

Burly(*Nicotiana tabacum* L. Cv Burley)種의 細胞質的 雄性不稔系統을 利用한 F₁雜種 利用

韓 喆 洙 · 趙 天 俊 · 金 容 淵 · 李 圭 湘

韓國煙草研究所 · 全州試驗場
(1980. 2. 18. 접수)

Studies on the Utilization of F₁ Hybrids using Cytoplasmic Male Sterility in Burley(*Nicotiana tabacum* L. Cv Burley) Tobacco.

Chul Soo Han, Chun Joon Jo, Yong Yun Kim, Kyu Sang Lee

Jeonju Experiment Station, Korea Tobacco Research Institute
(Received Feb. 18, 1980)

초 록

버어리種 담배에 있어서 細胞質的 雄性不稔系統을 利用한 F₁雜種 利用 可能性을 究明하고자 MS Burley21×Burley37外 20個 F₁雜種을 育成하여 生産力 檢定試驗을 實施한 結果, MS L8×Burley 49, MS Kentucky 12×Kentucky10等 4個의 F₁雜種에서 現 栽培品種인 Burley21보다 収量은 2~11%, 品質은 1~5%의 增加를 보였다.

Abstract

This experiment was carried out to evaluate the utilization of F₁ hybrids using cytoplasmic male sterility in Burley tobacco. Four cytoplasmic male sterile lines and their male-fertile counterparts and 21 F₁ hybrids and their parents were evaluated for their agronomic performance in replicated field trials.

Some F₁ hybrids were comparable to Burley 21, the only Burley cultivar in Korea. Among 21 F₁ hybrids, MS L8×Burley 49 and three other hybrids showed 2-11% and 1-5% higher yield and price per kg than Burley 21, respectively.

서 론

F₁雜種은 雜種強勢에 依한 增收效果가 매우 크거나, 兩親에 比해 優秀한 農耕 化學的 特性을 갖는 경우 主로 利用하게 되는데 이러한 雜種強勢 現象은 固定이 不可能하므로 해마다 F₁

種子를 쉽게 大量生産할 수 있는 方法이 講究되어야 한다.

그런데 담배에 있어서는 Clayton(3)에 의해 雄性不稔 담배가 報告된 以來 그 利用可能性을 研究하게 되었는데, 黃色種이나 Maryland 種에

서는 不稔系統이 正常稔性 品種에 比해 農耕·化學的 特性이 低劣하고, 또한 雄性不稔系統을 利用한 F₁雜種이 正常稔性 品種에 依한 雜種보다 減収된다고 알려진 데^(14,45) 反해 버어리種에 있어서는 Legg⁽¹¹⁾ 등에 依해 不稔系統이 그 相對 品種에 比해 類似한 農耕·化學的 特性을 나타내어 F₁雜種의 便利한 交配母本으로 使用할 수 있다고 보고하여 그 利用이 試圖되어 現在 美國 버어리種 栽培地의 相當한 面積을 雄性不稔을 利用한 F₁雜種이 차지하고 있는 實情이다.⁽¹⁵⁾

Table 1. F₁ Hybrid Combinations

Female	Male						
	Br ^a 37	Br 49	L 8	Ky ^b 10	Ky 12	Ky 16	Va ^c 509
MS Br. 21	○	○	○	○	○	○	○
MS Br. 37		○	○	○	○	○	○
MS L8		○		○	○	○	○
MS Ky12		○		○		○	

^a : Burley, ^b : Kentucky, ^c : Virginia.

이에 우리나라에서도 雄性不稔系統을 利用한 F₁雜種 利用可能性을 檢討하고자 李等⁽¹³⁾ 雄性不稔系統과 그의 相對品種間의 特性을 比較하여 雄性不稔系統과 그의 相對品種間에는 能耕·化學的 特性이 對等하여 F₁雜種의 便利한 交配母本으로 使用할 수 있다고 報告한 데 이어서 F₁雜種의 利用可能性을 檢討하고자 MS Burley21 등 4個의 雄性不稔系統을 母本으로 하여 21個 F₁雜種을 育成하여 生産力 檢定試驗을 實施하였다.

材料 및 方法

供試品種 및 系統은 Burley21, Burley37, L8, 그리고 Kentucky12의 正常稔性品種과 이들의 細胞質的 雄性不稔系統, 그리고 雄性不稔系統을 母本으로 하고 Burley37外 6個 品種을 文本으로 한 21個 F₁雜種을 供試했다. (表 1) 1979年 3月 1日 播種하여 5月 2日 一般말칭으로 移植하였으며, 栽植距離는 105cm×35cm로 하였고, 施肥는 煙草用 複合肥料(10-15-20)를 10a當 150kg을 全量 基肥로 施與하였다.

試驗區 配置는 亂塊法 3反復으로 하였고 其他 栽培方法은 Burley 種 標準栽培法에 準하였다.

供試한 雄性不稔系統들은 1979年 韓國煙草研究所 大邱試驗場으로부터 分讓받은 것으로 Clayton⁽³⁾이 'Kentucky16'과 N, megalosiphon의 種間交雜으로 얻은 不稔系統을 Legg⁽¹¹⁾ 등이 다시 戻交雜하여 育成한 것으로, 供試 當時의 戻交雜 世代는 各各 'MS Burley21'이 'BC20'이 'MS Burley37'이 'BC18', 'MS L8'이 'BC22',

그리고 'MS Kentucky12'가 'BC17'이었다.

全알카로이드 및 全窒素의 分析은 solvent extraction method 및 Kjeldahl method^(6,7)에 依하였다.

結果 및 考察

調査한 8個 特性을 F₁雜種과 그의 兩親에 對해 比較한 成績은 表 2와 같이 移植後 32日째의 生育에서는 F₁雜種이 그의 兩親에 比해 葉幅을 除外한 草長·葉長 및 葉數에서 크거나 많아서 才檢定 結果 有意性이 認定되었으나 摘心時 生育에서는 大差가 없었으며, 開花도 有意性은 認定되지 않았으나 F₁雜種이 빨랐다. 이러한 傾向은 F₁雜種이 初期生育이 旺盛하고 開花가 促進되는 데에 基因한 것으로 생각된다.

또한 収量 品質도 F₁雜種이 다소 良好하게 나타났는데 이것은 雜種強勢에 依한 것으로 생각되며, F₁雜種間에는 雜種強勢의 程度가 매우 다르게 나타나서 組合能力의 差가 두드러졌다. 須山⁽¹⁶⁾ 등은 品質에서는 F₁에서 兩親의 中間 程度

Table 2. Comparison of Certain Agronomic Characteristics between Hybrids and their Parents.

Charabteristicscsc	Plant height (cm)		Largest leaf				No. of leaves		Days to flower	Yield (kg/ 10a)	Price		Value	
			Length (cm)		Width (cm)						(Won/ kg)		(1000 Won/10a)	
	A T32	B T	A T32	B T	A T32	B T	A T32	B T	H	P	H	P	H	P
Hybrids or parents	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P
mean M	36.3	176.4	33.4	66.1	19.7	30.3	13.0	28.2	66.6	261.5	978.5	256.3		
		33.5	169.7	30.6	62.7	18.1	29.1	12.7	26.5	68.8	227.5	915.5	229.5	
Hybrids. parents	**	NS	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*	NS		
Ratio: $\frac{H}{P} \times (100)$	108	104	109	106	109	104	106	106	97	115	107	112		

H : hybrids, P : parents

AT32 : 32days after transplanting, BT : Before topping * : Significant at the 0.05 level of probability

NS : Not significant at the 0.05 level of probability ** : Significant at the 0.01 level of probability

를 나타낸다고 했는데, 본 試驗에선 오히려 兩親보다 多少 優良하게 나타났는데 이는 F₁雜種이 本圃 初期에 입은 冷害等の 不良環境에 對해 抵抗力이 큰 데 基因된 것 같다.

本圃 初期(5月上旬)에 冷害 被害를 받은 바 있어 그 被害를 調査해 본 結果 全体的으로 品種間에 統計的 有意差가 認定되었고 대체로 F₁이 兩親보다 強하게 나타나는데, 이는 F₁이 低溫에 抵抗力이 強하기 때문으로 생각된다. 그리고, Burley21과 成績이 優秀한 7個 組合에 對해 分析한 結果는 表3 과 같이 MS Burley21×

Burley 49에서만 他F₁및 Burley21보다 冷害가 심했고 그 以外에는 統計上 有意性이 나타나지 않았다. 一般的으로 F₁이 寒害에 比較的 強한 것으로 알려져 있으나 本 試驗에서는 冷害抵抗性 品種으로 알려진 'Kentucky16'⁽¹⁴⁾ 등이 들어간 F₁은 MS Burley21×Burley49보다 強하나 다른 F₁과 Burley21과는 差異가 뚜렷하지 않으나 F₁이 比較的 強한 便이 아닌가 생각된다.

MS Burley21을 母本으로 한 F₁雜種과 交本들에 對해 5가지 特性을 調査한 成績은 表4와 같은데, F₁이 그 文本의 平均에 比해 開花가 빠

Table 3. Cool-Weather Dmage^a

Variety or F ₁ hybrids	MSL8 × Ky10	MSKy12 × Ky16	MSL8 × Br49	Br21	MSKy12 × Ky10	MSKy12 × Br49	MSBr37 × Ky10	MSBr21 × Br49
mean	0.87	1.0	1.07	1.07	1.07	1.30	1.43	2.10

L. S. R. 5%

^a: Degree of damage

0 : Non-damaged entirely

3 : Almost 3 leaves damaged

1 : Slightly or a leaf damaged

5 : Over 5 leaves damaged or growing point injured

Table 4. Comparison of Certain Agronomic Characteristics between MS Br37×Normal Fertile Hybrids and their Parents.

Variety or F ₁ hybrid	Days to flower	No. of leaves	Plant height	Yield	Price
			cm	kg/10a	1000W on/kg
MS Br21	65.0	26.0	178.1	276.0	1053
MS Br21×Br49					0
Br49	69.3	29.5	156.6	284.4	105
	76.0	32.4	156.9	262.6	823
MS Br21×Br37	69.3	25.7	166.6	231.5	941
Br37	65.0	26.6	167.8	248.9	985
MS Br21×L8	58.3	22.7	158.8	237.0	1025
L8	64.7	15.8	91.3	63.8	883
MS Br21×Ky10	69.3	28.5	187.6	266.7	913
Ky10	70.7	31.3	203.8	279.0	875
MS Br21×Ky12	67.7	32.0	185.1	263.6	064
Ky12	78.0	37.3	222.0	288.9	875
MS Br21×Ky16	66.7	27.5	170.1	232.5	931
Ky16	64.0	25.9	164.3	247.3	837
MS Br21×Va509	70.0	28.4	177.4	242.7	932
Va509	70.0	26.8	181.1	235.5	984
mean of Hybrids	67.2	27.8	174.9	251.3	959
mean of Parents	69.9	28.0	169.6	232.3	895
Ratio : $\frac{M. of. H^a}{M. of. P^b} \times 100$	96.	99.	103.	108.	107
L. S. D. 5 %	6.2	1.9	12.6	64.7	70.1
1 %	8.6	2.6	17.4	89.8	90.0

^a : mean of 7 F₁ hybrids

^b : mean of 7 male-parents

르고 葉數는 약간 적었으며, 草長은 컷으며 收量·品質은 多少 높게 나타났다. 또한 MS Burley37, MS L8 및 MS Kentucky12等을 母本으로 한 F₁雜種과 그를 各各의 文本들에 對해 同一한 分析을 해본 結果 비슷한 傾向을 보여 주었으며, 特히 MS L8이 들어간 F₁은 開花가 빨랐고, 葉數는 적었으며, 收量은 많았으며, MS

Kentucky12가 들어간 組合에서는 開花는 늦고 葉數는 많았고, 草長도 컷으며, 品質은 MS L8과 Burley49가 들어간 F₁에서 좋았으며, 其他는 統計的 有意性이 나타나지 않았다.

草長等 8個의 特性을 稔性和 不稔別로 調査한 結果는 表5와 같이 草長에서만 差異가 있을 뿐 其他 特性에서는 統計的 有意差가 나타나지

Table 5. Comparison of Agronomic and Chemical Characteristics between Sterile and Fertile Varieties

Characteristics	Varieties		Sterile		Fertile Vs	
	Fertile ^a	Sterile ^b	Fertile	Sterile	Fertile	Sterile
Days to flower	68.9	65.3	0.95			N S
Plant height (cm)	146.7	158.6	1.08			**
No. of leaves	21.9	20.3	0.93			N S
Leaf length (cm)	57.9	63.5	1.09			N S
Leaf width (cm)	27.0	27.6	1.02			N S
Yield (kg/10a)	00.0	195.0	0.98			O S N
Price (won/kg)	292.1	924.4	1.00			N S
Total Alkaloids (%)	3.6	3.8	1.06			N S

^a : mean of Burley21, Burley 37 and L8

^b : mean of MS Burley 21, MS Burley 37 and MS L8

** : Significant at the 0.01 Level of probability

N S : Not Significant at the 0.05 level of probability.

않았다. 이는 草長을 除外하고는 Legg⁽¹¹⁾나 Lee⁽¹²⁾ 등의 報告와 一致한다. 草長에서 統計的 有意差가 認定된 理由는 MS Burley37이나 MS L8 등이 그의 相對 正常品種에 비해 월등히 커서 그런것으로 생각되며, 특히 樹勢가 弱한 L8은 不稔系統이 正常品種에 비해 開花가 늦어 收量과 相關이 높은 草長에서 增加를 보여 不稔系統을 利用한 F₁利用의 效用性을 示唆해 주었다.

F₁組合中 現 栽培品種인 Burley21과 收量·品質面에서 對等하거나 優秀한 7個F₁과 Burley 21의 摘心時 生育을 比較한 結果는 表 6 과 같이 草長은 晩生種으로 알려져 있는 'Kentucky 12'^(6,14)가 들어간 MS Kentucky12×Burley49等 3 個 組合이 컷고, 반대로 MS L8이 들어간 MS L8×Burley49等 2 個 組合이 가장 적었으며 葉數에서도 두 品種間에 同一한 傾向을 보여 주었

Table 6. Agronomic Characteristics before Topping.

Variety or F ₁ hybrids	Plant height	No. of leaves	Days to flower	Largest leaf		
				length	width	L/W
	cm			cm	cm	
Br 21	204	29	73	66	27	2.4
Ms Br21×Br49	177	30	69	69	33	2.1
Ms Br37×Ky10	183	28	66	68	31	2.2
Ms L 8 ×Br49	168	25	65	72	30	2.4
Ms L 8 ×Ky10	160	22	64	71	33	2.1
Ms Ky12×Br49	210	23	67	70	30	2.3
Ms Ky12×Ky10	206	36	67	64	28	2.3
Ms Ky12×Ky16	201	34	69	66	31	2.1
L. S. D. 5%	17.78	3.14	4.64	5.01	4.95	
1%	26.31	4.64	6.82	7.41	7.33	
C. V.	4.9	5.5	3.5	3.8	8.4	

Table 7. Yield and Quality

1979

	Ratio (D/F×100 ^a)	Yield	Index	Price	Index	Value	Index
		kg/10a	kg/10a	Won/kg		1000Won/10a	
Br 21	10.04	287	100	1031	100	296	100
MS Br21×Br49	9.44	285	99	1005	98	286	97
MS Br37×Ky10	10.35	294	103	1049	102	309	104
MS L 8×Br49	10.52	261	91	1078	105	281	95
MS L 8×Ky10	10.75	308	107	1056	103	326	110
MS Ky12×Br49	9.79	318	111	1040	101	331	112
MS Ky12×Ky10	11.19	290	102	934	91	273	92
MS Ky12×Ky16	12.20	281	97	1000	97	281	95
L. S. D.	5 %	51.18		118.74		71.72	
	1 %	75.72		175.67		106.1	
C. V.		9.1		6.0		12.5	

^a : dry weight of leaf/fresh weight of leaf×100

다. 그리고, 葉數의 葉의 크기는 서로 反對로 나타나서 葉數가 많은 組合은 葉長幅이 적었고, 葉數가 많은 組合은 그 反對이었다. 또한 開花도 F₁이 Burley21에 비해 모두 빨랐으며, 葉型은 모두 Burley21보다 廳葉으로 나타나서 廳葉型으로 갈수록 質이 떨어진다는 一般의인 見解에 비추어 볼 때 결코 바람직하다고 볼 수는 없었다. 全般的으로 草長·葉數·開花日數 및 葉長에서 變異가 가장 컸는데 이는 이러한 特性에서 遺傳的 變異가 크게 크게 나타난다고 한 Legg⁶⁾,^{9,10)} 등의 報告와도 一致한다.

Burley21과 優秀한 7個 組合의 收量 및 品質은 表7과 같이, 收量에서 MS Kentucky12×Burley 49, MS L8×Kentucky10, MS Burley37×Kentucky10 및 MS Kentucky12×Kentucky10 등 4個의 組合은 現 栽培品種인 Burley21보다 2~11% 增收되었으며, MS L8×Burley 49, MS L8×Kentucky10, MS Burley37×Kentucky 10 및 MS Kentucky12×Burley 49 등은 Burley21보다 Kg당 價格이 높았다. 10a당 代金에서는 收량이 가장 많은 MS Kentucky12×Burley49가 가장 높았고, MS L8×Kentucky10, MS Burley 37×Kentucky10順이었다. 7個 F₁의 Heterosis

는 平均 29.3%였으며 그중에서 MS L8×Kentucky10, MS L8×Burley49의 F₁에서 가장 높았고 MS Burley21×Burley49, MS Kentucky12×Kentucky16에서 가장 적게 나타났다. 이것은 遠緣關係있수록 Heterosis가 높게 나타나는데 基因된 것으로 생각된다. 특히 MS L8이 들어간 F₁에서 Heterosis가 크게 나타나 普通系의 疫病(raceo)에 高度抵抗性 品種으로 알려진 L8을 母本으로 한 F₁雜種 利用可能性을 높게 해주고 있다.

內容成分의 遺傳樣式을 보기 위해서 優良한 7個 F₁과 그의 兩親 및 Burley21의 total alkaloids, total nitrogen 含量을 分析해본 結果 表8에서와 같이 傾向은 뚜렷하진 않으나 MS Burley21×Burley49, MS Burley37×Kentucky 10 등 몇 組合을 除外하고는 F₁이 그의 兩親의 中間程度 水準이었으며, Burley21에 비해 큰 差異는 없었다. 또 低니코틴 品種으로 알려진 'Kentucky12'^(8,14)의 組合에서 total alkaloids 나 total nitrogen 모두 낮게 나타났다. Mann¹³⁾ 등이 黃色種에서 N sylvestris를 文本으로 한 F₁에서도 그의 兩親의 平均보다 F₁에서의 含量이 減少한다고 報告하였는데, 本 試驗 結果로

Table 8. Comparison of Total Alkaloids and Total Nitrogen Contents between Parents and F₁ Hybrids.

Variety or F ₁ hybrids	Total Alkaloids	Total Nitrogen
	%	%
MS Br21	2.71	2.7
F ₁	3.46	3.4
Br 49	3.29	3.6
MS Br 37	4.26	2.6
F ₁	4.50	3.6
Ky 10	3.63	3.2
MS L8	1.19	3.2
S ₁ F	3.58	3.4
Br 49	3.29	3.6
MS L8	1.19	3.2
F ₁	2.26	3.1
Ky 10	3.63	2.5
MS Ky 12	1.15	1.6
F ₁	1.98	3.2
Br 49	3.29	3.6
MS Ky 12	1.15	1.6
GF ₁	2.43	2.4
Ky 10	3.63	2.5
MS Ky 12	1.15	1.6
F ₁	2.96	2.5
Ky 16	2.88	2.5
Br 21	3.16	2.6

볼 때 뚜렷하지는 않으나 대체로 F₁에서 이들 함량이 減少하는 것으로 생각된다. F₁에서의 諸形質 發現을 綜合한 結果는 表9와 같다. 開花期等 9個 形質에 對해 서로 相對되는 品種끼리 交配하여 F₁에서의 그 形質發現을 調査한 結果, 開花는 빠른것이, 葉數는 적은 것이, 葉型은 廣葉型이 F₁에서 優性으로 나타났으며, 草長·收量 및 品質은 各各 크고, 많고, 良質인것이 F₁에서 多少 優性으로 나타났으며 單因子에 依해 支配받는다고 알려진 T.M.V.와 疫病(raceo)은 모두 抵抗性이 優性으로 나타나 이들 病에 感染

된 圃地에 F₁利用 可能性을 示唆해 주었다.

F₁雜種을 利用하기 위해서는 多量의 種子를 經濟的으로 生産할 수 있어야 하는데, 經濟的 採種의 한 方法으로 自然交雜에 依한 採種 可能性을 檢討코저 不稔系統과 正常稔性 品種의 花冠間의 距離에 差異를 두어 稔實한 蒴數를 調査한 結果는 表10과 같다. 系統間에는 MS Burley21 > MS Burley37 > MS L8 順으로 稔實한 蒴數가 많았고, 花冠間의 距離가 가까울수록 많았으며, 現行 株間距離 程度에서도 25.2圃으로 尙當히 높았고 또한 人工受粉한 種子와 比較하여 發芽

Table 9. Character Expression in F₁ Hybrid.

Characters	Combination of characters	Expression in F ₁	
		dominant	recessive
Flowering	early×late	early (F ₁)	late
No. of leaves	more leaves×less leaves	less leaves (F ₁)	more leaves
No. of leaves	Common×most leafy	Common (F ₁)	most leafy
leaf shape	broad×narrow	broad (F ₁)	narrow
Plant height	tall×short	tall← (F ₁) →	short
Yield	high×low	high← (F ₁) →	low
Quality	very good×not too bad	very good← (F ₁) →	not too bad
TMV resistant	resistant×susceptible	resistant (F ₁)	susceptible
Black shank resistant	resistant ^a ×susceptible	resistant (F ₁)	susceptible b

^a : originated from *N. longiflora*

Table 10. Outcrossing Rate of MS-Lines

Variety		Interval		
		0 cm	50cm	100cm
MS Br31×Others ^f	Capsule	56.1	36.3	4.1
	%	37.4	24.2	2.7
MS Br37×Others	Capsule	26.9	20.6	3.6
	%	17.9	13.3	2.4
MS L8×Others	Capsule	24.2	18.8	4.2
	%	16.1	12.5	2.0
Average	Capsule	35.7	25.2	4.0
	%	24.5	16.8	2.6

^a : Other pollen producing variety

% to 150 capsules.

率에도 큰 차이가 없어 自然交雜에 의한 採種도 可能할 것으로 생각된다.

結 論

버어리種에 있어서 細胞質의 雄性不稔系統을 利用하여 MS Burley21×Burley37外 20個 F₁ 雜種을 育成하여 그의 兩親과 特性을 比較하고 生産力 檢定을 實施한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 雄性不稔系統과 正常稔性 品種間에는 草長에서만 有意성이 認定되었을 뿐 其他 生育 및

收量 品質은 對等하여 雄性不稔系을 利用한 F₁ 雜種 利用可能性을 보여 주었다.

2. F₁雜種은 그 兩親보다 初期生育이 旺盛하여 移植後 32日째에는 草長·葉數 및 葉長에서는 有意성이 認定되었으나 生育後期로 갈수록 그 差는 줄어들어 摘心前 生育에서는 大差가 없었고 開花는 F₁雜種이 약간 빨랐다.

3. MS L8×Kentucky10等은 葉長幅이 크고 MS Kentucky12×Kentucky10等은 葉數가 많아서 收量 品質에서 現 栽培品種인 Burley21 을 능가했다.

4. 雄性不稔系統의 自然交雜率은 50cm (花冠間)距離에서 平均 25%의 稔實로 상당히 높게 나타났다.

參考文獻

1. Aycocck, M. K. Jr., *Tob. Sci.*, 21 : 14-16 (1977)
2. Chaplin, J. F. and Z. T. Ford., *Crop Sci.*, 5 : 436-438 (1965)
3. Clayton, E. E., *J. Hered.*, 41 : 171-175 (1950)
4. Hosfield, G. L., and E. A. Wernsman., *Crop. Sci.*, 14 : 575-577 (1974)
5. Hosfield, G. L., R. C. Long. and E. A. Wernsman., *Tob. Sci.*, 19 : 89-91 (1975)
6. 權臣漢, 農學實驗法, 1st ed. 230-232,

- 先進文化社, 서울, 韓國 (1979)
7. 김찬호, 담배成分分析法, 1st ed, 12-14, 51, -52, 韓國煙草研究所, 서울, 韓國 (1979)
 8. Legg, P. D. and G. B. Collins., Tob. Sci., 15 : 90-92 (1971)
 9. Legg, P. D. and G. B. Collins., Crop Sci., 11 : 365-367 (1971)
 10. Legg, P. D. and G. B. Collins Crop Sci., 14 : 805-808 (1974)
 11. Legg, P. D. and G. B. Collins., and C. C. Litton., Tob. Sci., 18 : 167-169 (1974)
 12. 李承哲 · 鄭潤和 · 李相夏, 韓國煙草學會誌, 1 : 46-50 (1979)
 13. Mann, T. J., and J. A. Weybrew., Tob. Sci., 1 : 120-124 (1956)
 14. 日本專賣公社, Tobacco種子一覽, 1st ed. 29-31, 日本 (1971)
 15. Poviliaitis, Bronius, Can. J. Genet. Cytol., 14 : 403-409 (1972)
 16. 須山勇, 關克., 葉たばこ研究, 67 : 60-64 (1974)