

# 窒素肥料의 施肥量 · 追肥時期 · 形態가 담배의 生育 및 Alkaloid 生成에 미치는 影響

李 炅 珉 · 卞 珠 變

忠北大学校 農科大学

## Effects of the amount, time and form of nitrogen fertilization on the growth and Alkaloid formation in flue-cured Tobacco.

Kyung Min, Lee and Ju Sob, Bion

Coll. of Agr., Chung-Buk National Univ., Cheongju, Chung-Buk, Korea

(Received Apr. 6, 1982)

### Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of fertilization level, additional dressing time and form of nitrogen on the growth and formation of Alkaloid in flue-cured tobacco. The results are abstracted as follows.

Length and width of harvested leaves, area of a leaf, leaf area per plant, number of harvested leaves, weight of a leaf, and leaf weight of a plant were larger in the  $\text{NO}_3^- \text{N}$  plot than  $\text{NH}_4^- \text{N}$  plot.

Length, width and area of the middle leaves increased by additional dressing on 7 days before topping, but the dry weight per unit leaf area of those was decreased.

Leaf shape was broaden in additional dressing plots in comparison with 100% of basal dressing plot, but there is no difference among the additional dressing plots. And the smallest leaf shape index was shown at upper leaves in 100% of basal dressing plot.

Leaf weight of a plant was the highest in 12kg/10a plot among  $\text{NO}_3^- \text{N}$  form and in 9kg/10a plot among  $\text{NH}_4^- \text{N}$  form.

Total Alkaloid content was higher in  $\text{NH}_4^- \text{N}$  plot between fertilization forms, and highest in 15kg/10a plot among fertilization levels and at the position of middle and upper leaves in the plot of 7 days before topping among additional dressing times.

### 緒 論

窒素는 담배植物의 生長과 잎담배의 品質에 크게 影響을 미치는 重要한 營養素이다.

담배의 窒素營養에 대하여는 이미 많은 研究가 이루어 졌다. <sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11</sup> 一般적으로 窒素는 營養生長期에 大部分 吸收되고 吸收된 窒素는 새로 發生하는 新生殖器管에 많이 分配되고 成熟期에 이르면

体内에 蓄積되었던 窒素가 必要에 따라서 再分配된다. 吉田 <sup>21,22</sup> 는 담배의 生育時期別 各部位 窒素 分布에 關한 研究에서 成熟期の 窒素는 잎에서 줄기나 뿌리로 移動한다는 事實을 밝혔으며, 成熟期에는 잎보다 줄기나 뿌리의 乾物增加率이 높음으로 乾物 生産量이 많은 部位로 移動하는 것으로 생각되며 알칼로이드生成에도 一連의 關係가 있다고 하였다.

또 窒素肥料의 形態의 差異가 담배의 生育 및 代謝

에 顯著한 影響을 미치고 있음은 Elliot (1910, 1911, 1912) 등 및 高橋(20)에 의하여 報告된 바 있다. Dawson(8)은 生育初期에는  $NH_4-N$ 을 供給한 담배가  $NO_3-N$ 을 供給한 담배보다 알칼로이드含量은 높으나, 生育이 進展됨에 따라 이와같은 相関은 認定할 수 없다고 報告하였다.

그러나 알칼로이드의 生成이 問題가 되는 것은 現在까지의 研究結果를 미루어 볼때 摘心前後이므로 本研究에서는 摘心前後의 窒素肥料의 施肥量 및 窒素의 供給形態가 담배의 生育 및 알칼로이드 生成에

미치는 影響을 밝히고자 實施하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

Hicks를 供試品種으로 하여 1/1,500a pot에 다음과 같은 理化性을 가진 原野土를 使用하여 施肥量 4水準, 追肥時期 4水準 및 窒素形態를 2水準으로 組合하여  $4^2 \times 2$  要因實驗으로 實施하였다.

### Characteristics of the experimental soil

#### Chemical characteristics

pH		C. E. C (me/100g)	O. M (%)	T-N (%)	Available $P_2O_5$ (ppm)	Exchangeable Cation (me/100g)				Total Cation
$H_2O$ (1:2.5)	KCl (1:2.5)					K	Ca	Mg	Na	
5.6	4.9	4.75	0.81	0.08	63.7	0.18	1.24	0.27	0.02	1.71

#### Physical characteristics(U. S. D. A)

Particle size (mm)	V. C. S (2-1)	C. S (1-0.5)	M. S (0.5-0.25)	F. S (0.25-0.10)	V. F. S (0.10-0.05)	Silt (0.05-0.002)	Clay 0.002	Texture
%	5.4	18.6	32.1	12.0	4.8	14.8	12.3	S. L

#### Experimental design

Factors	1	2	3	4
Amount of nitrogen(N)	6 kg / 10a	9 kg / 10a	12kg / 10a	15kg / 10a
Additional dressing(T) time	(T <sub>1</sub> ) Basal dressing 100%	(T <sub>2</sub> ) Basal dressing 60%+Additional dressing 40% on 7 days before topping	(T <sub>3</sub> ) Basal dressing 60%+Additional dressing 40% at topping time	(T <sub>4</sub> ) Basal dressing 60%+Additional dressing 40% on 7 days after topping
Nitrogen form (F)	(F <sub>1</sub> ) Nitrate-N( $NaNO_3$ )	(F <sub>2</sub> ) Ammonium-N( $(NH_4)_2SO_4$ )		

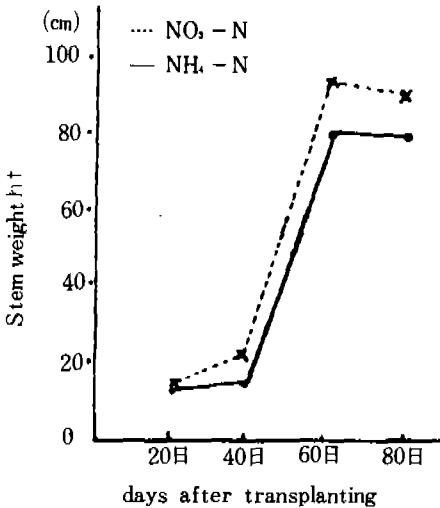
磷酸 및 加里는 中部地方 標準施肥量인 磷酸 15kg/10a, 加里 20kg/10a를 各区 共히 全量基肥로 施用하고 42日間 育苗한 生育이 均一한 苗를 4月 22日에 移植하여 Green House內에서 栽培하였다. 栽培期間中 土壤水分은  $45 \pm 5\%$ 로 調節하였으며 收穫은 7

月 12日 및 7月 19日 二회에 걸쳐 收穫하였으며 잎담배의 分析試料는 各個체를 葉位別로 区分하여 20mesh로 粉碎後 알칼로이드 分析은 溶媒抽出滴定法으로 하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 生育狀況

葉位別 잎의 展開 및 生育의 主要指標가 되는 줄기의 生長은 그림 1과 같다. 移植後 20日의 幹長과 幹徑



은 施用한 窒素의 形態에 따른 差異가 없었으나 生育이 進展됨에 따라 NO<sub>3</sub>-N區가 NH<sub>4</sub>-N區보다 컸다. 이는 NH<sub>4</sub>-N源으로 施用된 황산암모늄이 담배의 初期 生育에는 影響을 미치지 않았으나 土壤中에 吸着된 多量의 NH<sub>4</sub>-N가 生育末期에 吸收되어 암모니아毒症의 誘發로 生育이 低下되었던 것으로 생각된다. 2)

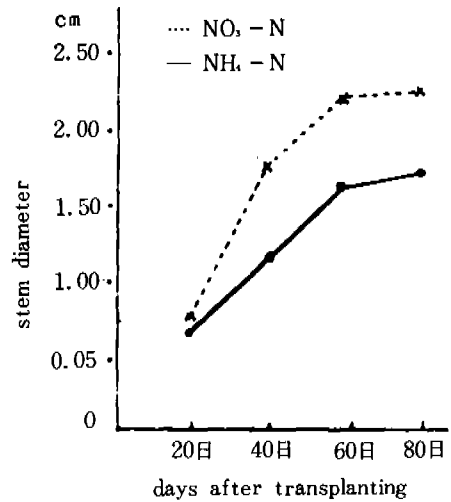


Fig. 1. Growth of stem

收穫葉의 葉長, 葉幅 및 葉形調查結果는 表 1과 같다.

窒素施肥量에 따른 葉長과 葉幅의 變化는 下位葉에서는 12kg區가 中上位葉에서는 少肥區인 6kg區가 컸으며, 15kg區가 작았는데 이는 窒素過用에 의해 葉의 展開가 不良했고 摘心前後의 追肥에 의해 多肥區에서 더욱 深化된 것으로 생각된다.

追肥時期에 있어서 摘心 7日前 追肥는 中位葉의 葉長 및 葉幅을, 摘心 7日後 追肥는 上位葉의 葉幅을 增大시켰으며 中上位葉에서는 全量基肥區의 葉長 및 葉幅이 작았는데, 이는 摘心前後의 追肥에 의해 中上位葉에서 二段生長이 일어났던 때문인 것으로 생각된다.

施用한 窒素의 形態間에는 各葉位에서 NO<sub>3</sub>-N區의 葉長과 葉幅이 컸다.

葉幅 / 葉長으로 調査한 葉形指數는 下位葉에서 6kg區가 9kg區보다 컸다.

追肥時期에 있어서는 上位葉에서 摘心時追肥區가 全量基肥區보다 커서 廣葉化되는 傾向을 보였는데, Wolf<sup>2)</sup>는 摘心和 摘芽는 葉長보다 葉幅을 增大시키고 下位葉보다는 上位葉을 廣葉化하여 樹形을 變化시킨다고 하였는데, 摘心時追肥도 上位葉의 葉幅 增

대에 影響을 미쳤다.

### 2. 收穫葉數 및 葉面積

收穫葉數 및 葉面積은 表 1과 같다.

收穫葉數는 窒素 15kg區가 他區에 비해 적었으며 NO<sub>3</sub>-N區가 NH<sub>4</sub>-N區보다 많았다. 窒素 15kg區에서 收穫葉數가 적었던 것은 窒素過多에 의하여 줄기의 生長이 不良했고 下位葉에 枯葉이 많았던 때문이며, NO<sub>3</sub>-N區에 비해 NH<sub>4</sub>-N區의 收穫葉數가 적었던 것은 NH<sub>4</sub>-N의 增施가 加里의 吸收을 阻害한다는 高橋<sup>2)</sup>의 報告와 같이 NH<sub>4</sub>-N의 多肥區에서 下位葉에 加里缺乏症이 나타나 枯葉이 많았기 때문이다.

葉面積中 一葉面積은 窒素施肥量에 따라서 下位葉에서는 12kg區가, 中上位葉에서는 6kg區가 각각 컸으며 摘心 7日前 追肥는 中位葉의 葉面積을 增大시켰다. 또 各葉位에서 NO<sub>3</sub>-N區가 NH<sub>4</sub>-N區보다 컸는데 葉面積은 葉幅과 正의 相関이 있다는 許<sup>6)</sup>의 報告와 一致하는 傾向이었다. 株當葉面積은 窒素 15kg區와 NH<sub>4</sub>-N區에서 작았는데 이는 葉長, 幅의 減少로 一葉面積이 작았고 收穫葉數가 적었기 때문이다.

Table 1. Number of size, shape and area of the harvested leaves

Treatments	Leaf position	Leaf size (cm)			Leaf area (cm <sup>2</sup> )		No. of harvested leaves	
		Length	Width	W/L	A leaf	A plant		
Amount of nitrogen	1	L	39.9	19.4	0.48	788	9,698	13.13
		M	47.3	18.8	0.40	894		
		U	44.1	15.6	0.35	697		
	2	L	41.8	18.8	0.45	802	8,986	
		M	46.0	16.9	0.37	789		
		U	39.0	13.3	0.32	535		
	3	L	43.9	21.1	0.48	963	10,087	
		M	46.5	18.5	0.40	879		
		U	42.1	14.6	0.34	623		
4	L	39.8	18.1	0.46	733	7,685		
	M	45.9	18.3	0.40	855			
	U	37.9	13.2	0.35	516			
Additional dressing time	1	L	41.7	19.3	0.46	827	8,893	12.25
		M	45.2	17.2	0.38	791		
		U	39.2	12.6	0.32	524		
	2	L	41.5	18.9	0.46	812	9,682	
		M	48.2	19.3	0.40	941		
		U	42.0	14.0	0.33	595		
	3	L	41.4	19.6	0.47	830	9,005	
		M	46.0	18.3	0.39	842		
		U	40.4	14.7	0.36	600		
	4	L	40.8	19.7	0.48	815	8,876	
		M	46.4	17.9	0.38	843		
		U	41.6	15.4	0.35	652		
Nitrogen form	1	L	45.9	22.2	0.48	1032	11,932	13.94
		M	51.2	20.1	0.39	1033		
		U	44.7	15.5	0.35	699		
	2	L	36.8	16.6	0.45	611	6,297	
		M	41.7	16.1	0.39	675		
		U	36.8	12.8	0.33	487		
Mean	L	41.4	19.4	0.467	821.6	9,114	12.50	
	M	46.4	10.1	0.390	834.2			
	U	40.7	14.2	0.340	592.8			

3. 單位葉面積重 및 乾物率

單位葉面積重은 表 2와 같다. 窒素施肥量에 있어서는 中上位葉에서 9kg區가 컸으며, 上位葉에서 NH<sub>4</sub>-N區가 NO<sub>3</sub>-N區보다 컸다. 또 中上位葉에서 施肥量과 形態間의 相互作用이 認定되었다.

追肥時期에 있어서는 全量基肥區가 컸고 中位葉에서 摘心 7日前 追肥區 및 摘心時追肥區가 작았는데 이는 晩期追肥로 中位葉에서 二段生長이 일어났던 것으로 생각된다. 乾物率도 單位葉面積重과 같은 傾向이었다.

4. 一葉重

表 2에서 一葉重을 보면 窒素施肥量과 追肥時期에 따른 有意性은 없었으나 窒素의 形態에 따른 差異가 各葉位에서 나타나 NO<sub>3</sub>-N區가 컸는데, 이는 一葉重을 形成하는 形質中에 單位葉面積重 및 乾物率에서

는 窒素形態에 따른 差異가 없었으나 一葉面積이 컸기 때문에 생각된다. 또한 中位葉에서 窒素施肥量과 形態間에 相互作用이 認定되어 9 kg區에서는 形態에 따른 差異가 없었으나 他施肥量區에서는 NO<sub>3</sub>-N區가 컸으며, NO<sub>3</sub>-N區에서는 15kg區가, NH<sub>4</sub>-N區에서는 9 kg區가 컸다.

Table 2. Leaf weight and ratio of dry matter

Treatments	Leaf position	Weight per unit leaf area (mg/ 18.84cm <sup>2</sup> )			Weight of a leaf			
		Fresh	Dry	% of dry matter	Fresh(g)	Dry(g)	% of dry matter	
Amount of nitrogen	1	L	532	111.0	21.01	20.9	3.07	14.63
		M	478	121.1	25.46	22.7	3.42	15.38
		U	514	120.0	23.48	18.7	2.74	15.25
	2	L	508	102.9	20.30	21.8	2.88	13.63
		M	487	135.8	27.86	21.2	3.51	16.88
		U	556	128.9	23.60	15.4	2.29	15.50
	3	L	520	92.9	17.73	27.8	3.42	12.50
		M	490	111.1	23.14	23.2	3.37	15.00
		U	511	111.6	22.30	18.3	2.62	15.00
	4	L	548	98.3	17.84	21.1	2.68	12.25
		M	574	116.0	20.54	25.2	3.55	14.13
		U	627	110.9	18.08	15.6	2.24	14.63
Additional dressing time	1	L	532	106.9	19.98	24.5	3.12	13.38
		M	502	137.5	27.78	21.5	3.65	17.38
		U	544	126.0	23.41	14.8	2.40	16.88
	2	L	531	100.9	18.99	22.4	2.94	13.00
		M	490	104.6	21.65	24.4	3.43	13.88
		U	504	116.5	23.60	16.3	2.45	15.13
	3	L	520	102.5	19.83	23.5	3.14	13.38
		M	530	116.4	22.36	23.3	3.33	14.50
		U	572	115.1	20.55	17.9	2.44	13.88
	4	L	525	94.8	18.09	22.2	2.84	13.25
		M	507	125.5	25.21	23.1	3.44	15.63
		U	588	113.8	19.89	19.0	2.58	14.50
Nitrogen form	1	L	529	107.3	20.48	31.0	3.96	12.88
		M	484	119.5	24.94	28.0	4.15	15.00
		U	538	112.5	21.38	19.8	2.76	14.19
	2	L	525	95.2	17.96	15.2	2.06	13.63
		M	532	122.5	23.56	18.1	2.77	15.69
		U	566	123.2	21.35	14.2	2.18	16.00
Mean	L	527.0	101.3	19.22	23.04	3.01	13.25	
	M	507.3	121.0	24.25	23.07	3.46	15.35	
	U	552.0	117.9	21.76	17.00	2.47	15.10	

5. 收 量

株当乾葉重으로 調査된 收量은 그림 2 에서와 같이 窒素15kg區와 NH<sub>4</sub>-N區에서 작았으며, 窒素施肥量과 形態間에 相互作用이 認定되어 NO<sub>3</sub>-N區에서는 12kg 區가, NH<sub>4</sub>-N區에서는 9 kg區가 15kg區보다 작았으며 全施肥量區에서 NO<sub>3</sub>-N區가 NH<sub>4</sub>-N區보다 컸다. 下<sup>2</sup>은 논담배栽培에서 8-13kg/10a의 窒素施用은 施肥量이 增加할수록 收量은 增加하나, 品質은 低下된다고 하였으며, 姜<sup>1)</sup>은 圃場實驗에서 10a당 窒素 15kg施肥는 12kg施肥보다 收量面에서 3%정도 增加되었다고 하였는데 本 實驗에서 窒素15kg區의 收量

이 減少된 것은 Green House內에서 實施하여 降雨에 의한 流失이 적어 過剩症의 加里缺乏을 誘發했기 때문인 것으로 생각된다. 또한 NH<sub>4</sub>-N의 施用이 收量을 減少시켰는데 이는 NH<sub>4</sub>-N施用에 의한 암모니아毒症과 下位葉에 枯葉이 많아져 收穫葉數가 減少했기 때문이다.

追肥時期에 따른 有意性은 없었으나, 追肥時期와 形態間에 相互作用이 認定되어 NO<sub>3</sub>-N區에서는 全量基肥區가 摘心 7日後 追肥區보다 컸으며, NH<sub>4</sub>-N區에서는 追肥時期處理間의 差異가 없었고, 全追肥時期處理에서 NO<sub>3</sub>-N 區가 NH<sub>4</sub>-N 區보다 컸다.

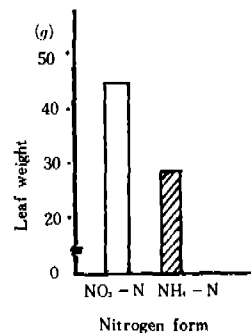
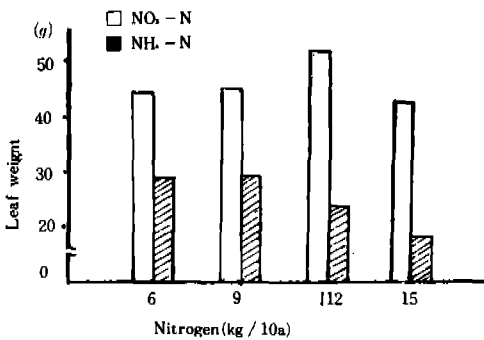
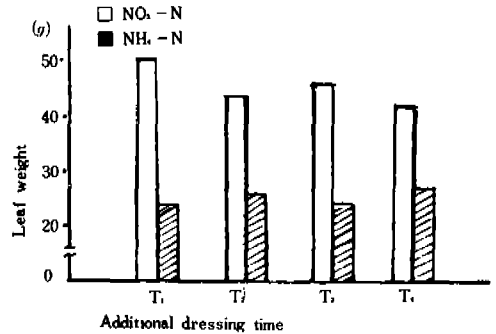
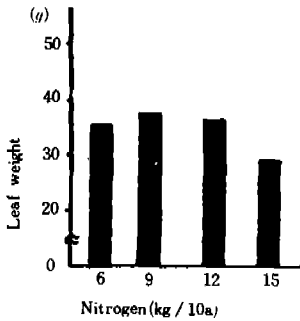


Fig. 2. Leaf weight of a plant

6. 全알칼로이드

收穫葉의 全알칼로이드含量은 表 3 및 그림 3과 같다.

全알칼로이드含量은 窒素 15 kg區가 各葉位에서 높았고 Bormann' 과 Elliot' 등은 窒素肥料의 增施로 알칼로이드含量이 增加한다고 하였는데 本 實驗에서는 12kg以下에서는 窒素增施에 따른 알칼로이드含量의 增加가 認定되지 않았다.

窒素形態別로는 各葉位에서 NH<sub>4</sub>-N區가 NO<sub>3</sub>-N 區보다 높았다. 또한 各葉位에 窒素施肥量과 形態間에 相互作用이 나타나 9 kg區에서는 形態間에 差異가 없었으나 6, 12, 15kg區에서는 NH<sub>4</sub>-N區가 NO<sub>3</sub>-N 區보다 높았다. NO<sub>3</sub>-N區에서는 下位葉에서 15kg區가 6 kg區보다 높아 差異를 보였으나, 中上位葉에서는 施肥量間에 有意差가 없었으며 NH<sub>4</sub>-N區에서는 各

葉位에서 9 kg區가 낮았다. NO<sub>3</sub>-N區의 中上位葉에서 施肥量에 따른 差異가 없었던 것은 窒素增施의 影響보다 摘心前後의 追肥에 의한 影響이 컸기 때문이라 생각되며, NH<sub>4</sub>-N區에서 9 kg區가 낮았던 것은 株當葉重이 컸던 점인 것으로 推定된다.

追肥時期에 있어서는 摘心7日前 追肥가 中上位葉의 全알칼로이드 含量을 增加시켰는데 中位葉에서는 摘心7日前 追肥區와 全量基肥區가, 上位葉에서는 摘心7日前 追肥區가 摘心7日後 追肥區보다 각각 높아 追肥時期가 빠를수록 알칼로이드 含量이 높은 傾向을 보였다. 吉田<sup>11)</sup> 에 의하면 알칼로이드 生成에 미치는 窒素吸收時期의 影響은 摘心前에 吸收된 窒素의 影響이 크다고 하였는데 本 實驗에서도 摘心7日前 追肥區가 알칼로이드 含量이 높았으며 그 傾向은 中上位葉에서 顯著하였다.

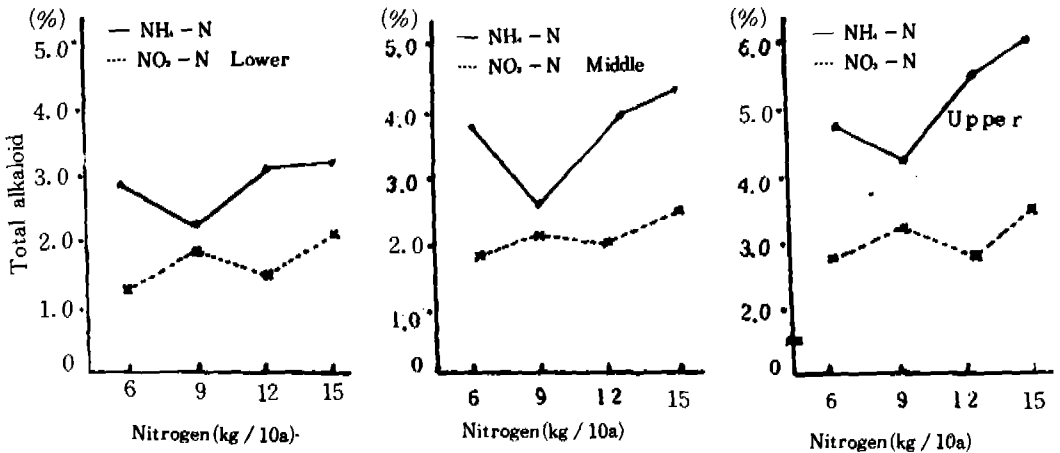
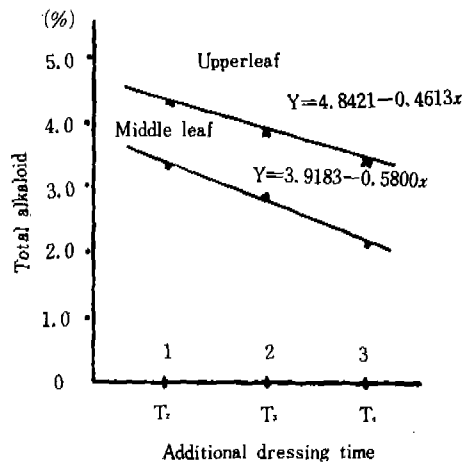


Fig. 3. Total alkaloid



Tables 3. Total alkaloid

Leaf position	Item	Total alkaloid (%)			
		Lower	Middle	Upper	
Treatments	Amount of nitrogen	1	2.02	2.65	3.61
		2	2.12	2.37	3.75
		3	2.36	2.79	4.00
		4	2.67	3.32	4.47
Additional dressing time		1	2.39	2.85	4.07
		2	2.53	3.34	4.35
		3	2.18	2.76	3.99
		4	2.07	2.18	3.42
Nitrogen form		1	1.74	1.98	2.75
		2	2.84	3.58	5.16
Mean			2.29	2.78	3.96

結 論

本 实驗은 窒素의 施肥量, 追肥時期, 形態가 담배의 生育 및 알칼로이드生成에 미치는 影響을 究明코져 實施하였던 바 그結果를 要約하면 다음과 같다.

• NO<sub>3</sub>-N區의 葉長, 葉幅, 一葉面積, 株當葉面積, 收穫葉數, 一葉重 및 株當葉重이 NH<sub>4</sub>-N區에 比하여 컸다.

• 摘心 7日前 追肥는 中位葉에서 葉長, 葉幅 및 一葉面積을 增大시켰으며 單位葉面積重을 減少시켰다.

• 葉形指數는 上位葉에서 全量基肥區가 작아 細長化되었다.

• 株當葉重은 NO<sub>3</sub>-N區에서는 窒素 12kg區가, NH<sub>4</sub>-N區에서는 窒素 9kg區가 각각 컸다.

• 全알칼로이드 含量은 窒素 15kg區 및 NH<sub>4</sub>-N區가 높았으며 中上位葉에서 摘心 7日前 追肥區가 높았다.

參 考 文 獻

- 姜廷龍, 李容得, 許溢, “잎담배 Alkaloid 生成에 關한 研究” 煙草試驗研究, 第 1 号, 1977, PP. 1~8
- 盧載榮外: 煙草學, 三洋出版社, 1968, PP. 204~212
- 卞珠燮, “논담배의 3要素施用適量試驗” 煙草研究, 第 2 輯, 1974, PP. 161~166
- 趙成鎮, 金才正, “土壤中 암모니아態와 질산態

의 窒素가 煙草植物의 이온평형에 미치는 影響”, 煙草研究, 第 6 輯, 1979, PP. 79~88

- 趙成鎮, 金才正, “煙草栽培土壤에 있어서의 窒素의 動態에 關한 研究”, 煙草研究, 第 4 輯, 1977, PP. 1~8
- 許溢, “잎담배 (Nicotiana Tabacum)의 種類別, 生態的變異에 關한 研究”, 韓國作物學會誌, 23, 1972, PP. 11~80
- Bowman, D. R., “Nitrogen Source, Rate and Method of Application on Nicotine, Nitrogen, Potassium and Calcium Content of Burley Tobacco,” J. Tobacco Sci., 22, (1970), PP. 151~154
- Dawson, R. F., Bot. Gaz., 100, (1938), PP. 336~346
- Elliot, J. M. et. al, “The Effects of Applied Nitrogen on Certain Properties of Flue-Cured Tobacco and Smoke Characteristics of Cigarettes”, J. Tobacco Sci., 22, (1970), PP. 54-56
- Elliot, J. M., “Effect of Rates of Ammonium and Nitrate Nitrogen on Bright Tobacco in Ontario”, J. Tobacco Sci., 14, (1970), PP. 131~137
- Gaines, T. P. et. al, “Effects of Nutrient Deficiencies on Chemical Constituents of Flue-Cured Tobacco,” J. Tobacco Sci., 10, (1976) PP. 95~97
- Garner, W. W, Bacon, C. W., Bowling, J. D and Brown, D. E., Tech. Bull. U. S. Dep. Agric., 414 (1934)
- Hawks, S. N., “Effects of Transplanting Date Nitrogen Rate and Rate of Harvest on Extending the Harvest of Flue-Cured,” J. Tobacco Sci., 20, (1976), PP. 54~58
- Mc Cants, C. B. and Woltz, W. G., “Relationship between Forms of Fertilizer Nitrogen and Quality Components of Flue-Cured Tobacco.” J. Intern. Tobacco Sci., 3, (1963), PP. 325~381
- Nylovas, V. A. and Pangos, E. A., “Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Production of Oriental Tobacco Seedlings,” J. Tobacco Sci., 13, (1979) PP. 131~134
- Raper, C. D., Tr. and C. B. Mc Cants, J. Tobacco Sci., 10, (1966), PP. 109



17. Tso, T. C., "Physiology and Biochemistry of Tobacco Plants," Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stroudsburg, Pa., (1972), PP. 231~258
18. Wolf, F. A. and Gross, P. M., Bull. Torrey Bot. Club, 64, (1937), PP. 117~131
19. 鶴田繁, 守屋秋朗, "各窒素形態の肥効におよぼす影響" 鹿試報告, 12, (1965), PP. 47~52
20. 高橋達朗 日本土肥誌23, (1952), PP. 42~46
21. 吉田大輔, "タバコのアルカロイド生成に関する栄養生理学的研究 (I)", 泰野煙試報, 54, (1964), PP. 1~37
22. 吉田大輔, "タバコのアルカロイド生成に関する栄養生理学的研究 (II)", 泰野煙試報, 54, (1964), PP. 39~67