

Perique葉의 耕種 및 化學的 特性

韓 相 彬 · 潘 裕 宣

한국인삼연초연구소 음성 연초 시험장

Agronomic Characteristics and Chemical Contents of Perique Tobacco Leaves

Sang Bin Han and Yu Sun Ban

Eumseong Tobacco Experiment Station, Korea Ginseng and Tobacco

Research Institute, Eumseong, Chung-Buk, Korea

(Received March 21, 1981)

Abstract

This study was conducted to investigate the interaction between chemical compositions and agronomic characteristics of perique tobacco leaf.

At the topping stage, the thickness of leaf was positively correlated with total sugar (0.975**), reducing sugar (0.975**), alkaloid (0.518*) and petroleum ether extract (0.801**) contents. The length of upper leaf was negatively correlated with its chemical contents. Total sugar contents of the harvested leaf showed a sigmoid pattern of distribution along the leaf stalk positions.

緒 論

Perique 담배는 Pipe 담배나 Cigar 담배의 補充原料로 5% 정도 사용되어 그 담배 特有의 香 喫味를 내게 하는 것으로서 全世界를 通하여 美國의 Louisiana州 St. James Parish 地方에서 生産되고 있다 (1, 2, 10, 11).

Perique 담배는 收穫葉을 10~14日間 陰乾한 後 中骨을 除去하고 約 10個月間 壓搾醱酵을 시키면 Aroma가 特異한 Perique 담배가 生産된다 (1, 2, 11). 山崎 (14)과 松本 (15) 등은 黃色種 (Bright 系統) 담배를 利用하여 Perique 담배를 生産할 目的으로 壓搾醱酵試驗을 實施한 結果, 醱酵原料葉으로는 厚葉 가운데 乾葉의 色相이 赤

褐色이고 水分含量이 20~30% 程度이며 粘性이 큰 葉이 Perique 葉에 相應하는 Aroma를 生成한다고 하였다.

原產地에서는 Burley 系統이 Perique 葉 生産 用으로 栽培되고 있으며, 葉의 組織은 치밀하고 (厚葉) 糖과 Alkaloid 含量이 높아서 醱酵過程에 生成되는 Alcohol類와 有機酸類가 Ester 化反應을 하는데 있어 酵素의 좋은 基質이 되므로 Perique 固有의 Aroma가 生成된다는 여러 報告들 (2, 10, 19, 21)도 있다.

現在까지 우리나라에서는 Perique 葉 生産을 위한 品種選抜이나 栽培法 및 內容成分 등이 研究되지 않아 全量을 輸入에 依存하고 있는 바,

Perique葉素質에 맞는 葉의 耕種의 特性和 內容成分을 究明코자 本 實驗을 實施하였다.

材料 및 方法

1. 供試品種 및 栽培法

供試된 品種은 Burley系統의 Burley21 (V₁), Burley37 (V₂), Va509 (V₃)와 燻蒸用 담배인 One Sucker (V₄) 및 Green River (V₅)를 Burley種 一般mulching 栽培法에 準하되, 上位葉의 開張을 촉진하고 厚葉을 生産하기 위하여 開花 初期에 收穫葉數를 10枚로 固定하여 摘心하였다. 乾燥는 收穫後 10~14日이 경과되어 葉内の 水

分含量이 20~30% 程度이고 色相은 褐色~赤褐色으로 되었을 때 中骨을 除去하고 醱酵原料 葉으로 利用하였다(10). 試驗區配置는 亂塊法 3 反復으로 實施하였다.

2. 生育調査 및 葉成分 分析

生育調査는 慣行法에 準하였으며, 全 Alkaloid 와 石油Ether 抽出物은 研究所 常用分析法(6), 還元糖은 Park and Johnson法(3)으로, 生葉의 全糖은 簡易糖度計로 各各 測定하였다.

結果 및 考察

1. 葉의 耕種의 特性

Table 1. Leaf thickness vs. their stalk positions (0.01mm)

Cultivars	Stage	Stalk Positions										Mean
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Burley 21 (V ₁)	Topping	33	32	29	28	26	26	25	24	24	23	27
	Harvest	40	39	35	29	29	28	33	32	33	33	33
	Cured				9			10				10
Burley 37 (V ₂)	Topping	34	32	29	28	26	26	25	24	24	23	27
	Harvest	38	36	32	27	27	27	31	30	31	31	31
	Cured				9			9				10
Va 509 (V ₃)	Topping	34	32	30	29	28	27	27	27	27	25	28
	Harvest	38	36	33	29	29	28	32	32	32	33	32
	Cured				9			9				10
One Sucker (V ₄)	Topping	48	45	43	43	42	40	41	40	40	39	42
	Harvest	49	47	43	44	42	40	47	49	50	49	46
	Cured				16			14				17
Green River (V ₅)	Topping	34	32	32	31	30	29	29	28	27	25	30
	Harvest	35	33	32	32	30	33	35	34	36	37	34
	Cured				13			11				14
*L. S. D Topping stage		Harvesting stage			After curing							
.05					2.280							--
.01		1.752			3.440							--
C. V.		2.921 %			3.440 %							--

表 1은 摘心時와 收穫時에 着葉位置別로 葉厚를 調査하고 乾葉은 收穫回數別로 調査한 것이다. 摘心時에 各 品種間의 葉厚는 $V_4(0.42\text{mm}) > V_6(0.30\text{mm}) > V_3(0.28\text{mm}) > V_1 = V_2(0.27\text{mm})$ 의 順으로 品種間에 特性있는 差를 보였다. 아울러 Burley系統의 品種(V_1, V_2, V_3)들은 葉厚의 값이 거의 같은 反面에 燻蒸種(V_4, V_5) 品種은 多少 큰 差를 보였다. 收穫時에도 摘心時와 같은 傾向을 보였으며 摘心時에 比해 葉厚는 增加하였는데 (V_1 品種 : 0.06mm , 기타 品種 0.04mm 增加) 특히 3회 收穫葉(着葉位置 7~10)에서 顯著히 增加하였다. 이것은 最大榮養生長期에서 生殖生長期로 移行하는 時期에 摘心を 함으로써 物質의 移動이 上位葉에 集積되어 葉肉을 充實하게 하므로 上位葉의 葉厚가 增加하는 現象을 보인 것이다(5, 7, 16). 摘心時에 比한 收穫時의 葉

厚增加는 特히 V_1 品種에서 두드러져 여타 品種은 10~15% 增加한 反面에 V_1 品種은 約22%나 增加하였는데 이것은 다른 品種들과는 달리 V_1 品種은 下位葉에서도 葉厚가 增加하였기 때문이다.

着葉位置別로 V_4 品種은 가장 良好한 厚葉을 보였으며, V_1 品種과 V_6 品種은 근소하였다. McMurtrey(11)는 原産 醱酵葉의 葉厚가 0.17mm 程度이고 이는 乾燥葉의 葉厚와 別다른 差가 없으며, 乾葉이 醱酵中에 減少할 念慮는 없다고 한 것을 고려할 때 V_4 品種(One Sucker)와 對等하였다.

表 2는 上位葉(8~10番葉)의 葉長과 葉幅의 伸張을 나타낸 것으로 摘心時에는 葉長이 58cm (V_4)에서 64cm (V_5)로 品種間에 僅少하였으나, 葉幅에서는 V_4 品種이 細葉型으로 L/W 係數가 3.38을 보였으며 이는 品種間에 葉型의 顯著한 差가 있다는 것을 알 수 있다.

Table 2. Upper leaves-length and width(cm)

Cultivars	Length			Width			L / W	
	TT	HT	IR	TT	HT	IR	TT	HT
Burley 21	61	67	1.09	25	28	1.13	2.47	2.40
Burley 37	60	60	1.02	24	25	1.06	2.44	2.36
Va 509	61	67	1.09	26	30	1.15	2.31	2.20
One Sucker	58	66	1.13	17	18	1.02	3.38	3.75
Green River	64	69	1.08	26	30	1.15	2.46	2.31

※ L/W : Leaf length/Leaf width. TT : Topping time.
HT : Harvesting time, IR : Increasing ratio.
Original leaf length (74cm) and width (31cm).

收穫時 Green River 品種 上位葉의 葉長은 摘心時보다 伸張하여 69cm 로 가장 길었으며, V_4 品種은 58cm 에서 66cm 로 他 品種보다 높은 伸張率을 보였다. 收穫時의 葉幅은 品種間에 더욱 顯著한 差를 보였으며, V_4 品種은 摘心時 L/W 係數가 3.38에서 收穫時에는 3.75로 더욱 細葉型

으로 나타났다. 그러나 其他 品種은 L/W 係數가 2.20 (V_3)에서 2.40 (V_1)으로 廣葉型이라 하겠다.

乾葉의 含水率은 18.0% (V_1)에서 26.4% (V_4)로 品種間에 多少 큰 差를 보였지만 이 값은 醱酵原料葉의 含水率이 20~30%라고 한 研究結果(14, 19)와 비추어 보면 別다른 問題點은 없는

것으로 생각된다. 또한 乾葉의 色相은 Burley系統 (V₁, V₂, V₃)의 品種은 褐色이며 粘性이 작고 燻蒸種인 V₄, V₅品種은 赤褐色으로 粘性이 높았다. 위와 같은 結果를 考察하면 耕種的인 Perique葉의 素質은 V₄, V₅品種이 갖고 있는 것으로 생각된다.

2. 葉의 內容成分

着葉位置別로 全糖含量을 調査하여 品種別 全糖分布狀態를 William과 Sndecor(20) 統計法에 依하여 graph化 하면 (Fig. 1), V₄, V₅ 品種은 最下位葉보다 2~3位葉이 0.3~2% 減少하였

고 中位葉에서는 漸次 增加 하다가 頂上葉에 이르러서는 다시 減少하는 傾向이었다.

또한 品種別 全糖含量은 着葉位置別로 相異하였으며, 이러한 事實로 物質移動에 關한 生理的 特性이 品種別로 다르다는 것을 알 수 있었다. V₄, V₅品種은 顯著한 Cubic equation을 나타내었고, 全糖含量의 分布는 摘心時期와 程度를 달리 함으로써 調節할 수 있다고 한 研究結果 (5, 18)와도 一致하는 것으로서 本試驗에서는 同一時期에 摘心程度를 均一하게 하였으므로 醱酵原料葉의 選別基準 등으로 利用될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Chemical contents of leaves vs. their stalk positions (%)

Cultivars	Components	Topping	Stalk Positions						Mean	
			1~3		4~6		7~10		HT	AC
			HT*	AC*	HT	AC	HT	AC		
Burley 21	Reducing sugar	5.3	2.3	9.9	5.3	11.6	7.1	11.6	4.9	11.0
	Alkaloid	1.82		1.58		3.19		4.59		3.12
	P. ether extract			7.48		7.39		8.05		7.64
Burley 37	Reducing sugar	5.5	3.5	10.2	3.1	11.6	7.1	12.8	4.6	12.4
	Alkaloid	1.74		1.48		3.23		5.43		3.38
	P. ether extract			6.49		7.65		7.94		7.36
Va 509	Reducing sugar	5.0	3.3	10.3	5.0	10.7	6.6	11.4	5.0	10.8
	Alkaloid	1.59		1.64		2.17		3.44		2.42
	P. ether extract			6.52		8.96		9.82		8.43
One Sucker	Reducing sugar	5.0	3.6	12.1	4.8	13.4	8.6	15.5	5.7	13.7
	Alkaloid	1.99		2.34		3.74		5.57		3.88
	P. ether extract			9.67		11.21		11.17		10.68
Green River	Reducing sugar	5.4	2.7	13.0	3.7	13.6	8.8	13.5	5.1	13.4
	Alkaloid	1.32		2.01		2.77		4.26		3.01
	P. ether extract			7.11		10.37		11.02		9.50

Reducing sugar	L. S. D.	.05	0.32	0.15	—	1.08	4.22	1.53	4.09	0.53	3.39
		.01	0.46	0.21	—	1.57	6.14	2.22	5.95	0.77	4.93
Alkaloid	L. S. D.	.05	—	—	—	1.03	—	0.57	—	0.43	—
		.01	—	—	—	1.51	—	0.83	—	0.63	—
P. ether extract	L. S. D.	.01	—	—	—	3.09	3.56	—	1.49	—	1.31
		.01	—	—	—	4.50	5.18	—	2.18	—	1.91

HT:harvesting time, AC : after curing.

*Original fermented leaf : Reducing sugar (7.2%),
Alkaloid (4.65%)
Petroleum ether extract (10.95%).

摘心時期的 R-Sugar含量은 品種間에 差異가 없었으며 V_2 品種이 5.5%, V_3 , V_4 品種은 5.0% 이었다(表 3).

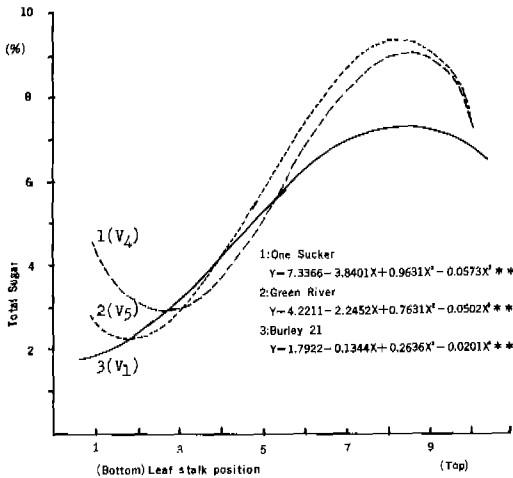


Fig. 1. Total-sugar contents of the harvested leaves vs. their stalk positions.

收穫回數別 收穫葉의 R-Sugar含量은 그림 1의 全糖含量分布와 같은 傾向을 보였으며, 各品種 共히 上位葉의 R-Sugar含量이 높았고 品種間에 有意性이 있었다.

또한 乾燥葉의 R-Sugar含量은 V_4 (13.7%) > V_5 (13.4%) > V_2 (12.4%) > V_1 (11.0%) > V_3 (10.8%) 順으로 收穫葉 보다는 그 含量이 越等히 높은 것을 알 수 있는데 이는 乾燥過程中에

脫水와 더불어 葉中の 澱粉이 Amylase와 같은 酵素에 依하여 轉換되었기 때문이라고 생각된다.

約 10個月間의 壓搾醱酵을 하는 동안 葉中の 糖이 有機酸이나 Ester化 反應을 하고도 Perique 葉의 糖含量이 7.2%로 높은 것 (10, 19) 을 勘案한다면 乾葉의 糖含量은 매우 重要한 要因이라 하겠다.

葉中の Alkaloid는 摘心期 以後에 根에서 主로 合成되며 이時期에는 物質移行이 中·上位葉에 集中的으로 集積된다(16, 22). 表3에서와 같이 摘心時에는 Alkaloid含量이 1.99% (V_4) 에서 1.32% (V_5)로 品種間에 有意差가 없었으나 收穫葉에서는 漸次 그 含量이 높아지는 傾向이었고 上位葉으로 갈 수록 顯著하게 增加하였다. 收穫回數別로 Alkaloid含量의 變化를 檢討하여 보면 1회收穫 乾燥葉은 摘心時의 含量과 近似한 2.34% (V_4) 에서 1.48% (V_2)로 品種間에 有意差가 없었으나 2, 3회收穫 乾葉에서는 V_4 (3.88%) > V_2 (3.38%) > V_1 (3.12%) > V_5 (3.01%) > V_3 (2.42%)의 順으로 品種間에 有意差가 있었다.

한편 少量의 Alkaloid가 乾燥過程 初期에 合成된다고 하였으며(9), 葉中の 窒素化合物이 分解되는 過程에서 Alkaloid가 合成된다는 報告도 있어 着葉位置別 Alkaloid 含量은 보다 具體的인 研究가 進行되어야 할 것으로 생각된다.

石油Ether抽出物은 주로 그 成分이 Resin 과 Fatty acid로서 Wax와 같은 粘性物質이다. 이것은 喫味에 關與하며 煙氣中の 緩和性 및 香氣를 附與하고 葉의 彈力性を 준다. 表3에서와 같이 各 品種間에 有意差를 보였으며 V_4 (10.68%) \rangle V_5 (9.50%) \rangle V_3 (8.43%) \rangle V_1 (7.64%) \rangle V_2 (7.36%) 順 이었다. 이러한 事實로부터 前述한 葉의 耕種의 面에서 乾葉의 彈力性を 確認할 수가

있었다. 또한 各 品種 共히 上位葉으로 갈 수록 그 含量이 높아지는 傾向을 보였으나 그 程度는 品種間에 相異하여 V_1 品種은 7.48% (1回 收穫)에서 8.05% (3回 收穫)로 그 變化幅이 작았으나 V_5 品種은 7.11%에서 11.02%로 그 分布하는 樣相에 特性이 있음을 보여 주었다.

3. 形質間的 相關關係

Table. 4. Correlation coefficient matrix between all pairs of 22 characteristics +

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1. LTT	0.97**	0.94**	0.05	-0.86**	-0.41	0.47	0.21	0.51	0.80**	0.50	0.30	0.61*	0.49	0.83**	0.45	0.47	0.52*	0.66**	0.45	0.60*	0.80**
2. LTH		0.93**	0.15	-0.82**	-0.37	0.34	0.24	0.57*	0.82**	0.49	0.40	0.60*	0.52*	0.81**	0.54*	0.44	0.55*	0.58**	0.38	0.56	0.76**
3. LTC			0.17	-0.74**	-0.15	0.30	0.07	0.69**	0.78**	0.75**	0.44	0.63*	0.6*	0.88**	0.46	0.41	0.52*	0.62*	0.60*	0.72**	0.87**
4. ULL				0.40	0.13	-0.44	0.25	0.29	0.26	0.57	0.37	0.15	0.26	0.37	-0.12	-0.58*	-0.34	-0.13	0.07	0.10	0.18
5. ULW					0.40	-0.51*	-0.06	-0.32	-0.23*	-0.19	-0.07	-0.42	-0.27	-0.48	-0.58*	-0.56**	-0.74**	-0.71**	-0.27	-0.22	-0.58*
6. TST						-0.47	-0.50*	0.35	-0.35	0.38	0.02	-0.08	0.03	-0.26	-0.05	-0.19	-0.08	-0.17	0.20	0.03	-0.08
7. TSS							-0.28	-0.03	0.19	-0.01	0.02	0.31	0.16	0.27	0.02	0.52*	0.32	0.10	0.01	0.15	0.21
8. TSN								0.44	0.22	-0.11	-0.02	-0.08	0.26	0.07	-0.28	-0.23	0.20	0.02	0.06	0.14	
9. TSR									0.69**	0.77**	0.54*	0.41	0.50	0.57*	0.26	0.08	0.26	0.29	0.49	0.50	0.54*
10. TSM										0.51	0.40	0.46	0.45	0.80**	0.29	0.08	0.18	0.44	0.45	0.54*	0.66**
11. RSS											0.47	0.48	0.56*	0.75**	0.13	-0.01	0.14	0.31	0.75**	0.79**	0.76**
12. RSN												0.59*	0.82**	0.38	0.37	0.15	0.31	-0.02	0.05	0.16	0.17
13. HSR													0.91**	0.49	0.31	0.34	0.39	0.22	0.22	0.28	0.40
14. RSM														0.45	0.36	0.31	0.43	0.12	0.17	0.26	0.33
15. ACS															0.17	0.04	0.11	0.50	0.66**	0.86**	0.90**
16. ACN																0.52*	0.77**	0.43	0.21	-0.09	0.23
17. ACR																	0.90**	0.34	-0.08	-0.11	0.15
18. ACM																		0.27	0.04	-0.05	0.19
19. PES																			0.30	0.42	0.75**
20. PEN																				0.61*	0.73**
21. PER																					0.85**
22. PEM																					

Criterion 1% value: 0.541 at -0.05
0.641 at -0.01

+ Brief descriptions of the numbers and abbreviations.

No. Abbreviation	Brief description	
1. LTT	Leaf	} of the topping stage
2. LTH	Thickness	} of the harvested leaves
3. LTC		} of the cured leaves
4. UIL	Upper leaf	length at the harvesting stage
5. ULW	Upper leaf	width at the harvesting stage
6. TST	Total	} of leaves at the topping stage
7. TSS	Sugar	} of the 1st harvesting stage
8. TSN	Content	} of the 2nd harvesting stage
9. TSR		} of the 3rd harvesting stage
10. TSM	Mean of the total-sugar content of leaves at the 1st, 2nd and 3rd harvesting stage.	
11. RSS	Reducing	} of the 1st cured leaves
12. RSN	Sugar	} of the 2nd cured leaves
13. RSR	Content	} of the 3rd cured leaves
14. RSM	Mean of the reducing sugar content of the 1st, 2nd and 3rd cured leaves.	
15. ACS	Alkaloid	} of the 1st cured leaves
16. ACN	Content	} of the 2nd cured leaves
17. ACR		} of the 3rd cured leaves
18. ACM	Mean of the alkaloid content of the 1st, 2nd and 3rd cured leaves.	
19. PES	Petroleum-	} of the 1st cured leaves
20. PEN	ether	} of the 2nd cured leaves
21. PFR	Extract	} of the 3rd cured leaves
22. PEM	Mean of the petroleum-ether extract content of the 1st, 2nd and 3rd cured leaves.	

表 4에서 보는 바와 같이 摘心時의 葉厚素質은 收穫葉과 乾燥葉의 厚葉生産에 高度의 正相關(0.974 **, 0.937 **)을 보였으며, 이는 Tso (16)와 다른 연구자들(5, 17, 18)이 最大營養生長期의 生育이 收量과 乾葉의 素質에 關與한다는 結果와 一致하였다. 또한 摘心時의 葉厚素質은 收穫葉의 全糖含量(0.795 **), 3回乾葉의 R-Sugar 含量(0.608 *), 1回乾葉의 Alkaloid含量(0.832 **) 및 乾葉의 石油Ether抽出物 含量(0.801 **) 등과 各各 높은 正相關을 보였으며, 이러한 關係로 미루어 본다면, 内容成分이 充實한 厚葉을 生産 하고자 할때는 摘心時期의 厚葉品種이 바람직하다고 하겠다. 그러나 厚葉은 上位葉의 幅伸張과 高度의 負의 相關(-0.86 **)을 보였다.

收穫葉의 葉厚素質은 收穫葉의 全糖含量(0.824 **), 乾葉의 R-Sugar含量(0.523 *), Alkaloid(0.548 *) 및 石油Ether抽出物(0.762 **) 含量과 各各 높은 正相關을 보였다. 이러한 事實은 品種間에 葉型과 内容成分의 變異가 있는 것으로서, 一次的으로 圃場에서 Perique葉 素質에 맞는 즉 厚葉生産에 必要한 品種이나 葉分選抜을 하는데 있어서의 耕種的인 基準을 定할 수 있으리라고 생각된다.

乾葉의 葉厚素質도 摘心時나 收穫時의 葉厚素質과 같은 傾向의 相關을 보였으며 内容成分과는 더욱 높은 相關을 보였다. 따라서 이러한 事實도 미루어 볼 때 上位葉의 葉伸張이 增大되면 單位面積에 分布된 糖類나 Alkaloid 등이 擴散되는 現象이 아닌가 생각된다. 收穫葉의 全糖含量은 1回收穫 乾燥葉의 Alkaloid 및 石油Ether抽出物과도 높은 相關을 보였다(0.803 **, 0.655 **) 이것은 糖과 脂肪의 相互關係를 나타낸 것으로 Pyriki와 Hofmann(12)의 糖과 脂肪의 分布 및 相互作用에 關한 研究와도 相應하는 것이다.

또한 下位葉의 Alkaloid含量은 石油Ether抽出物(0.902 **)과 높은 相關을 보였으며 이것은 脂肪과 Alkaloid 含量에 따르는 모든 前驅物質이 Acetate라고 한 Kaneda(9)의 研究와 關聯이 있는 것으로 생각된다.

Perique가 生産되고 있는 原產地와는 土壤條件이나 栽培方法이 다른 環境에서 얻어진 以上の 結果로 부터 葉의 耕種的인 特性과 内容成分을 고려한다면 Perique 醱酵 原料葉으로는 厚葉이면서 廣葉型이고, 葉色이 赤褐色으로 粘性이 크며 糖과 Alkaloid 및 石油Ether抽出物 含量이 높은 One Sucker(V₄) 品種과 Green River(V₅) 品種을 選抜할 수 있겠고, 現在 여기에 隨伴되는 壓搾醱酵 研究結果는 다음에 報告하기로 하겠다.

結 論

Perique 葉을 生産하기 위하여 葉의 耕種的인 特性과 内容成分을 分析하고 相關關係를 調査檢討하였다. 摘心時의 葉厚는 全糖(0.795 **), 還元糖(0.975 **), Alkaloid(0.518 *) 및 石油Ether抽出物(0.801 **) 含量과 各各 正의 相關을 보였으나, 上位葉의 길이는 内容成分과 負의 相關을 보였다. 收穫葉의 着葉位置別 全糖含量은 Sigmoid型으로 分布하였다.

引 用 文 獻

1. Akehurst, B. C. Tobacco. Longman. pp. 241-243 (1968)
2. Allard, H. H. and F. H. Allard. Agriculture in the America 7 : 123-126 (1947).
3. Cooper, T. G. The tools of biochemistry. Awilley Interscience publication 57-59 (1977).
4. Dickson, J. P., C. W. Robert, R. A. Miller, and C. F. Rix. Tobacco Sci. 12 : 71-77 (1967).
5. Elliot, J. M. Tobacco Sci. 19 : 7-9 (1975).
6. Cains, T. P. Chemical methods of tobacco plant analysis. Univ. of Ga., College of Agr. Exp. Sta. Research Report (1971).
7. Gerking, S. D. Biology Systems. W. B. Saunders Co. Toppan Co. Ltd. Tokyo. Japan. pp. 154-166 (1969).

8. Hamilton, J. M. and R. H. Lowe. Tobacco Sci. 22 : 89-93 (1978).
9. Keneda, T. Biochemistry 7 : 37-44 (1968).
10. Killebrew, J. B. and M. Herbert. Tobacco leaf-its culture and cure, marketing and manufacture (1906).
11. McMurtrey, Tobacco Sci. 8 : 56-59 (1964).
12. Pyriki, C. and F. Hofmann. Ber. Inst. Tabak frosch Dresdem 10 : 69-106 (1963).
13. Ross, C. W. Plant physiology laboratory manual. Wardworth publishing Co. Inc. Belmont California pp. 44-68 (1974).
14. 山崎重, 安松範郎, 國澤健一. 泰野たばこ試験場 報告 68 : 79-81 (1970).
15. 松本降, 増根田正己, 大山佳大子, 西田耕. 日本菌學會報 10(2) : 79-81 (1969).
16. Tso, T. C. Physiology and biochemistry of tobacco plant. pp 123-139 (1967).
17. Tso, T. C. and H. Chu. Agron. J. 62 : 512-514 (1970).
18. Walker, E. K. Tobacco Sci. 12 : 89-93 (1968).
19. William, G. R. Economy Bot. 24(2) : 123-129 (1970).
20. William, G. and G. W. Sndecor. Statical methods. Iowa State Univ. Press. 6 th ed. pp 447-471 (1974).
21. Williams, S. Tobacco Sci. 22 : 1-2 (1978).
22. Wolf, F. A. Aromatic or Oriental tobacco. Duke University Press. Durham. North Carolina pp 83-84, 187-193 (1962).