

황색종 담배의 재배방법이 엽중 화학성분에 미치는 영향

반유선* 이증호

한국인삼연구소 음성시험장*, 원광대학교

Influences of Cultural Practices on Chemical Composition in Flue-cured Tobacco Leaves.

Y. S. Ban*, J. H. Lee

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute*, Wonkwang University

ABSTRACT

These studies were conducted to investigate the changes of starch, sugar and nicotine content in relation to maturity and cultural conditions and correlation between growth characteristics and chemical components in order to improve the leaf quality.

The results were summarized as follows ;

1. Nicotine content, total nitrogen content and the ratio of total nitrogen to nicotine of the green leaf were increased with heavier fertilizer, wider planting space and lower topping, wheares starch, total sugar and the ratio of sugar to nicotine were decreased.
2. Starch content, sugar content and the ratio of total sugar to nicotine($T-S/Nic$) in the cured leaf were decreased with wider planting space, less application of MH and delaying harvesting date.
3. It was estimated that 58.1% of starch of the harvested leaf was converted into sugar of the cured leaf, and also they were significantly correlated each other.

緒 論

잎담배 생산에 있어서 수량과 품질은 생육기간 중의 기상조건과 재배방법에 따라 큰 영향을 받는다. 특히施肥量, 栽培期間, 摘心方法, 栽植密度, 收穫期間 및 乾燥方法은 原料葉의 品質과 内容成分을 決定하는 主要要因으로 알려졌다.^{5, 12, 16, 21, 24, 28)}

이와같은 栽培要因에 따른 잎담배의 化學成分 含量과 化學成分 相互間 均衡은 熱分解 過程을 通하여 잎담배의 香口味에 影響을 미치게 된다^{20, 29, 37)}. 이들 化學成分 中 니코틴, 全窒素 및 全糖은 잎담배의 香

口味에 影響을 미치는 主要 化學成分으로써 品質을 評價하는 重要한 指標로 이용되고 있다.^{3, 11, 32)}

Tso²⁸⁾는 全窒素/니코틴 比가 0.5~0.8, 還元糖/니코틴 比는 10에 가까울 수록 品質이 良好하다고 하였으며, Weybrew³²⁾은 還元糖/니코틴 比가 6~8일때 等級指數와 口味가 좋다고 報告하였다.

現在 잎담배 生産을 위한 栽培方法은 病害蟲 發生과 被害를 줄이기 위하여 耕種의 栽培法, 土地 利用性 및 勞動力 分散을 위한 早期栽培로 轉換함에 따라 各各의 栽培要因과 化學成分과의 關係를 究明하여 原料 잎담배의 利用性 및 品質向上을 위한 基礎資料로

活用코자 本 試驗을 遂行하였던 바 그 結果를 報告 하고자 한다.

結果 및 考察

材料 및 方法

본 試驗은 1986~1987(2個年)年에 韓國人蔘煙草 研究所 陰城試驗場 에서 供試品種 NC82로 하여 移植은 4月16日 實施하였으며 黃色種 改良말칭 標準栽培方法에 準하였다.

가) 施肥量과 摘心程度; 施肥量은 煙草用 複合肥料 (N : P : K=10 : 10 : 20)를 無肥區에서 25kg/10a 間隔으로 100kg/10a 까지 5水準으로 全量 基肥로 處理하고 摘心程度는 꽃망울除去, 稚葉2枚와 4枚除去의 3水準으로 하여 亂塊法 3反復으로 하였다.

나) 施肥量과 栽植距離; 施肥量은 煙草用 複合肥料를 75, 100, 125kg/10a의 3水準으로 하고 畦間은 105 cm로 固定하여 株間을 40, 45, 50cm의 3水準으로 하여 亂塊法 3反復으로 하였다.

다) 株間距離, 摘心程度, MH 撒布量 및 熟度; 施肥量은 100kg/10a로 施與하고 株間距離는 40cm와 50cm로, 熟度는 慣行으로 收穫할 때의 成熟程度를 完熟, 完熟에서 7日後에 收穫하는 것을 過熟으로 하였고 MH撒布量은 MH30의 40倍液을 株當 10ml와 30ml로 하였으며 摘心程度는 稚葉을 붙여 2枚와 3枚 除去로 하여 各各 2水準으로 處理하였다. 그리고 試驗區 配置는 4² 要因實驗 3反復으로 하였다.

라) 試料採取는 “가”와 “나” 試驗은 收穫期에 8~9位 葉을, “다” 試驗은 12~13 位葉을 採取하였다.

마) 化學成分 分析方法: 澱粉分析은 吸光度法¹⁷⁾, 니코틴및 全糖은 自動分析法, 全窒素는 改良킬달分析方法¹⁸⁾으로 하였으며 그의 生育形質의 特性및 品質 評價는 韓國人蔘煙草研究所의 標準調查方法에 準하였다.

1. 試驗前 土壤의 化學成分

試驗栽培地의 土壤中 化學成分은 表 1과 같이 有機物含量은 2.10~2.48%, 磷酸은 252~344ppm, 全窒素는 0.14~0.15% 그리고 土性은 砂質壤土로써 담배栽培土壤中 平均値이상의 生産性을 내는 圃地라고 判斷된다.

2. 施肥量과 摘心程度

가. 澱粉과 糖의 含量 變化

施肥量과 摘心程度에 따른 澱粉및糖의 含量變化는 表2와 같다. 施肥量이 增加함에 따라 收穫葉의 澱粉 含量과 全糖/니코틴比는 減少하였으나 乾葉의 니코틴, 全窒素/니코틴比는 增加하였다. 摘心程度가 깊을수록 乾葉의 全窒素는 增加하였고 收穫葉의 澱粉, 乾葉의 全糖및 全糖/니코틴比는 減少하는 傾向이었 다.

이는 施肥量이 많을수록 個体當 增肥의 影響으로 窒素化合物인 全窒素와 니코틴및 알카로이드가 增加되고 窒素化合物의 增加는 炭水化合物이 異化作用에 더욱 많이 利用되어 澱粉蓄積이 적어져 糖含量을 減少시키는 것이라고 생각되며 摘心程度가 깊을 수록 葉數의 減少에 의하여 니코틴은 增加하였고 全糖은 減少한것으로 생각된다²⁰⁾. 이는 窒素肥料가 많을 때 니코틴合成이 많아지고 澱粉蓄積이 적어진다는 研究^{13, 15)}와도 一致하였다.

나. 栽培要因과 內容成分과의 相互關係

栽培要因과 內容成分과의 關係는 表3에서 보는 바와 같이 施肥量은 全糖, 澱粉 및 全糖/니코틴比와는 1%水準에서 有意性이 있는 負의 相關을 나타낸 反面 니코틴과 全窒素는 正의 相關이 認定되었다. 摘心程

Table 1. Physio-chemical properties of the soil before experiment

Year	Item	PH (1 : 5)	O.M (%)	T-N (%)	Ava. P ₂ O ₅ (ppm)	Exch-Cation(me/100g)				C.E.C (me/100g)
						K	Ca	Mg	Na	
1986		5.6	2.10	0.14	252	0.59	2.7	1.6	0.25	9.9
1987		6.3	2.48	0.15	344	0.75	2.6	3.5	0.25	12.1

Table 2. Effect of fertilizer and topping depth on starch content of harvested green leaves and on chemical components of cured leaves

Treatment	Starch (%)	Nicotine (%)	Total sugar (%)	Total nitrogen (%)	TS/Nic.	TN/Nic.
Fertilizer(kg/10a)						
0	52.2a	1.83b	31.1a	1.23c	17.0a	0.67b
25	48.7b	1.84b	28.9a	1.27c	15.7a	0.69b
50	47.0b	2.17a	25.5b	1.90b	12.1b	0.88a
75	45.5bc	2.40a	25.2b	2.15a	10.5b	0.90a
100	43.4c	2.37a	24.2b	2.16a	10.3b	0.91a
Topping depth ①						
0	47.9a	2.02a	27.8a	1.64b	14.0a	0.81a
2	47.5a	2.17a	26.8a	1.74ab	12.6a	0.80a
4	46.7a	2.18a	26.6a	1.84a	12.8a	0.84a

Row and plant spacing were 105cm and 42cm, respectively. Analyzed leaves were 8th-9th leaf from bottom

① : Number of topped leaves from floral axis.

Mean values within a column for each category not followed by the same letter are significantly different at the 5% level using Duncan's Multiple Range Test.

Table 3. Relationship between cultural factors and chemical components

Items	Starch	Total sugar	Nicotine	Total nitrogen	TS/Nic.	TN/Nic.
Fertilizer	-0.932**	-0.872**	0.774**	0.799**	-0.849**	-0.134
Topping depth	-0.149	-0.148	0.223	0.549*	-0.154	0.425
Starch	-	0.868**	-0.759**	-0.852**	0.833**	0.045
Total sugar : TS		-	-0.872**	-0.820**	0.954**	0.219
Nicotine : Nic.			-	0.759**	-0.973**	-0.501
Total nitrogen : TN				-	-0.798**	-0.177
TS/Nic.					-	0.409

*, ** : Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

도는 全窒素와 正의 相關이 認定되었을뿐 다른成分과는 有意성이 認定되지 않았다. 成分間的 相關에서 澱粉은 全糖및 全糖/니코틴比와는 正의 相關이었고 니코틴및 全窒素와는 각각 負의 相關을 나타냈다. 全糖은 全糖/니코틴比와는 正의 相關, 니코틴및 全窒素와는 負의 相關이었다. 니코틴은 全窒素와는 正의 相關이었으나 全糖/니코틴比와는 負의 相關이었고 全窒素는 全糖/니코틴比와는 負의 相關이 認定되었다. 이와같은 結果는 個体当 增肥와 葉數 減少의 影響으로 窒素化合物인 全窒素와 니코틴은 增加되었고 全糖은 窒素化合物이 收穫期까지 吸收가 늦어진 데서 增加^{20, 27)}한것으로 생각된다.

3. 施肥量과 株間距離

가. 澱粉과 糖의 含量變化

施肥量과 株間距離에 따른 澱粉과 糖 含量變化는 표4와 같다. 施肥量이 많을 수록 收穫葉의 澱粉과 乾燥葉의 全糖및 全糖/니코틴比는 減少되었고 니코틴과 全窒素는 增加되었다. 이와같은 結果는 前述한 施肥量과 摘心程度의 效果와 같은 傾向이었다. 즉 株間距離가 넓을수록 收穫葉의 澱粉과 乾葉의 全糖/니코틴比는 減少되었다. 따라서 同一한 施肥量이라도 株間距離가 넓어짐에 따라 單位面積当 植付株數가 적어져 株当 施肥量은 相對的으로 많아지므로 增肥의 效果에 基因된 結果라고 判斷된다.

Table 4. Effect of plant spacing and fertilizer on starch content of harvested leaves and chemical components of cured leaves.

Treatment	Starch (%)	Nicotine (%)	Total sugar (%)	Total nitrogen (%)	TS/Nic.	TN/Nic.
Fertilizer(kg/10a)						
75	44.7a	1.96b	26.7a	1.76b	13.7a	0.90a
100	40.7ab	2.28ab	24.4b	1.99a	10.8b	0.87a
125	38.6b	2.53a	23.3b	2.08a	9.2c	0.83a
Plant spacing						
40(cm)	44.1a	2.21a	25.2a	1.93a	11.8a	0.88a
45	40.1ab	2.21a	25.3a	1.84a	11.6ab	0.83a
50	39.8b	2.35a	24.0a	2.06a	10.3b	0.90a

Row spacing was 105cm. Analyzed leaves were 8th-9th leaf from bottom.

Mean values within a column for each category not followed by the same letter are significantly different at the 5% level using Duncan's Multiple Range Test.

나. 栽培要因과 内容成分과의 相關關係

栽培要因과 葉中 内容成分과의 關係는 表5와 같다. 株間距離와 各 成分間에는 有意성이 認定되지 않았으나 施肥量과 各 成分間的 關係는 表3과 같은 結果를 나타냈다. 이것은 株間距離 보다는 施肥量の 差別에 따라 内容成分의 含量이 더 크게 影響을 받는다는 것으로 認知할수있다.

4. 株間距離, 摘心程度, MH(Maleic Hydrazide)

撒布量 및 熟度

가. 澱粉 및 全糖의 含量變化

株間距離, 摘心程度, MH撒布量 및 熟도에 따른 澱粉과 全糖의 含量變化는 表6에 나타낸 바와 같다. 收穫葉의 澱粉과 乾葉의 全糖에 있어서 株間距離는 넓게, 收穫은 늦게, MH撒布量은 적게 그리고 摘心

Table 5. Relationship between cultural factors and chemical components.

Items	Starch	Total sugar	Nicotine	Total nitrogen	TS/Nic.	TN/Nic.
Plant spacing	-0.560	-0.298	0.230	0.326	-0.295	0.172
Fertilizer	-0.724**	-0.885**	0.916**	0.721*	-0.879**	-0.573
Starch	-	0.712*	-0.733*	-0.741*	0.717*	0.577
Total sugar : TS		-	-0.958**	-0.937**	0.973**	0.318
Nicotine			-	0.852**	-0.988**	-0.534
Total nitrogen : TN				-	-0.901**	-0.042
TS/Nic.					-	0.459

*, ** : Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

Table 6. Effect of cultural practices on chemical composition of flue-cured leaves.

Cultural practices	Chemical composition (%)				
	Sugar	Starch	Nicotine	TS/Nic.	
Plant spacing (PS)	45cm	12.9 ^b	44.9 ^b	2.73 ^a	6.5 ^b
	40cm	20.4 ^a	48.7 ^a	2.30 ^b	12.4 ^a
Topping depth (TD) ㉑	2	17.0 ^a	47.1 ^a	2.44 ^a	9.8 ^a
	3	16.4 ^a	46.3 ^a	2.58 ^a	9.1 ^a
Application of MH (MH) ㉒	10ml/Pl.	16.0 ^b	45.6 ^b	2.51 ^b	9.0 ^b
	30ml/Pl.	17.3 ^a	47.9 ^a	2.51 ^a	9.8 ^a
Maturity (MA) ㉓	Ripe	18.4 ^a	49.5 ^a	2.50 ^a	10.2 ^a
	Over ripe	15.2 ^b	44.0 ^b	2.52 ^a	8.6 ^b
TD×MH					
TD×MA			*		
TD×PS			*		
MH×MA		**	**		**
MH×PS			*	**	
MA×PS		*	**	**	

㉑ : Topped 2nd and 3rd leaf from floral axis. ㉒ : 2.5% solution ㉓ : Ripe was harvested at conventional harvesting time (CHT) and over ripe was harvested at 7 days after CHT, respectively. Starch analyzed leaves were 12th-13th leaf from bottom. *, ** : Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively. Mean values within a column for each category not followed by the same letter are significantly different at the 5% level using Duncan's Multiple Range Test.

程度는 깊을수록 澱粉 및 全糖含量은 낮았다. 澱粉含量에 미치는 要因間 相互作用의 効果에 있어서는 摘心程度×熟度, 摘心程度×株間距離 그리고 MH撒布量×株間距離의 効果는 5%水準에서, MH撒布量×熟度 및 熟度×株間距離의 効果는 1%水準에서 各各 有意性이 認定되었다. 또한 乾葉의 全糖含量은 收穫葉의 澱粉含量의 變化와 一致하였으며 株間距離가 넓고 過熟이며 MH撒布량이 적을수록 澱粉과 全糖含量이 減少되었다.

鄭等¹⁵⁾은 栽植密度가 넓고 MH撒布량이 적을수록 還元糖/니코틴비가 減少되고 Ishitoya¹⁴⁾의 過熟이 되면 澱粉이 減少되었다는 報告와 一致하였다. 이와같은 結果는 株間距離가 넓은경우 株當 增肥效果가 나타나며 葉의 成熟이 進行되어 老衰하면 炭水化合物은 合成보다 分解되는 量이 많아져 澱粉의 減少를 가져왔으며 MH撒布량을 增加 시키면 葉中 窒素吸收가 抑制되어 窒酸還元作用이 低下되기 때문에 澱粉蓄積이 增加된 것으로 생각된다.

나. 니코틴 含量變化

各 栽培要因別 니코틴含量에 미치는 單獨效果는 株間距離에서만 有意性이 認定되었고 熟度, MH撒布量 및 摘心程度에서는 有意性이 認定되지 않았다. 要因別 相互作用의 影響은 MH撒布量×株間距離와 熟度×株間距離의 影響은 高度의 有意性이 認定되었다. 따라서 니코틴 含量을 增加시키기 위해서는 株間距離 熟度 및 MH撒布량을 複合적으로 調節하여 栽培하는 것이 좋은 方法이라고 생각된다. Campbell⁶⁾의 栽植密度를 넓게 함으로 니코틴含量은 增加되고, 過熟이면 니코틴 含量이 增加된다는 報告와 一致된다.

MH撒布량이 니코틴에 미치는 影響은 單獨效果 보다는 相互效果에서만 認定되었는데 이는 MH處理에 의한 根部 生長抑制와 撒布回數가 많을수록 니코틴은 減少된다고 報告한 結果에 비추워 볼때 撒布回數가 1회인 경우는 니코틴含量의 變化는 없는 것으로 생각된다. 摘心程度가 니코틴에 미치는 影響은 認定되지 않았으나 摘心程度가 깊을수록 增加되는 傾向을 나타냈으며 이는 深止에 의한 葉數 減少에 따른 影

響인 것으로 생각되며 Elliott, Marshall等^{8,9)}의 研究와도 같은 傾向을 나타냈다. 따라서 摘心程度를 開花期에 調節하면 니코틴含量의 變化는 적고 摘心時期에 影響^{13, 15, 16)}이 크게 作用한 것으로 생각된다.

다. 全糖/니코틴比의 變化

栽培要因과 全糖/니코틴比의 變化는 各處理間 單獨效果는 株間距離를 넓히고 收穫時期는 늦을수록 MH撒布量은 적게 할수록 낮았으며 摘心程度에서는 處理間 有意性이 認定되지 않았다. 또한 栽培要因別 相互作用은 MH撒布量×熟度에서만 效果가 認定되었다. 따라서 還元糖/니코틴비가 6~8인 良質의 잎담배를 生産하기 위하여서는 單獨效果가 크게 나타난 株間距離를 넓히고 MH撒布량을 적게撒布하고 熟度는 現行 收穫時期보다 1週日 늦춰 收穫을 하는 것이 糖含量을 낮추고 니코틴含量을 다소 높여 全糖/니코틴比를 낮추는 것이라 생각되며 相互效果가 認定된 MH撒布量×熟度の 相互作用은 MH撒布量에 의한 熟度の 判定도 考慮하여야 할 것으로 推定된다.

이상의 結果를 綜合하여 보면 잎담배의 内容成分이 摘正水準을 含有한 良質의 잎담배를 生産하기 위하여 栽植密度는 45cm(株間距離), 熟度는 過熟, MH撒布量은 10ml/株, 摘心程度는 開花初期에 稚葉 3매가 摘正한것으로 判斷되며 또한 잎담배의 品質과 内容成分과는 보다 많은 栽培要因이 關聯되고 이들 相互作用에 의한 複合的인 結果라고 볼수 있기 때문에 繼續하여 研究檢討가 되어야 할것이다.

5. 收穫葉의 澱粉含量과 乾葉의 全糖含量과의 關係

收穫葉의 澱粉으로 부터 乾葉의 全糖含量을 推定하기 위하여 收穫葉中의 澱粉含量과 乾葉의 全糖含量과의 關係를 調査하였던바 그 結果는 그림1에서 보는 바와 같이 두 成分間의 相關係數는 +0.707로서 1%水準의 有意性이 認定되었다.

이와같이 收穫葉의 澱粉含量은 乾葉의 全糖含量과 밀접한 關係가 있고 특히 收穫葉의 澱粉은 乾燥期間中 黃變期에 減少하고 可溶性糖은 增加³⁶⁾하여 收穫葉의 澱粉含量中 約 60%가 還元糖으로 轉換^{74, 75)}된다는 것으로 미루어 보아 收穫葉의 澱粉含量은 乾葉의 全

糖含量을 推定하는 指標로 活用할 수 있을 것으로 생각되나 보다 더 具體的인 檢討를 하여야 할것이다.

摘心程度는 각각 니코틴과 全窒素와는 正의 相關이 있으나 澱粉, 全糖 및 全糖/니코틴比와는 負의 相關을 나타냈다. 또 澱粉 및 全糖/니코틴比는 密植, 淺止 MH多量撒布 및 適熟處理에서 많았다.

4. 收穫葉의 澱粉含量과 乾葉의 全糖含量은 高度의 正의 相關(相關係數 0.707**) 이었고 收穫葉의 澱粉中 58.1%가 乾葉의 全糖으로 轉換하는 것을 推定할수 있었다.

참고문헌

1. Abdallah, F. 1970. Can tobacco quality be measured? Lockwood publishing Co., Inc., New York, 29-34.
2. Al-Ani, T. A., and H. Seltmann. 1966 Effect of maleic hydrazide on growth and oxygen uptake of tobacco roots. *Tob. Sci.* 10 : 59-64.
3. Bowman, D. T., and J. O. Rawlings. 1985. An empirical methods for establishing chemical standards for flue-cured tobacco. *Tob. Sci.* 29 : 47-52.
4. Breland, H. L. Pritchett., and H. W. Lundy. 1967. Effect of fertilizer treat on composition of flue-cured tobacco. *Soil and Crop Sci. Soc. of Florida Proc.* 27 : 235-242.
5. Brown, G. W., and T. R. Terrill. 1972. Effects of method of harvest on flue-cured tobacco. I. Agronomic factors. *Agron. J.* 65(5) : 619-622.
6. Chaplin, J. F., Z. T. and R. E. Currin. 1964. Some factors of topping height and suckering on flue-cured tobacco. *S. C. Agr. Exp. Sta. Bull* : 510.
7. Chaplin, J. F. 1975. Flue-cured tobacco with varied ripening patterns for modified harvest systems. *Agron. J.* 67 : 357-358.
8. Elliot, J. M. 1970. Effect of rates of ammonium and nitrate nitrogen on bright tobacco in

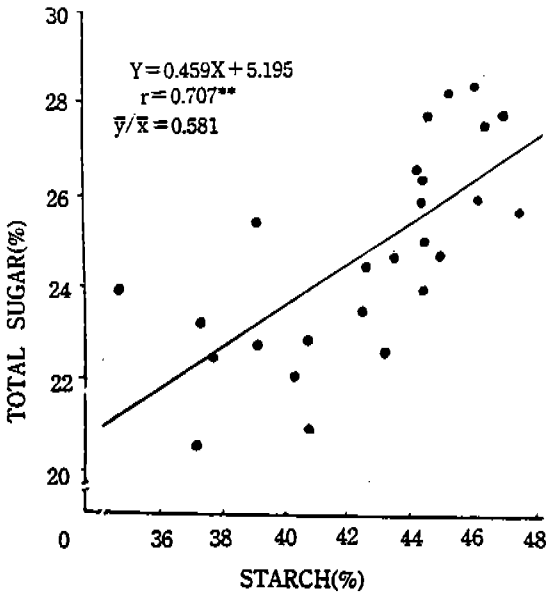


Fig. 1. Relationship between starch contents of the harvested leaves and total sugar contents of the cured leaves in 1986. (Stalk position of the harvested leaves was cutters : 8-th left from bottom)

結 論

黃色種 잎담배에서 栽培方法에 따라 喫味와 關聯이 깊은 化學成分의 變化와 收穫葉의 澱粉含量과 乾葉의 全糖과의 關係를 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 增肥와 深摘할수록 니코틴, 全窒素 및 全窒素/니코틴比는 增加하였으나 澱粉, 全糖 및 全糖/니코틴比는 減少하였다.

2. 栽植密度에서는 株間距離가 넓을수록 니코틴, 全窒素 및 全窒素/니코틴比는 增加하였으나 澱粉, 全糖 및 全糖/니코틴比는 減少하였다.

3. 栽培要因과 化學成分과의 關係에서 施肥量과

- Ontario. Tob. Sci. 14 : 131-137.
9. Elliot, J. M. 1976. Effects of height of topping and plant spacing of flue-cured tobacco on certain properties of the cured leaves and smoke characteristics of cigarettes. Can. J. Plant Sci. 56 : 161-167.
 10. Frankenburg, W. G. 1946. Chemical changes in the harvested tobacco leaf. Advance in enzymology. 6 : 309.
 11. Gaines, T. P., A. S. Csinos, and M. G. Stephenson. 1983. Grade index and yield correlations with chemical quality characteristics of flue-cured tobacco Tob. Sci. 27 : 101-105.
 12. Gwynn, G. R. 1969. Influence of harvesting method on flue-cured Tobacco. Agron. J. 61(3) : 429-433
 13. 한철수, 이정덕, 권구홍, 이종두, 정기택, 김용암, 1985. 황색종 양질엽 생산을 위한 재배법연구. 담배연구. 한국인삼연구소(경작, 재배) : 5-100.
 14. Ishitoya, K. 1961. Studies on maturity of tobacco leaves. Coresta 1B(1) : 99-104.
 15. 정기택, 이종두, 권구홍, 반유선, 이정덕. 1987. 황색종 담배에서 당분과 니코틴 함량의 변화. 한국인삼연초학회지 9(1) : 27-33.
 16. 垣江竜雄 1976. タバコの糖質代謝に關ある研究. 岡山試報 37 : 37-93
 17. 김찬호. 1979. 담배성분 분석법. 한국연초연구소 : 15-16, 56-59.
 18. 김찬호. 1979. 담배성분 분석법. 한국연초연구소 : 76-79
 19. Kittrell, B. U., S. N. Hawks, Jr., and W. K. Collins. 1972. Effects of leaf numbers and sucker control and topping methods on flue-cured tobacco production. Tob. Sci. 16 : 154-156.
 20. 이상하, 안동명, 민영근, 이미자, 이완남, 이경구. 1986. 산지별 잎담배 특성조사와 부산물 활용연구.
 21. Lien, C. K. 1968. Study on later harvest of flue-cured tobacco. Taiwan Tobacco and wine Monopoly, Tob. Res. Ins. Annual Report : 148-154.
 22. MacDowall, F. D. H. 1962. Effect of maleic hydrazide on root growth and nicotine synthesis Lighter 32(3) : 26-28.
 23. Noguchi, M., K. Yamamoto, and E. Tamaki. 1964. Studies of Nitrogen metabolism in tobacco plant. V. Changes of the free amino acid composition of tobacco leaves with age. Tob. Sci. 8 : 9-12.
 24. Papenfus, H. D. 1970. Effects of climate and cultural practices on the growth characteristics of flue-cured tobacco. Proc. 5th Int. Tob. Sci. Cong., Hamburg, September 14-19. PP. 105-116.
 25. Seltmann, H., and B. C. Nichols. 1984. Agronomic, chemical, physical and visual characteristics of hand-suckered vs. maleic hydrazide-treated flue-cured and burley tobacco. Agron. J. 76-375-378.
 26. Tanks, S. and H., Kshil. 1968. Statistical analysis of relations between quality and compositions on leaf tobacco. (1) Statistical analysis on flue-cured tobacco. Hatano Tob. Rep. 61 : 1-127.
 27. Terrill, T. R. 1975. Production factors affecting chemical properties of the flue-cured leaf. V. Influence of harvesting variables. Tob. Intl. April 18 : 72-76.
 28. Tso, T. C. 1972. Physiology and biochemistry of tobacco plants. Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc, Stroudsburg, PA, 305-311.
 29. Walker, E. K. 1968. Some chemical characteristics of cured leaves of flue-cured tobacco relative to time of harvest, stalk position and chlorophyll content of green leaves. Tob. Sci. 12 : 58-65.

30. Weybrew, J. A., and W. G. Woltz. 1975. Production factors affecting chemical properties of the flue-cured leaf. IV. Influence of management and weather. *Tob. International*. 177 : 46-48.
31. Weybrew, J. A. 1979. The key to quality—The time of the transition, Report to N. C. Tobacco Foundation, March 20.
32. Weybrew, J. A., A. Wanismail, and R. C. Long. 1983. The cultural management of flue-cured tobacco quality. *Tob. Sci.* 27 : 56-61
33. Weybrew, J. A., W. G. Woltz, and R. J. Monroe. 1984. Harvesting and curing of flue-cured tobacco. N. C. State University, Tech. Bul. 257. Feb.
34. Woltz, W. G. and D. D. Mason. 1966. Effects of plant spacing and height of topping of bright tobacco on some agronomic characteristics. *Proc. of the Fourth International Tobacco Scientific Congress, Athens, Greece* : 197-208.
35. Yoshida, D., and T. Takahashi. 1961. Relation between the behavior of nitrogen and the nicotine synthesis in tobacco plant *Soil Science and plant Nutrition*. 7 : 157-164.
36. Yoshida, D., and A. Hirato. 1969. Effects of cultural practices on the tar content in the smoke of cigarettes. I. Effects of topping and nitrogen levels on the tar content in the smoke of cigarettes. *Hatano Tobacco Exp. Stn. Kanagawa, Japan. Bull.* 63 : 0-16.