었다는 報告와 大概 같은 樣相이었다.

또한 담배品種은 近視交配로 育成되어 왔으므로 相加的인 遺傳子效果가 主된 것이며, 優性이나 上位性에 依한 分散은 比較的 적은 것으로 알려져 있으나^{5, 10, 24, 27, 34}, Jinks¹⁶는 *Nicotiana rustica*를 材料로 開花日數, 葉長에서 優性效果의 分散이 相加的 效果 分散의 1/2 이나 되었다고 하였다. Matzinger²⁸도 SC 58 × Dixie Bright 244를 材料로 分析한 結果 幹長에 있어서 相加的 效果의 相互作用에 依한 上位性에 有意성이 認定된다고 하였다. 또한 Matzinger²⁶는 黄色種 Hicks × Coker 139組合를 材料로 分析한 結果 幹長과 葉長에서 相加的 效果의 相互作用에 依한 上位性에 有意성이 認定되며, 有意성은 認定되지 않았으나 開花日數에 있어서 優性分散이 相加的 分散보다 顯著히 크게 나타났다고 하였다.

Vandenberg와 Matzinger³⁸, 岡²², 江口와 綾部⁹ 등은 담배作物에 있어서 相加的 分散이 主된 것이며, 一般的으로 非相加的 遺傳子作用은 有意성이 認定되지 않지만 遺傳的으로 多樣한 品種間의 交配時에는 優性效果가 커지며 特定組合能力에 有意성이 認定될 可能性이 크다고 하였다. 本 試驗에 있어서 比較的 많은 形質(幹長, 開花日數, 株當葉數, 還元糖)에서 特定組合能力에 有意성이 認定되는 것도 特性이 多樣한 品種들을 供試한데 基因되었을 것으로 생각된다.

F₁ 半數體 世代에서의 一般組合能力은 収量, 幹長,

開花日數, 株當葉數, 葉長, 全alkaloids, 還元糖에서 有意性이 認定되어 價格을 除外하고는 F_1 및 F_2 世代와 큰 差異가 없다. 그러나 特定組合能力에 있어서 F_1 이나 F_2 에서 有意性이 認定되지 않는 収量, 葉長, 葉幅에서 有意性이 認定되며, 特히 葉幅, 價格 還元糖에서 一般組合能力의 分散보다 더 크게 나타났다. 収量과 全alkaloids에 있어서는 F_1 이나 F_2 에 比하여 特定組合能力의 分散量이 相對的으로 顯著히 크게 나타났다.

F_1 半數體 世代에서 特定組合能力의 分散이 크게 나타난 葉幅, 價格, 還元糖과 F_1 및 F_2 에 比하여 相對的으로 크게 나타난 収量, 全alkaloids는 半數體倍加系統의 變異幅 및 半數體 增減率이 큰 形質들로¹⁹⁾,²⁰⁾ 半數體 誘起過程中에 일어날 수 있는 突然變異에 依한 分散이 非相加的인 分散에 加算된데 基因된 것으로 생각된다.

F_1 , F_2 그리고 F_1 半數體 世代에 있어서 各 形質에 對한 交配親別 一般組合能力 效果에 있어서(表2) 有意性이 認定되면서 世代間에 效果의 方向이 反對인 品種은 하나도 없었다. 그러나 有意性은 認定되지 않으나 效果의 方向 다른 品種이 많은 形質인 葉長(3 品種), 葉幅(3 品種), 還元糖(2 品種)을 除外한 収量, 幹長, 開花日數, 株當葉數, 價格, 全alkaloids는 F_1 및 F_2 와 F_1 半數體間의 品種別 一般組合能力 效果의 相関(表3) 및 그 順位相関(表4)에 있어 5% 또는 1% 水準에서 認定되었다. F_1 과 F_2 間에는 效果의 相関에서 葉幅을 除外한 모든 形質이, 順位相関에서는 葉長, 葉幅을 除外한 모든 形質에서 有意한 正의 相関關係를 나타내며, 順位相関에 있어서 収量の F_1 과 F_2 間, 開花日數의 F_2 와 F_1 半數體間 그리고 全alkaloids의 F_1 , F_2 , F_1 半數體世代 相互間에는 正의 完全相関을 나타내었다. 따라서 収量, 幹長, 開花日數, 株當葉數, 價格, 全alkaloids 등의 形質은 F_1 , F_2 , F_1 半數體가 나타내는 一般組合能力의 效果와 方向이 같은 樣相인 것으로 생각된다. 또한 二倍體와 半數體間에 높은 正의 相関이 있는¹⁸⁾ 이들 形質들이 異型接合性에 依한 雜種強勢가 作用하지 않는 半數體世代와 F_1 및 F_2 世代間에 品種의 一般組合能力 效果의 相関이 正의 方向으로 認定된다는 것은 同型接合性 담배品種 育成에 있어서 이들 形質에 對한 初期世代의 一般組合能力 效果에 依한 交配母本 選抜이 效果的이라는 것을 나타내는 것으로 考察된다.

本試驗 遂行에 있어서 指導하여 주신 美國 Oxford 試驗場 Chaplin 博士님, 慶北大學校 金垠椿 教授님, 大邱試驗場 李廷德 場長님 그리고 成分分析 및 資料整理를 도와준 大邱試驗場 研究員 여러분께 깊은 謝意를 表하는 바입니다.

結 論

黃色種 6個品種과 그들의 半數體, 6個品種의 二面交配로 얻은 15個組合의 F_1 , F_2 , F_1 半數體를 材料로 一般 및 特定組合能力和 品種의 一般組合能力 效果에 對한 世代間 相關係數를 算出 하였다.

F_1 과 F_2 世代에서는 調査한 모든 形質에서, F_1 半數體 世代에서는 葉幅, 價格, 還元糖을 除外한 모든 形質에서 一般組合能力의 分散이 特定組合能力의 分散보다 크게 나타났다.

収量, 幹長, 開花日數, 株當葉數, 價格, 全alkaloids는 F_1 , F_2 , F_1 半數體 間에 交配親의 一般組合能力 效果와 그 順位에 있어 有意한 正의 相関關係를 나타내었다.

引 用 文 獻

1. Burk, L. G. and J. F. Chaplin. *Crop Sci.*, 20 : 334-338 (1980).
2. Burk, L. G. and D. F. Matzinger. *J. Heredity*, 67 : 381-384 (1976).
3. Chaplin, J. F. *Tob. Sci.*, 10 : 126-130 (1966).
4. Chin Wu and Hsueh Pao. *Peking Inst. of Botany*. 16 (14) : 300-303 (1975).
5. Cundiff, R. H. and P. C. Marcunas. *Anal. Chem* 27 : 1650-1653 (1955).
6. Dessureaux, L. *Can. J. Genet. Cytol.*, 1 : 94-101. (1959).
7. Dunn, G. M. and J. A. Wright. *Crop Sci.*, 10 : 56-58 (1970).
8. 江口添三, 綾部富雄, 盤田たばこ試驗場報告. 2 : 63-72 (1969).
9. Griffing, B. *Aust J. Biol. Sci.*, 9 : 463-493 (1956).

10. Gwynn, G. R. *Tob. Sci.*, 10 : 149-153 (1966).
11. Hayman, B. I. *Genetics*. 39 : 789-809 (1954).
12. Hayman, B. I. Agricultural Research Council's Unit of Biometrical Genetics, Department of Genetics, University of Birmingham. : 63-83 (1957).
13. 韓國人蔘煙草研究所. 研究事業計劃書 (煙草分野) : 3-4 (1980)
14. 韓國人蔘煙草研究所. 研究事業計劃書 (煙草分野) : 15-23 (1980).
15. 福井作藏, 還元糖の定量法 : 10-12 (1973).
16. Jinks, J. L. *Genetics*. 39 : 767-788 (1954).
17. Jinks, J. L. and B. I. Hayman. *Maize Genetics News Letter*. 27 : 48-54 (1953).
18. 角谷直人, 綾部富雄, 盤田たばこ試験場報告. 5 : 109-120 (1973).
19. 琴完洙, 諸商律. 煙草学会誌, 3 : 41-48 (1981)
20. 李承哲, 陣晶義, 安東明, 李相夏. 韓國煙草研究所 研究論文集. 1 : 9-13 (1979).
21. Legg, P. D., G. B. Collins, and C. C. Litton. *Crop Sci.*, 10 : 705-707 (1970).
22. Levings, C. S. III, and J. W. Dudley. *Crop Sci.* 3 : 532-535 (1963).
23. Marani, A. and Y. Sachs. *Crop Sci.*, 6 : 19-22 (1966).
24. Matzinger, D. F., T. J. Mann, and C. C. Cockerham. *Crop. Sci.*, 2 : 383-386 (1962).
25. Matzinger, D. F. *Crop Sci.*, 8 : 732-735 (1968).
26. Matzinger, D. F., T. J. Mann, and H. F. Robinson. *Agron. J.* 52 : 8-11 (1960).
27. Matzinger, D. F., E. A. Wernsman, and H. F. Ross. *Crop Sci.*, 11 : 275-279 (1971).
28. Miller, J. D. *Crop Sci.*, 8 : 41-43 (1968).
29. Miller, J. D. *Crop Sci.*, 17 : 545-547 (1977).
30. Nakamura, A., T. Yamada, N. Katotani, R. Itagaki, and M. Oka. *Sabrao J.* 6 (2) : 107-131 (1974).
31. 中村明夫, 山田哲也, 岡克, 立道美朗, 江口添三, 綾部富雄, 小林清, 盤田たばこ試験場報告. 7 : 29-39 (1975).
32. Nitsch, J. P. and C. Nitsch. *Science*. 163 : 85-87 (1969).
33. 岡克. 育種, 9 : 87-93 (1959)
34. Robinson, H. F., T. J. Mann, and R. E. Comstock. *J. Heredity*. 8 : 365-376 (1954).
35. Rotili, P. *Crop Sci.*, 16 : 247-251 (1976).
36. Rotili, P. *Crop Sci.*, 17 : 245-248 (1977).
37. Samuel, G. J. A., R. C. B. Johnston, and A. M. Fletcher. *Theoret. Appl. Genet.*, 42 : 53-61 (1972).
38. Sprague, G. F. and L. A. Tatum. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 34 : 923-932 (1972).
39. Vandenberg, P. and D. F. Matzinger. *Crop. Sci.*, 10 : 437-440 (1970).
40. Wynne, J. C., D. A. Emery, and P. W. Rice. *Crop Sci.*, 10 : 713-715 (1970).