

香嗅味種 잎담배 遺傳에 關한 研究

金 濬 喆 · 黃 周 光

韓國人蔘煙草研究所 水原分所

Heritabilities, Genotypic and Phenotypic Correlations, and Selection Indices in Aromatic Tobacco Varieties (Nicotiana tabacum L.)

Joon Chul Kim and Ju Kwang Hwang

Labs. of Cultivation and Breeding,
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Suweon, Korea
(Received April 10, 1981)

Abstract

To obtain genetic information for breeding aromatic tobacco, broad sense heritabilities, phenotypic, and genotypic correlations were obtained for the following characters; days to flower, plant height, number of leaves, leaf shape and nicotine. Six pure line varieties and the first and second generations of 5 crosses among them were employed in this study.

The heritabilities for number of leaves and nicotine were very high in pure line varieties. However, the heritabilities for days to flower and yield were low in six varieties as well as in F_2 . Genotypic correlations had higher values than phenotypic did. Heritabilities calculated from segregating generations were lower than those from pure varieties, regardless of crosses involved. Positive phenotypic correlations between yield and plant height were observed in all crosses. Same phenomenon was observed with correlations between days to flower and number of leaves.

The genotypic and phenotypic variances and covariances entering into the computation of correlations were used to construct the selection indices for yield. The use and limitation of selection index was also discussed.

緒 論

우리나라는 製造담배의 品質향상을 위하여 每年 많은 量의 香嗅味種 잎담배를 Greece 등에서 輸入하고 있는 실정으므로 이 잎담배의 國內育成이 무엇보다도 시급히 要求되고 있다. 그러나 Orient種의 大部分의 有用形質이 量的遺傳을 함으로써 優良品種選拔을 더욱 어렵게 하여 주고 있다. 量的遺傳에 있어서는 雜種世代的 形質發

現의 幅이 크고 지속적인 것이기 때문에 統計學的인 方法을 導入하여(10) 集團의 分散, 諸形質의 遺傳力과 遺傳相關을 밝혀내어 選拔에 應用하고 있다(9, 11). 또한 여러形質을 同時에 選拔할 때는 選拔指數를 계산하여 動, 植物의 育種에 利用하여 왔다(4). 이밖에도 雜種強勢 效果를 밝혀 選拔效率을 높였으며(2, 3) Orient種 잎담배에 있어서도 대부분의 形질이 황색種과 交配時

雜種強勢 現象을 나타냈다고 보고된 바 있다(1).

本試驗은 香喫味種 育種事業 遂行中 試驗場에서 交配한 여러 香喫味組合들의 收量 및 内容成分의 遺傳力, 諸形質들 간의 表現型 및 遺傳型 相關, 그리고 分離世代에서 同時 選拔을 가능케 하는 選拔指數等을 계산하여 香喫味種 育種의 基礎資料로 利用하려고 實施한 것이다.

材料 및 方法

韓國人 菸草研究所 水原分所에서 保有하고 있는 菸草品種中 6品種을 擇하여 育成品種인 素香, 素香 x를 母本으로 하고 父本으로 Orient種 Basma와 재래種 香草, 寧越葉, 別草를 使用하여 交配를 實施하였다. 6個의 交配親과 5個交配 組合의 F₁, F₂를 材料로하여 1980年 本試驗場 標準栽培法에 準하여 各 品種 및 F₁, F₂를 亂塊法 3反復으로 配置하였으며 母本, 父本 및 F₁은 區當 50個體씩, F₂는 200個體씩을 栽植하였다. 調査個體數는 母·父本 및 F₁은 罹病株 및 兩端의 個體를 除한 區當 10個體씩, F₂는 50個體씩을 個體別로 調査 測定하고 調査된 形質은 開花日數, 草長, 葉數, 葉型指數와 Nicotine 含量이었다.

收穫은 各組合別로 中下葉이 熟期에 達했을때 全體葉數를 收穫하여 약48時間 陰乾後 40℃에서 火乾하였다.

供試된 品種에 對한 遺傳力 計算은 分散分析法에 依하여 遺傳分散(δ²g)과 環境分散(δ²e)을 算出하고 다음式에 依하여 廣義의 遺傳力을 計算하였다. 各形質間 遺傳相關과 表現型相關은 分散分析法의 경우와 마찬가지로 共分散分析에 依하여 形質間 共變異를 遺傳共分散과 環境共分散으로 分割하여 遺傳相關(γg)과 表現型相關(γph)을 다음式에 依해 求하였다.

$$h^2 = \frac{\delta^2 g}{\delta^2 g + \delta^2 e} \quad \gamma g = \frac{\sigma^2_{gxy}}{\sqrt{\sigma^2_{gx} \cdot \sigma^2_{gy}}} \quad \gamma ph = \frac{\sigma^2_{xy}}{\sqrt{\sigma^2_x \cdot \sigma^2_y}}$$

F₂에 있어서 各形質의 遺傳力은 P₁, P₂, F₁ 및 F₂의 分散을 使用하여

$$h^2 = \frac{VF_2 - (VP_1 + VP_2 + VF_1)/3}{VF_2} \quad \text{式에 依해}$$

推定하였다.

選拔指數는 Robinson等(4)의 方法에 依하여 組合別로 算出하였다.

$$\text{即 } b_1 p_{11} + b_2 p_{12} + \dots + b_n p_{1n} = G_1 Y$$

$$b_1 p_{21} + b_2 p_{22} + \dots + b_n p_{2n} = G_2 Y$$

⋮

⋮

⋮

$$b_1 p_{n1} + b_2 p_{n2} + \dots + b_n p_{nn} = G_n Y$$

의 連立方程式을 풀어 選拔指數 I = b₁X₁ + b₂X₂ + ⋯ + b_nX_n로 하는 方法이다. 이때 P는 各形質의 表現型 分散 및 共分散이고 右邊의 G는 遺傳共分散이다.

P₁₁은 形質X₁의 表現型 分散

P₁₂는 形質X₁과 X₂의 表現型 共分散

G₂Y는 形質X₂와 Y와의 遺傳共分散의 各各의 推定值이다.

左邊의 b는 選拔基準이 되는 指數(I)를 計算할 때 形質X 各各에 對한 加重值이다.

結果 및 考察

1. 品種群의 遺傳力 및 形質間의 相互關係

本試驗에 供試된 品種들의 特性은 表1과 같다. 이 中 早熟種으로 韓國재래種인 別草와 育成品種인 素香(Xanthi×別草), 素香 x(Izmir×香草)이고 多葉系로는 Orient 原種인 Basma와 素香 x이고 低Nicotine系로는 Basma, 寧越葉이 있으며 短幹으로 育成品種인 素香과 素香 x였다.

Table 1. Mean values and heritabilities of characters measured for six aromatic tobacco varieties.

Variety	Nicotine (%)	Days to flower	Plant height (cm)	Leaves /plant	Leaf shape (length/width)	Yield (g/plant)
Sohyang x	0.69	80.6	69.4	21.4	1.56	8.4
Byulchio	0.49	79.1	82.2	10.3	1.80	6.7
Basma	0.33	92.1	100.8	25.7	1.95	5.8
Youngwolyub	0.19	82.0	100.5	12.6	1.61	10.6
Sohyang	0.76	80.9	63.4	13.1	1.80	7.3
Hyangchio	1.46	84.1	103.5	12.2	1.78	10.0
LSD .05	0.16	3.3	10.8	2.0	0.08	2.4
.01	0.22	4.7	15.3	2.9	0.12	3.4
Heritability	0.97	0.86	0.90	0.98	0.92	0.62

純系인 品種들을 利用하여 算出한 遺傳力은 (표 1) 非相加的 部分이 포함된 廣義의 遺傳力이므로 全般的으로 높은 값을 보였는데 Nicotine과 葉數의 遺傳力이 특히 높았으며 開花日數와 收量의 遺傳力은 낮았다. 收量에 關한 遺傳力이 낮은 것은 환경에 따라 變動이 심하기 때문이며 大豆, 보리와 水稻 等의 경우도 낮은 것으로 보고 (5, 6, 7, 8) 되어 같은 傾向을 나타냈다.

그런데 遺傳力은 環境, 推定方式, 組合, 地域 및 世代에 따라 달라지므로 실제 育種에 있어서 遺傳力이 높은 形質을 選拔의 對象으로 하여 環境에 따른 變動을 고려하면서 選拔을 하는 것이 意味있다고 하겠다.

供試品種群에 대한 表現型相關은 표 2 에서와 같이 開花日數와 葉數, 開花日數와 葉型指數間에 正의 높은 相關을 보였으며 葉型指數와 收量間에는 負의 높은 相關을 보였다. 이는 흔히 관찰되는 開花가 늦을 수록 葉수가 늘고, 細葉型일 수록 收량이 떨어진다는 것을 확인한 것이다. 그러나 통계적인 유의차는 없으나 葉數와 收量의 負의 相關은 기대하지 못하던 現象이나 이는 6 品種이 여러 相異한 特性을 가진 것에서 田來된 것으로 思料된다.

Table 2. Genotypic (upper part of diagonal line) and phenotypic (lower part of diagonal line) correlations between characters measured in six aromatic tobacco varieties.

	Nicotine (1)	Days to flower (2)	Plant height (3)	Leaves /plant (4)	Leaf shape (5)	Yield (6)
(1)		-0.266	-0.066	-0.253	-0.038	-0.286
(2)	-0.118		0.505	0.726	0.684	-0.226
(3)	-0.048	0.436		-0.024	0.218	0.414
(4)	-0.245	0.658**	-0.016		0.221	-0.520
(5)	0.036	0.569*	0.163	0.209		-0.718
(6)	0.159	-0.140	0.387	-0.326	-0.555**	

* Significant at 5% level

** " 1% "

2. 雜種世代的 遺傳力, 表現型相關 및 選抜指數

가. 素香이 母本인 組合들

표 3은 素香을 母本으로 하고 香草와 寧越葉을 父本으로 하였을 때 母父本, F₁ 및 F₂의 諸形質의 平均値, 分散 및 遺傳力을 나타낸 것인데, F₂에서 開花日數를 제외하고는 分離가 확실히 일어난다. 遺傳力을 보면 양조합 다 Nicotine 이 가장 높았고 다음으로 草長이었다. 葉數는 中정

도, 收量은 香草組合에선 中정도 寧越葉組合에선 거의 零에 가깝고 開花日數는 양조합 다 낮았다. 그러므로 遺傳力이 높은 Nicotine, 草長의 形質에 대해서는 遺傳子型이 表現型에서 잘 推定되므로 個體選抜이 가능하여 조기 選抜이 가능하다. 그러나 遺傳力이 낮은 開花日數는 집단 전체 自殖을 계속하여 hetero 性이 減少하여 遺傳力이 높아진 후기세대에서 環境에 따른 變動을 고려하면서 選抜하여야 될 것으로 생각된다.

Table 3. Mean values, variances, and heritabilities for characters measured in the crosses of Sohyang x Hyangchio and Sohyang x Youngwolyub.

		Nicotine (%)	Days to flower	Plant height (cm)	Leaves /plant	Leaf shape	Yield (g/plant)	No. of indiv. observed	
Sohyang x Hyangchio	P ₁ X	0.76	80.9	63.4	13.1	1.80	7.3		
	P ₁ S ²	0.042	13.293	30.236	2.396	0.022	4.360	30	
	P ₂ X	1.46	84.1	102.4	12.2	1.78	10.0		
	P ₂ S ²	0.085	22.810	60.079	2.924	0.015	7.728	30	
	F ₁ X	0.43	78.2	97.6	14.4	1.49	10.6		
	F ₁ S ²	0.002	12.617	88.680	1.530	0.007	0.053	30	
	F ₂ X	0.69	81.2	85.5	12.9	1.71	8.3		
	F ₂ S ²	0.429	20.921	476.636	7.22	0.043	13.184	165	
	Heritability in F ₂		0.90	0.224	0.869	0.684	0.651	0.693	
	Sohyang x Youngwolyub	P ₁ X	0.762	80.8	63.4	13.1	1.80	7.3	
P ₁ S ²		0.042	13.293	31.136	2.396	0.022	4.36	30	
P ₂ X		0.191	82.0	105.0	12.6	1.61	10.6		
P ₂ S ²		0.00	27.207	154.704	4.032	0.037	10.138	30	
F ₁ X		0.153	79.4	91.4	11.5	1.52	9.5		
F ₁ S ²		0.00	10.602	54.243	1.153	0.009	5.295	30	
F ₂ X		0.243	80.7	73.6	11.4	1.70	6.6		
F ₂ S ²		0.057	22.724	232.99	6.87	0.038	6.667	163	
Heritability in F ₂			0.717	0.250	0.657	0.632	0.395	0.010	

形質間的 表現型 相關을 보면(표. 4) 葉數와 開花日數는 양조합 共히 고도의 相關이고 收量과 草長, 葉數와 葉型指數는 5% 유의차 相關關係가 있었고 나머지는 一定한 傾向이 없었다. 특

히 주목되는 것은 양조합에서 收量과 Nicotine 이 고도의 負의 相關이고 寧越葉組合에선 그렇지 않다는 것이다. 그러므로 香草組合에선 收量이 높은 것을 選抜하면 香臭味種의 特徵中の 하나

인 低 Nicotine 系를 選拔할 수 있을 것으로 생각 된다.

Table 4. Phenotypic correlations between characters in F_2 from the crosses of Sohyang x Hyangchio and Sohyang x Youngwolyub.

Cross	Nicotine (1)	Days to flower (2)	Plant height (3)	Leaves /plant (4)	Leaf shape (5)	Yield (6)
Sohyang x Hyangchio	(1)	0.236	0.0.385*	0.051	0.530*	-0.143
	(2)		0.0.331	0.458*	0.565*	-0.379*
	(3)			0.004	-0.022	0.462*
	(4)				0.363*	0.116
	(5)				5	-0.397*
Sohyang x Youngwolyub	(1)	0.038	-0.065	0.041	-0.052	-0.009
	(2)		-0.151	0.524*	0.061	0.018
	(3)			0.232	0.019	0.371*
	(4)				0.373*	0.319*
	(5)					-0.034

選拔指數는 目標로 하는 全体形質에 대하여 同時에 選拔하는 것으로서 各形質에 대한 重要度에 따라 점수를 주어 總得点数가 많은 것부터 選拔하는 方法이다. 收量을 最終對象形質로 하고 構成要素를 Nicotine (X_1), 開花日數(X_2), 葉數(X_3), 및 葉型指數(X_4)로 하였을 때 수식에 必要한 data는 표5와 같고 各組合에 대한 選拔指數는 표9와 같다.

張(9)이 지적한 바와 같이 選拔指數는 選拔

形質數에 따라 同形質에 대한 계수가 달라지므로 어떤 형질을 擇하느냐가 重要하지만 本試驗에선 앞의 4形質이 香臭味系統 選拔을 좌우하는 構成要素로 가정하고 作成한 것이다. 黃色種 1담배에서 選拔指數를 利用한 收量에 대한 選拔은 效果가 별로 없다고 하였는데 그 이유는 收量의 遺傳力이 높아서 다른 形質을 고려하지 않고 多收 個體만을 選拔하는 것이 더 效果的 이라는 것이다. (11).

Table 5. Variances and covariances for five characters in F_2 from the crosses of Sohyang x Hyangchio and Sohyang x Youngwolyub.

Cross	Nicotine (X_1)	Days to flower (X_2)	Leaves /plant (X_3)	Leaf shape (X_4)	Yield (Y)	
Sohyang x Hyangchio	(X_1)	(0.4290)	0.7070	0.0898	0.0719	-0.3401
	(X_2)		(20.9210)	5.6290	0.5350	-6.2945
	(X_3)			(7.2200)	0.2030	1.1318
	(X_4)				(0.0430)	-0.2984
	(Y)					(13.1840)
Sohyang x Youngwolyub	(X_1)	(0.0530)	0.0418	0.0248	-0.0024	-0.0054
	(X_2)		(22.7240)	6.5470	0.0570	0.2216
	(X_3)			(6.8700)	0.1916	2.1588
	(X_4)				(0.0380)	0.0172
	(Y)					(6.6670)

나. 素香 x 가 母本인 組合들

이 組合들의 遺傳力은 표6에서와 같이 開花日數에서 遺傳力이 낮았는데 이는 素香組合과 같은 傾向이었다. Nicotine 은 역시 모두 높았고 收量은 素香 x 寧越組合에서 낮았는데

데 P_2 의 分散이 큰 것에서 기인한 것이고 葉형지수는 P_2 와 F_1 의 分散이 F_2 보다 커서 遺傳力을 얻을 수 없었다. 그러므로 이 組合에 있어서 香嗅味 系統選拔에서 重要한 形質인 早期開花와 收量은 遺傳力이 낮기 때문에 후기세대에서 個體選拔하는 것이 有效하다고 생각된다

Table 6. Mean values, variances and heritabilities of characters measured in the crosses of Sohyang x x Basma, Sohyang x x Youngwolyub, and Sohyang x x Byulchio.

Cross		Nicotine (%)	Days to flower	Plant height (cm)	Leaves /plant	Leaf shape	Yield (g/plant)	No. of Indiv. observed	
Sohyang x x Basma	\bar{X}	0.069	80.6	69.4	21.4	1.56	8.4		
	$P_1 S^2$	0.043	40.044	62.869	5.415	0.016	3.944	30	
	\bar{X}	0.33	92.1	100.8	25.7	1.95	5.8		
	$P_2 S^2$	0.022	7.455	33.570	5.045	0.031	1.680	30	
	\bar{X}	0.63	79.9	87.8	12.0	1.69	8.3		
	$F_1 S^2$	0.022	16.991	55.220	4.653	0.013	5.518	30	
	\bar{X}	0.687	80.6	72.9	11.2	1.86	8.1		
	$F_2 S^2$	0.076	24.990	348.046	7.409	0.092	13.047	145	
	Heritability in	F_2	0.592	0.140	0.855	0.320	0.783	0.715	
	Sohyang x x Youngwolyub	\bar{X}	0.69	80.6	69.4	21.4	1.56	8.4	
$P_1 S^2$		0.043	40.044	62.869	5.45	0.016	3.944	30	
\bar{X}		0.19	82.0	105.0	12.6	1.61	10.6		
$P_2 S^2$		0.001	27.207	155.202	4.032	0.037	10.138	30	
\bar{X}		0.34	77.8	80.8	14.8	1.66	7.9		
$F_1 S^2$		0.063	10.831	106.854	5.000	0.043	6.027	30	
\bar{X}		1.21	79.6	74.2	14.1	1.67	7.7		
$F_2 S^2$		0.222	34.621	214.359	14.516	0.031	8.294	172	
Heritability in		F_2	0.838	0.248	0.495	0.668	-	0.192	
Sohyang x x Byulchio		\bar{X}	0.69	80.6	69.4	21.4	1.56	8.4	
	$P_1 S^2$	0.043	40.044	62.869	5.415	0.016	3.944	30	
	\bar{X}	0.49	79.1	82.2	10.3	1.80	6.7		
	$P_2 S^2$	0.022	7.647	77.071	2.263	0.039	3.386	30	
	\bar{X}	0.58	78.1	75.7	12.2	1.63	9.4		
	$F_1 S^2$	0.043	10.411	71.25	3.729	0.013	13.764	30	
	\bar{X}	0.77	79.0	70.9	11.8	1.68	9.3		
	$F_2 S^2$	0.17	20.921	315.063	7.458	0.049	14.183	172	
	Heritability in	F_2	0.788	0.340	0.779	0.474	0.531	0.504	

形質間 表現型相關을 보면(표 7) 素香 x Basma 組合 外 다른 두 組合에서 収量과 草長, 開花日數에서 高도의 正의 相關이 있었다.

収量과 葉數, 収量과 Nicotine 間的 相關이 없는 것은 素香 x 香草 組合과 相異 했다.

Table 7. Phenotypic correlations between characters in F₂ from the crosses of Sohyang x x Basma, Sohyang x x Youngwolyub, and Sohyang x x Byulchio.

Cross	Nicotine (1)	Days to flower (2)	Plant height (3)	Leaves /plant (4)	Leaf shape (5)	Yield (6)
Sohyang x x Basma	(1)	-0.200	-0.369	-0.190	-0.043	0.016
	(2)		0.254	0.708	0.217	-0.031
	(3)			0.383	-0.252	0.689
	(4)				0.277	0.274
	(5)					-0.326
Sohyang x x Youngwolyub	(1)	-0.030	0.270	-0.090	-0.140	-0.090
	(2)		0.212	0.496	0.019	0.200
	(3)			0.291	0.086	0.530
	(4)				0.298	0.445
	(5)					-0.068
Sohyang x x Byulchio	(1)	-0.273	-0.013	-0.412	-0.283	0.190
	(2)		-0.230	0.738	0.411	-0.251
	(3)			-0.050	-0.272	0.546
	(4)				0.355	-0.176
	(5)					-0.225

素香 x가 母本인 組合들에서도 素香組合과 같이 収量을 中心으로 選拔指數를 求하였다. 選拔指數를 計算하기 爲하여 形質들의 分散

과 共分散을 算出하였고(표 8), 이 表를 利用하여 求한 選拔指數는 표 9와 같다.

Table 8. Variances and covariances for characters in F₂ from the crosses of Sohyang x x Basma, Sohyang x x Youngwolyub, and Sohyang x x Byulchio.

Cross	Nicotine (X ₁)	Days to flower (X ₂)	Leaves /plant (X ₃)	Leaf shape (X ₄)	Yield (Y)	
Sohyang x x Basma	(X ₁)	(0.0760)	-0.2749	-0.1422	-0.0036	0.0157
	(X ₂)		(24.9900)	9.6340	0.3298	-0.5597
	(X ₃)			(7.4090)	0.2292	2.6939
	(X ₄)				(0.0920)	-0.3580
	(Y)					(13.0470)

Sohyang x x Youngwolyub	(X ₁)	(0.2220)	-0.0831	-0.1615	-0.0116	-0.1221
	(X ₂)		(34.6210)	10.6710	0.0197	3.3892
	(X ₃)			(14.5160)	0.1998	4.8829
	(X ₄)				(0.0310)	0.0345
	(Y)					(8.2940)
Sohyang x x Byulchio	(X ₁)	(0.1700)	-0.5145	-0.4636	-0.0258	0.2948
	(X ₂)		(20.9210)	9.2188	0.4324	-4.4959
	(X ₃)			(7.4588)	0.2146	-1.8102
	(X ₄)				(0.0490)	-0.1875
	(Y)					(14.1830)

그러나
收量하나만은 잎담배에 있어서 만족할만한 經
濟的 價値의 尺度가 아닌 것 같다. 왜냐하면
乾燥葉의 色相, 내병성 같은 것도 못지 않게

重要な 經濟性을 지니고 있기 때문이다. 이와
같은 形質도 選拔指數에 있어서 考慮될 때 香
喫味種 育種의 選拔指數 利用은 더욱 實用性
이 있는 것으로 생각 된다.

Table 9. Weighted value of each characteristic for estimation of selection index for yield.

Cross	Nicotine (X ₁)	Days to flower (X ₂)	Leaves /plant (X ₃)	Leaf shape (X ₄)
Sohyang x Hyangchio	0.953	-0.292	0.587	-7.607
Sohyang x Youngwolyub	-0.318	-0.130	0.487	-1.835
Sohyang x x Basma	0.606	-0.309	0.934	-5.088
Sohyang x x Youngwolyub	-0.473	-0.025	0.403	-3.871
Sohyang x x Byulchio	1.196	-0.210	0.149	-2.004

結 論

香喫味種 잎담배 育成에 있어서 收量 및 內容
成分에 關한 選拔效率을 높이기 위해 品種群과
F₁, F₂ 個體群을 供試하여 形質別 遺傳力, 遺傳
相關 및 選拔指數를 算出하였다.

1. 遺傳力

品種群 遺傳力은 Nicotine 과 葉數에서 높았고

開花日數와 收量에서 낮았다. 各組合의 F₂ 에서
香喫味 系統의 實用 形質인 開花日數와 收量의
遺傳力이 낮았으며 이 形質에 대한 個體選拔은
後期世代에서 選拔하는 것이 効果的이다.

2. 遺傳相關

品種群 遺傳相關은 開花日數와 葉數間에 높은

遺傳相関을 나타냈고, 葉型指數와 収量間에 負의 相関을 나타냈다.

各 組合의 F_2 의 表現型相関에서 開花日數와 葉數, 草長과 収量間에 높은 正의 相関을 나타냈고 葉型指數와 収量間에는 負의 相関을 나타냈다.

3. 選拔指數

収量에 대한 遺傳力이 낮은 香喫味種의 系統 選拔은 Nicotine, 開花日數, 葉數, 葉型指數의 形質을 組合하여 作成한 選拔指數를 利用하는 것이 選拔效率을 높힐 수 있음을 나타냈으며 이 指數에 대한 各 形質別 重要度는 葉型指數가 가장 컸다.

인 용 문 헌

1. Marani, A. and Y. Sachs. Crop Sci. 6 : 19-22 (1966).
2. Matzinger, D. F. and E. A. Wernsman. Tob. Sci. 12:177-180 (1968).
3. Matzinger, D. F. and H. F. Ross. Crop Sci. 11: 275-279 (1971).
4. Robinson. H. F., R. E. Comstock, and P.H. Harvey. Agron. J. 43:282-287 (1951).
5. Smith, A. A. Ph. D. thesis, Uni. of Wisconsin (1959).
6. Wallace, A. T., G. K. Middleton, R. E. Comstock, and H. F. Robinson. Agron. J. 46:484-488 (1954).
7. Weber, C. R. and B. R. Moorthy. Agron. J. 44:202-209 (1952).
8. 李東右. 韓國作物學會誌 15:33-59 (1974).
9. 張權烈. 韓國作物學會誌 3: 89-98 (1965).
10. 張權烈. 농촌진흥청 研究叢書 - 8 (1968).
11. 生沼忠夫, 綾部富雄. 磐田たはこ 試驗場報告 (1968).