

담배 葯培養에 의한 半數體倍加系統의 特性에 관한 研究

- 遺傳力, 遺傳相關, 經路係數를 中心으로 -

陳 晶 義* · 張 權 烈**

Heritabilities, Genetic Correlations and Path-coefficient Analysis of Some Economic Characters among Dihaploids from Anther Cultured (*Nicotiana tabaccum* L.)

Jin, J. E.* and K. Y. Chang **

ABSTRACT

Dihaploid lines derived from the another of the F_1 of single cross, SC72 x Hicks (*Nicotiana tabaccum* L.) were estimated the variation, heritabilities, genetic correlations and path-co-efficients on agronomic characters and chemical compositions. Dihaploids exhibited reduced vigor and growth when compared with the mid-parent value but had increased nicotine contents, and the range of dihaploids characters were deviated more than that of their parents. Heritabilities of days to flowering, leaves per plant, nicotine contents, leaf size and plant height appeared high value, and the yield, value per kg. and reducing sugar contents were low. There were positive genetic correlations between yield, and value per kg., leaf width, leaves per plant and reducing sugar contents and negative genetic correlations appeared between nicotine contents and the other characters except for index of leaf shape. Path-coefficient analysis of genotypic correlation coefficients showed that leaves per plant and leaf width have a high direct effect, and plant height and days to flowering have a high indirect effect on yield, respectively.

緒 言

自花受精 作物로서 固定系統을 品種으로 利用하는 作物에서는 新品種을 育成하기 위한 母父本의 交雜으로 얻은 雜種個體의 遺傳的 分離狀態가 固定되기까지는 8年 以上이 所要되는 것이 普通이나, 雜種個體의 花粉에서 半數體를 만들어 그 染色體를 倍加하면 바로 固定系統을 얻을 수가 있으므로 短期間에 育種目的을 達成할 수가 있어 育種手段으로 많이 利用되어,

또한 半數體育種法은 突然變異 誘發과 遺傳學 研究에 있어서 形質의 分離比檢定 및 genome 分析 等에 利用되고 있다.⁵⁸⁾

半數體植物의 育成의 研究是 Guha, Maheshwari¹³⁾,¹⁴⁾가 *Datura innoxia*의 花粉으로부터 胚의 誘起에 成功한 以來 이 技術은 담배에 適用되어 Bourgin · Nitsch²⁾, Nakata · Tanaka²⁹⁾, Burk et al.³⁾, Nakamura et al.²⁸⁾ 等의 半數體 誘起方法과 colchicine處理에 의한 染色體倍加가 可能하게 되어 現在는 實用的 規模로 담배 育種에 利用되고 있다.

* 韓國人蔴煙草研究所, ** 慶尙大學校農科大學

* Daegu Exp. Sta., Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Daegu 630, Korea, ** Gyeongsang National University, Jinju 620, Korea

담배 育種에 있어 半數體와 半數體倍加 系統들의 特性變異, 遺傳相關 및 遺傳樣式 等에 관해서 많은 報告가 있으나^{1,4,6,7)} 實際 育種을 遂行하는데 參考하기에는 아직 未洽한 狀態에 있어 本實驗은 半數體 育種을 遂行하는데 基礎資料를 얻기 위하여 半數體倍加 系統에 대한 變異, 遺傳力, 遺傳相關 및 經路係數 等의 分析에 의하여 各形質들의 遺傳現象을 調査 하였든바 얻은 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 實驗에 使用한 材料는 담배 黃色種 品種인 SC72 와 Hicks 그리고 이 2品種을 交配하여 얻은 F₁ 雜種 植物의 莖을 培養하여²⁸⁾ 誘起한 半數體植物을 colchicine 處理法^{3,28)}으로 染色體量 倍加시켜 얻은 30系統 을 供試하였다.

特性檢定은 1979年 韓國煙草研究所 大邱試驗場 園地에서 實施하였으며 3月 6日 温室에서 播種하여 4月 27日 一般 vinyl 被覆으로 移植하였고, 栽植距離는 90 cm × 45 cm로, 施肥量은 窒素, 磷酸 및 加里量 成分量으로 10a當 각各 12.50, 19.75, 25.00kg 을 全量 基肥로 施用하였으며, 收穫은 成熟 進展에 따라 4回에 걸쳐 行하여 Bulk乾燥機로 乾燥하였고, 其他는 韓國煙草研究所 黃色種 標準栽培方法²⁰⁾에 準하였다. 試驗區 配置는 區當 22株를 單畦로 하는 亂塊法 3反復으로 하였다.

調查形質은 ① 開花日數, ② 草長, ③ 收穫葉數, ④ 葉長, ⑤ 葉幅, ⑥ 葉長幅比, ⑦ kg當價格, ⑧ nicotine, ⑨ reducing sugar, ⑩ 收量의 10個 形質이었고 이를 形質中 生育特性은 韓國煙草研究所 調査基準에 準하였고²⁰⁾ 化學的 特性인 nicotine은 Cundiff · Markunas의 方法⁹⁾, reducing sugar는 Somogy法¹⁹⁾에 의하였다.

統計分析中 遺傳力 및 形質相關은 Robinson et al.³⁰⁾, Grafius et al.¹²⁾의 分散分析法에 의하여 推定하고, 經路係數는 Dewey · Lu¹⁰⁾의 方法을 適用하여 算出하였다.

結果 및 考察

交配親인 SC72와 Hicks 그리고 이 組合의 F₁ 雜種植物의 莖으로부터 誘起한 半數體倍加系統들의 量的 形質과 化學的 特性들의 平均值 및 變異範圍를 調査한 結果는 表 1과 같다.

調査된 形質에 있어서 兩親의 變異를 살펴보면 큰 親은 작은 親에 比하여 1.5~37.8%가 크게 나타났으며 reducing sugar가 37.8%로 가장 그 差가 컼고, 收穫葉數 28.7%, kg當價格 16.3%의 順이었고, 그外 特性들은 1.5~14.0%로 나타난데 비하여 半數體倍加系統들의 變異는 가장 작은 系統에 비하여 가장 큰 系統이 19.6~100.1% 크게 나타났으며 形質別로 보면 reducing sugar가 100.0%, nicotine 98.5%,

Table. 1. Means and range for measured characters of SC 72, Hicks and doubled haploid progenies from F₁ of SC 72 × Hicks.

Source	Days to flower-ing	Plant height (cm)	Leaves per plant	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Length /width	Value (won /kg)	Nico-tine (%)	Reducing sugar (%)	Yield (kg/10a)
Parents										
High	65.3	118.1	19.3	67.3	32.8	2.08	1,105	4.66	18.50	231.6
Low	57.3	106.5	15.0	61.5	32.3	1.87	950	4.20	13.43	222.3
Mean	61.3	112.3	17.2	64.4	32.6	1.98	1,028	4.43	15.97	227.0
*H/L × 100	114.0	110.9	128.7	109.4	101.5	111.2	16.3	111.0	137.8	104.2
Dihaploids										
Mean	61.0	110.0	176.6	61.6	30.6	2.02	998	5.43	14.76	194.5
Range										
High	67.0	120.0	22.5	67.9	33.9	2.21	1,211	7.86	19.05	236.2
Low	56.0	98.9	13.9	55.0	27.7	1.84	771	3.96	9.52	133.3
*H/L × 100	119.6	121.3	161.9	123.5	122.4	120.1	157.1	198.5	200.1	177.2
**DM/PM × 100	99.5	98.0	102.3	95.7	93.9	102.0	97.1	122.6	92.4	85.7

* H/L : High parent or dihaploid/Low parent or dihaploid.

** DM/PM : Mean of dihaploids/Mean of parents.

收量이 77.2%, 收穫葉數가 61.9% 等의 順으로 큰 變異를 나타내었으며, 그外 形質들은 19.6%~57.1% 而서 半數體倍加系統이 兩親에 비하여 變異程度가 顯著히 크게 나타났다. 半數體倍加系統들의 形質의 平均值가 兩親의 平均值보다 크게 나타난 生育特性은 收穫葉數와 葉長幅比 뿐으로 각각 2.3% 및 2.0% 크게 나타났으며, 그外 特性들을 모두 작게 나타났고 그중에서도 收量이 14.3%, 葉幅 6.1% 順으로 작게 나타났으며, 化學的 特性에 있어서는 nicotine 22.6% 큰 反面 reducing sugar는 7.6%로 작게 나타났다. 이와 같은 結果는 Arcia et al.¹⁾, Burk et al.³⁾, Nakamura et al.²⁸⁾, Kim, Lee¹⁸⁾ 等의 報告와 대개一致하며, 特히 半數體倍加系統이 慣行 自植系統들에 비하여 生産性이 低下되는 原因은 本 實驗의 統果만으로 考察하기는 어려우나 그 原因에 대하여서 colchicine突然變異誘起說³¹⁾도 排除할 수는 없으나 Burk, Matzinger⁴⁾, Collins et al.⁶⁾은 colchicine을 處理하지 않은 自然의으로 倍加된 系統들도

生産性이 低下된다고 하였으며, Collins et al.⁶⁾ 等은 半數體倍加系統들의 完全한 同型接合性에 關聯된 近交弱勢에 起因될 수 있다고 하였으며, Arcia et al.¹⁾은 半數體 誘起過程에서 일어날 수 있는 突然變異誘發性에 基因될 可能性이 크다고 하였다.

半數體倍加系統들이 兩親에 비하여 Collins et al.⁶⁾, Arcia et al.¹⁾는 收穫葉數는 적고 total alkaloids는 差異가 없다고 報告한 反面 Nakamura et al.²⁸⁾, Kim, Lee¹⁸⁾은 收穫葉數와 total alkaloids가 Burk et al.⁴⁾도 total alkaloids가 많다고 報告되어 材料에 따라 一定한 傾向을 나타내지 않는 것으로 考察된다.

兩親과 半數體倍加系統에 있어서 各形質이 나타낸 變異에 대하여 分散分析을 한바 表2와 같이 兩親間에는 葉幅, kg當價格, nicotine 및 收量을 除外한 他形質은 5% 또는 1% 水準에서有意性이 認定되었고, 半數體倍加系統間에는 모든 形質이 5% 또는 1% 水準에서有意性이 認定되고 兩親對 半數體倍加系統間에는 葉長, 葉幅, nicotine 및 收量에 있어

Table. 2. Analysis of Variance.

Source of variation	d.f	Mean Squares				
		Days to flowering	Plant height	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width
Total	95	9.82	56.10	5.17	14.88	3.94
Replications	2	0.39	88.31*	5.90**	171.10**	50.77**
Entries	31	29.01**	124.02**	13.32**	24.38**	5.92**
Parent (P)	1	96.00**	201.84**	28.16**	50.46**	0.32
Dihaploids(DH)	29	27.68**	123.42**	13.23**	22.80**	5.55**
P vs DH	1	0.54	63.34	1.11	44.03**	22.13**
Error	62	0.55	21.10	1.07	5.10	1.44

Source of variation	d.f	Mean Squares				
		Length /Width	Value	Nicotine	Reducing sugar	Yield
Total	95	0.02	26700.59	1.06	11.35	931.07
Replications	2	0.01	40025.29	0.73	3.75	3185.40**
Entries	31	0.04**	41238.71**	2.47**	17.19*	1558.78**
Parent (P)	1	0.06*	35882.66	0.32	38.51*	130.66
Dihaploids(DH)	29	0.04**	42682.18**	2.44**	16.76*	1458.35**
P vs DH	1	0.01	4734.22	5.58**	8.25	5899.63**
Error	62	0.01	19001.70	0.36	8.67	544.49

* , ** : Significant at the 5% and the 1% level, respectively.

Table. 3. Genetic variances, environmental variances and heritability values for characters measured in dihaploid families from F₁ of SC 72 × Hicks.

	Days to flowering	Plant height	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Length /width	Value	Nicotine	Reducing sugar	Yield
Genetic variances	9.0375	34.2528	4.0395	5.8633	1.3969	0.0105	7172.476	0.6868	2.5739	292.4917
Environmental variances	0.5640	20.6653	1.1137	5.2141	1.3631	0.0055	21164.752	0.3754	9.0372	580.8711
Heritability(%) (h ²)	94.13	62.37	78.37	52.93	50.61	65.63	25.31	64.66	22.17	33.49

서 1% 水準에서 有意性이 認定되었다.

遺傳力を 檢定한 結果는 表 3에서와 같이 開花日數가 94.13%로 가장 높게 나타났으며, 收穫葉數가 78.37%, 葉長幅比 65.63%, nicotine 64.66%, 草長 62.37%의 順으로 높았고, 그外 特性들은 22.17 ~ 52.93%이었다. 담배에 있어서 遺傳力에 대한 報

告는 Gwynn¹⁵⁾은 total alkaloids는 遺傳力이 높아 育種의 初期世代에서도 園場選拔의 效果가 크다고 하였으며, Legg et al.²¹⁾도 園場選拔로서 low alkaloids品種育成이 可能하다고 하였다. Gwynn¹⁵⁾, Matzinger · Wernsman²⁴⁾은 收量의 遺傳力이 크며 園場選拔의 效果가 크다고 報告한 反面 本 實驗에서는 收

Table. 4. Phenotypic, genotypic and environmental correlation coefficients between characters studied on dihaploid progenies.

Characters	Plant height	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Length /width	Value	Nicotine	Reducing sugar	Yield
Days to flowering	rPh	0.5099** 0.8246**	-0.1113	0.2163 -0.3504	-0.0122 -0.6042**	0.1549	0.2024		
	rG	0.6420** 0.8972	-0.2016	0.3677 -0.4624	0.0203 -0.7248	0.3061	0.3979		
	rE	0.2535** 0.5899	0.1551	0.0746 0.0798	-0.1034 -0.3258	0.0647	-0.0355		
Plant height	rPh		0.4938**	0.1484	0.2886 -0.1472	-0.0688 -0.2617	-0.1073	0.1396	
	rG		0.6359	-0.1620	0.4616 -0.4863	-0.3057 -0.4307	-0.3293	0.0829	
	rE		0.1481	0.3427	-0.0696 0.4471	0.0954 0.0811	0.0470	0.1009	
Leaves per plant	rPh			0.0079	0.2554 -0.2640	-0.0897 -0.5416**	0.1017	0.2245	
	rG			-0.1548	0.3539 -0.4082	-0.1929 -0.7105	0.2452	0.5010	
	rE			0.0750	-0.0442 0.1364	0.0040 -0.1389	0.0173	-0.1616	
Leaf length	rPh				0.5188** 0.4599*	0.0282 -0.0873	-0.1746	0.2983	
	rG				0.1744 0.6461	-0.1058 0.0184	-0.2322	0.2937	
	rE				0.5390 0.4600	0.1429 -0.1475	-0.1526	0.1270	
Leaf width	rPh					-0.5165** -0.0076	-0.3229 -0.0244	0.4029*	
	rG					-0.6371 -0.1264	-0.4002 0.1240	0.6104	
	rE					-0.4919 0.0949	-0.2660 -0.0666	0.1236	
Length /Width	rPh						0.0382 0.2625	-0.1516 -0.1260	
	rG						0.0203 0.3378	-0.2738 -0.2323	
	rE						0.0456 0.1454	-0.0937 -0.0192	
	rPh							-0.0666 0.2545	0.2762
Value	rG							-0.2351 0.7264	0.8157
	rE							0.0598 0.1096	0.0795
	rPh							-0.2644 -0.4139*	
Nicotine	rG							-0.2601 -0.7677	
	rE							-0.3339 -0.1039	
Reducing sugar	rPh								0.1922
	rG								0.5574
	rE								0.0874

* , ** : Significant at the 5% and 1% level, respectively.

量의 遺傳力이 33.49 %로서 낮게 나타난 것은 앞으로 계속 檢討되어야 問題로 考察된다. 葉長에 대하여는 Humphrey et al.¹⁷⁾, Matzinger et al.²⁶⁾, Robinson et al.³¹⁾ 等은 葉型의 表現이나 分離는 主로 相加的 遺傳力이 크다고 報告하였다.

各形質相互間의 表現型相關, 遺傳相關, 環境相關을 分析한 結果는 表 4 와 같다.

대체로 遺傳相關의 값이 表現型相關보다 값이 큰 傾向이 있으나 一定하지는 않으며, 形質間의 遺傳相關을 살펴보면 開花日數는 草長과 收穫葉數와, 草長은 收穫葉數와, 收量은 收穫葉數, 葉幅, kg當價格, reducing sugar 및 開花日數와 正의 相關이었고, nicotine은 葉長幅比를 除外할 他形質과 負의 相關을 나타내었다. 以上의 結果로 미루어보아 黃色種 담배의 多收性 品種育成을 위해서는 葉幅이 넓고, 收穫葉數가 많고, 開花日數가 늦은 것이 收量에 크게 影響할 수 있다는 것을 알 수 있으며, 이 結果는 側行品種 및 分離集團을 對象으로 한 Legg et al.²²⁾, Matzinger²³⁾, Matzinger et al.²⁷⁾, Matzinger-Wernsman²⁴⁾

Tadao-Tomio³³⁾, 等의 報告와 대개 1致하는 傾向이며, 半數體倍加系統을 材料로 調查한 Burk-Matzinger⁴⁾, Kim-Lee¹⁸⁾는 收量과 nicotine의 遺傳相關係數가 側行品種 및 分離集團에서 보다 負의 相關關係가 明顯히 낮은 便이라고 報告한 것과는 相異하나, 이것은 供試材料의 差異에 의하여 달라질 수 있겠으나, Burk-Matzinger⁴⁾, Kim-Lee¹⁸⁾ 等이 指摘한 바와 같이 半數體育種으로 收量과 nicotine에 負의 相關이維持되지 않은 系統集團을 얻을 수 있으면 多收性 品種育成에 있어 nicotine含量을 보다 쉽게維持할 수 있다는 큰 利點이 있으므로 앞으로 계속 半數體育種法에 의하여 育成된 系統集團을 對象으로 nicotine과 收量間의 遺傳相關을 檢定할 必要가 있을 것으로 考察된다.

收量과 他形質과의 關係를 相關係數로만 表示한다면 他形質들との 間接作用에 의하여 收量에 미치는 效果를 알 수 없으므로 經路係數의 分析에 依해서 收量構成要素가 收量에 미치는 直接 및 間接效果를 본 바 表 5 와 같다.

Table. 5. Direct and indirect effects, and genotypic correlation coefficients of each character to the yield of dihaploid progenies.

	1 : y	2 : y	3 : y	4 : y	5 : y					
Direct effect	$p_1y - 0.1414$	$p_2y - 0.6040$	p_3y	0.8229	p_4y	0.1869	p_5y	0.6176		
Indirect effect	$r_{12}p_2y - 0.3878$	$r_{12}p_1y - 0.0908$	$r_{13}p_1y$	-0.1268	$r_{14}p_1y$	0.0285	$r_{15}p_1y$	-0.0520		
Indirect effect	$r_{13}p_3y$	0.7383	$r_{23}p_3y$	0.5233	$r_{23}p_2y$	-0.3841	$r_{24}p_2y$	0.0978	$r_{25}p_2y$	-0.2788
Indirect effect	$r_{14}p_4y$	-0.0377	$r_{24}p_4y$	-0.0307	$r_{34}p_4y$	-0.0288	$r_{34}p_3y$	0.1274	$r_{35}p_3y$	0.2912
Indirect effect	$r_{15}p_5y$	0.2265	$r_{25}p_5y$	0.2851	$r_{35}p_5y$	0.2180	$r_{45}p_5y$	-0.1079	$r_{45}p_4y$	0.0324
rG	r_{1y}	0.3979	r_{2y}	0.0829	r_{3y}	0.5010	r_{4y}	0.2937	r_{5y}	0.6104

NOTE : 1. Days to flowering
3. Leaves per plant
5. Leaf width y. Yield
2. plant height
4. Leaf length

收量에 미치는 直接效果는 收穫葉數, 葉幅, 葉長의 順이 있으며, 이것은 收穫葉數가 많고, 葉幅이 넓고, 葉長이 긴 것 일수록 收量에 直接的으로 影響한다는 것을 意味하며, 間接效果를 보면 $r_{13}p_3y = 0.7383$, $r_{23}p_3y = 0.5233$, $r_{34}p_3y = 0.2912$, $r_{25}p_5y = 0.2851$, $r_{15}p_5y = 0.2265$, $r_{45}p_5y = 0.0324$ 等의 값이 큰 것으로 보이 間接效果를 나타내는 順位가 開花日數, 草長이 높고 葉幅, 收穫葉數, 葉長은 다음으로 높은 形質이 있으며, 開花日數와 草長은 直接的으로 收量에 미치는 效果보다는 收穫葉數를 많게 하고 葉幅을 넓게 하는 間接의 作用으로 收量에 影響하는 形質임을 알 수 있다.

담배에 대한 經路係數 分析에 있어서 Heu¹⁶⁾는 開花日數가 直接效果가 크다고 한 反面, Tadao³²⁾는 葉數, 葉長, 葉幅이 直接效果가 크다고 報告하였으나 本 實驗에서는 直接效果는 收穫葉數, 葉幅, 葉長 等 收量의 構成要素들이 크게 나타났으며, 間接效果는 開花日數 및 草長이 크게 나타났다.

따라서 多收性 品種育成에 있어서는 遺傳力이 높으며 收量과 正의 相關이 높고, 直接 및 間接效果가 높은 形質을 重點的으로 選拔 對象形質로 하는 것이 效果의 이므로 本 實驗의 結果로서는 收穫葉數 및 葉幅을 多收性 品種育成의 選拔形質로 하는 것이 效果의 일 것으로 考察된다.

摘 要

담배 黃色種 品種인 SC 72와 Hicks를 교配하여 그 F₁雜種植物의 葉으로부터 誘起한 半數體植物을 倍加시켜 얻은 30系統의 10個量的形質에 대한 變異, 遺傳力, 遺傳相關 및 經路係數의 分析에 依하여 各形質들의 遺傳現象을 본바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 交配親間 各形質의 變異幅은 1.5~37.8% 인데 비하여 半數體倍加系統間에는 19.6%~100.1%로 顯著히 크게 나타났고 平均值에 있어서는 交配親에 비하여 半數體倍加系統들은 nicotine, 收穫葉數 및 葉長幅比가 增加하는 傾向이나 그外 特性들은 低下되는 傾向이었다.

2. 遺傳力은 開花日數 및 收穫葉數는 높게, reducing sugar, kg當價格 및 收量은 낮게, 그外 形質들은 中間值를 나타내었다.

3. 遺傳相關의 값은 表現型相關보다 그 값이 多少 높은 傾向이었고, 收量은 kg當價格, 葉幅, 收穫葉數 및 reducing sugar와는 正의 相關이었고, nicotine은 葉長幅比를 除外한 他形質과는 負의 相關을 나타내었다.

4. 收量과 各形質間의 經路係數를 分析한 結果 收穫葉數와 葉幅이 收量에 미치는 直接效果가 커으며, 間接效果는 開花日數와 草長이 크게 나타났다.

引 用 文 獻

1. Arcia, M. A., E. A. Wernsman and L. G. Burk(1978) Performance of anther-derived dihaploid and their conventionally inbred parents as lines, F₁ hybrid, and in F₂ generation. *Crop Sci.* 18:413-418.
2. Bourgin, J. P. and J. P. Nitsch(1967) Obtention de *Nicotiana* haploids a partir d'stamioes cultivées in vitro. *Ann. Physiol. Veg.* p:377-382.
3. Burk, L. G., G. R. Gwynn and J. F. Chaplin (1972) Diplodized haploids from aseptically cultured anthers of *Nicotiana tabacum*. A colchicine method applicable to plant breeding. *J. Hered.* 63:355-360.
4. Burk, L. G. and D. F. Matzinger(1976) Variation among anther-derived doubled haploids from an inbred line of tobacco. *The Journal Hered.* 67:381-384.
5. Charles, F. M. and G. B. Collins(1974) The use of anther-derived haploids in *Nicotiana*. *Chromosoma(Berl.)* 46:29-36.
6. Collins, G. B., P. D. Legg and M. J. Kasperbauer (1974) Use of anther-derived haploid in *Nicotina*. I. Isolation of breeding lines differing total alkaloids content. *Crop Sci.* 14:77-80.
7. Collins, G. B., P. D. Legg and C. C. Litton (1974) The use of anther-derived haploid line in *Nicotiana*. *Tobacco Sci.* 18:40-43.
8. Collins, G. B. and P. D. Legg(1975) Prospects of using anther-derived haploids and tissue culture methods in tobacco breeding program. *Tob. Res.* 1:35-44.
9. Cundiff, R. H. and P. C. Markunas(1955) Determination of nicotine, nor-nicotine and total alkaloids in tobacco. *Anal. Chem.* 27: 1650-1653.
10. Dewey, D. R. and K. H. Lu(1959) A correlation and pathcoefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agron. J.* 51:515-518.
11. Franzke, C. J. and J. G. Ross(1957) A lineal series of mutants induced by colchicine treatment. *J. Hered.* 48:47-50.
12. Grafius, J. E., W. L. Nelson and Dirks(1952) The heritability of yield in barley as measured by early generation bulked progenies. *Agron. J.* 44:253-257.
13. Guha, S. and S. C. Maheshwari(1964) In vitro production of embryos from anthers of *Datura*. *Nature* 204:497.
14. Guha, S. and S. C. Maheshwari(1966) Cell division and differentiation of embryos in pollen grains of *Datura* in vitro. *Nature* 212: 97-98.
15. Gwynn, G. W.(1963) Relationships among certain agronomic characters and chemical components in a segregating population of tobacco. *Tob. Sci.* 7:1-3.
16. Heu, I.(1972) Studies on ecological variation of tobacco varieties in Korea. *J.K. S. Cr. Sci.* Vol. 11.

17. Humphrey, A. B. D. F. Matzinger and T. J. Mann(1964). Inheritance of leaf shape in flue-cured tobacco. *Heredity* 19:615-628.
18. Kim, Y. C. and S. C. Lee(1980) Heritability and correlation of characters among dihaploids among dihaploids from *in vitro* anther cultured *Nicotiana tabacum* L. Research review of Kyungpook National Univ. 29:469-476.
19. 김 찬호(1979) 담배성분석법. pp. 53-60.
20. 韓國연초연구소(1979) 시험연구설계서.
21. Legg, P. D., J. F. Chaplin and G. B. Collins (1969) Inheritance of percent total alkaloids in *Nicotiana tabacum* L. *J. Hered.* 60:213-217.
22. Legg, P. D., D. F. Matzinger and T. J. Mann (1965) Genetic variation and correlation in a *Nicotiana tabacum* L. synthetic two generations after synthesis. *Crop Sci.* 5:30-33.
23. Matzinger, D. F.(1968) Genetic variability in a flue-cured varieties of *Nicotiana tabacum* L. III. SC 58 x Dixie Bright 244. *Crop Sci.* 8: 732-735.
24. Matzinger, D. F. and E. A. Wernsman(1970) Inheritance and relationships among plant characters and smoke constituents in flue-cured tobacco. Proceedings of the Vth International Tobacco Scientific Congress, Hamburg.
25. _____ and _____(1968) Four cycles of mass selection in a synthetic variety of an autogamous species *Nicotiana tabacum* L. *Crop Sci.* 8: 239-243.
26. Matzinger, D. F., T. H. Mann and C. C. Cockerham(1962) Diallel Crosses in *Nicotiana tabacum* L. *Crop Sci.* 2:283-386.
27. Matzinger, D. F., E. A. Wernsman and C. C. Cockerham(1972) Recurrent family selection and correlated response in *Nicotiana* Dixie Bright 244 x Corer 139. *Crop Sci.* 12:40-43.
28. Nakamura, A., T. Yamada., N. Katotani, R. Itagaki and M. Oka(1974) Studies on the haploid method of breeding in tobacco. *Sabrao J.* 6(2):107-131.
29. Nakata, K. and M. Tanaka(1968) Differentiation of embryooids from developing germ cells of tobacco. *Japan J. Genetics.* 43:65-71.
30. Robinson, H. F., R. E. Comstock and P. H. Harvey(1949) Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. *Agron. J.* 41:353-359.
31. Robinson, H. F., T. J. Mann and R. E. Comstock (1954) An analysis of quantitative variability in *Nicotiana tabacum*. *Heredity.* 8:365-376.
32. Tadao, O.(1970) Path-coefficient analysis of yield components in tobacco. *Bulletin of the Morioka Tob. Exp. Sta.* Vol. 5:1-6.
33. Tadao, O. and A. Tomio(1968) Environmental variation of genetic statistics in fluecured tobacco. *Bulletin of the Iwata Tob. Exp. Sta.* Vol. 1:45-54.