

담배種子 發芽過程에서 水分吸收, 呼吸 및 貯藏物質의 變化

閔泰基* · 尹慶恩** · 金雄柱* · 姜廷龍*

Changes of Moisture Uptake, Respiration and Chemical Contents in Germinating Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Seeds

Tai Gi Min*, Kyeong Eun Yoon**, Ung Ju Kim* and Jung Yong Kang*

ABSTRACT

The physiological aspects of tobacco seeds from seeding to germination under light and dark condition, and different temperature were studied to obtain basic information on the production of good seedlings.

There were distinct three phases in moisture uptake and respiration process during germination that classifiable into "Imbibition", "Lag", and "Growth" phase under light condition but such growth phase were not observed in the dark germination.

Great changes of sugar and fatty acid content of tobacco seeds were observed during germination in light condition but such changes were slight in dark germinated seeds and fatty acid content of seeds during germination were decreased as corresponding to increasing in respiration.

緒 言

담배種子是 그 크기가 극히 微細하기 때문에 種子에서 定植까지 特別히 세심한 管理를 하지 않으면 실패하기 쉽다. 特히 播種에서부터 完全히 發芽되어 立毛가 確保될 때까지 單位播種床面積當 種子量, 播種後 覆土의 깊이, 水分維持管理, 光條件, 溫度 等의 複合的인 要素에 依해서 發芽 및 健全한 苗를 育成하는데 影響을 받는다. 따라서 담배種이에 對하여 發芽中 生理的인 變化에 관한 깊은 研究는 담배農事의 成功에 根幹이 되는 健苗育成을 爲하여 重要한 課題이다.

지금까지 알려진 바로는 담배種子是 主로 光發芽性^{3,6,7,8,9}이며 發芽를 위한 適正溫度^{3,9}, 適正水分^{3,7} 等 外部로 나타나는 發芽와 環境과의 關係에 對

한 報告는 많지만 發芽中 種子體內에서 일어나는 生理的인 變化過程에 對한 研究는 많지 않다. 따라서 本研究에서는 담배種이를 播種하여 發芽될 때까지 種子內部에서 일어나는 生理的인 變化를 좀더 깊게 理解하여 담배健苗育成의 基礎資料를 얻고자 遂行하였으며 몇가지 結果를 얻었기에 報告한다.

材料 및 方法

供試品種은 素香, Burley 21, NC 2326 을 利用하였고, 種子 0.2g-을 petridish 에 光, 暗 處理하여 15℃ 및 25℃ 恒溫恒濕器에 매일 置床한 후 7일째 되는 날 同時에 꺼내어 水分吸收, 呼吸, 炭水化合物 測定試料로 使用하였다.

乾重은 70℃ dry oven 에 1日間 乾燥시킨 後 무게를 測定하였고 水分吸收量은 처음 種子무게에 對

* 韓國人蔘煙草研究所(Korea Ginseng & Tobacco Research Institute)

** 서울女子大學校 農村科學科(Dept. of Rural Sci., Seoul Woman's University) <1986. 6. 2 接受>

하여 生重의 變化를 百分率로 表示하였다. 乾重은 처음 種子 乾重을 100으로 하였을 때, 그 變化를 百分率로 表示하였다.

呼吸測定은 經時的으로 明·暗處理된 種子 0.2g씩을 15 ml waburg flask에 넣고 O₂吸收 및 CO₂放出狀態를 Gilson's differential respirometer로 測定하였다.

炭水化合物은 glucose를 標準으로 하여 Dubois⁴⁾方法으로 spectrophotometer에서 測定하였다.

脂肪酸分析은 0.3g을 25°C 恒溫恒濕器에서 經時的으로 incubation 한 後 한꺼번에 꺼내어 증류수 3 ml씩을 넣고 마쇄한 液을 -40°C의 deep freezer에서 乾燥하여 그 粉末을 試料로 使用하였다. 分析方法은 試料에 sulfuric acid-methanol(1:9v/v)을 溶媒로 하여 種子中의 脂肪酸을 抽出함과 同時에 30°C에서 16時間 메틸에스테르化하고 이 메틸에스테르를 chloroform으로 다시 抽出하여 gas chromatography로 定量하였다.⁵⁾

結果 및 考察

1. 水分吸收

種子的 發芽過程에서 가장 먼저 일어나는 現象이 水分吸收인데, 담배種子的 水分吸收 樣相을 보면 극히 뚜렷한 特徵的인 모양을 보이고 있다. 그림 1 및 表 1에서 보는 바와 같이 光狀態에서는 置床後 처음 3~6時間까지 40~60%의 水分을 吸收한 後 그대로 48時間까지 保合勢로 維持되다가 72時間頃부터 急激한 水分吸收 增加를 보이면서 144時間 內外에서 頂點을 이루었다. 또, 置床 72時間 前後부터 發芽가 旺盛하게 進行되었으며 發芽의 始作과 더불어 水分吸收도 急激히 增加되었다. 이러한 水分吸收 樣相을 段階的으로 區分해 볼 때, 첫번째 段階로서 3~6時間까지의 水分吸收增加, 둘째 段階로 6時間에서부터 約 48時間까지의 保合勢 維持, 세번째 段階로 48時間~168時間까지의 다시 급격한 水分吸收 증가와 함께 頂點을 이루는 段階로 나눌 수 있다. 이에 反하여, 暗狀態에 둔 種子是 1段階와 2段階만 存在할 뿐 168時間까지 3段階中 세번째 段階의 水分吸收 樣相을 볼 수 없었다. 이와같이 담배種子的 段階的인 水分吸收 樣相은 Bewley²⁾ 등이 說明한 種子水分吸收 形態와 잘 一致하고 있다. 즉, 第1段階로서 3~6時間까지 빠른 水分吸收은 단지 物理的인 吸收로서 種子的 活

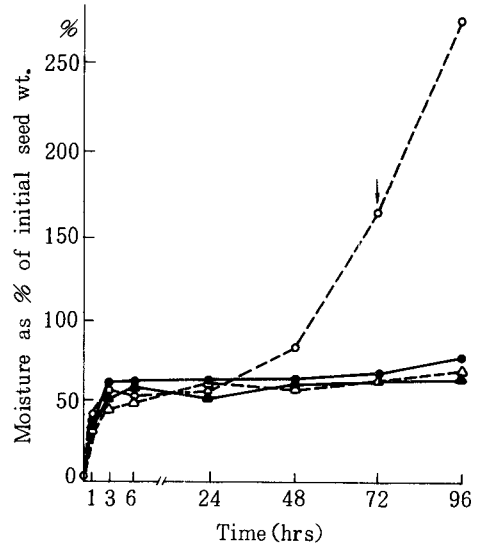


Fig. 1. Changes of moisture uptake of germinating tobacco seeds in light and dark at 15°C and 25°C. (Var. Br 21)

→ Starting germination

○---○ 25°C light ●---● 25°C dark
△---△ 15°C light ▲---▲ 15°C dark

力과 관계없이 죽은 種子나 산 種子에 똑같이 나타나는 現象이며, 種子內 콜로이드 粒子들을 팽창케 하여 소위 吸收壓을 이루는데 이 吸收壓은 콜로이드로 하여금 더 이상 팽창하지 않게 하는 壓力으로서 發芽時 種皮를 파괴하거나 土壤空間을 형성하는 등의 역할을 한다고 하였다. 이 첫번째 段階를 지나면 細胞膜이나 細胞內 物質의 加水分解가 일어나면서 더 이상 水分吸收를 하지 않는 遲延期間(lag phase)를 갖는다고 하며, 담배種子에서 두번째 段階가 여기에 해당된다고 생각된다. 세번째 段階에서의 水分吸收는 發芽와 더불어 種子內 저장 物質의 加水分解에 의하여 種子 內部的 水分潛在力이 떨어지기 때문에 일어난다고 하였다. 또한, 代謝活動에 의하여 저장 物質의 移動이 始作되고 急速한 生長이 뒤따르는 段階로 說明하였다.

이러한 水分吸收過程에 따라 外形의인 種子的 變化를 보면, 水分吸收 24時間까지 水分吸收 第2段階를 지나면서부터 현미경하에서 볼 때 幼根이 突出되었으며, 水分吸收 3段階에 접어들면서 눈으로 觀察이 可能的 發芽가 始作되었다. 反面, 暗條件下에서는 光條件의 3 단계 이상에 이르기까지 幼根이 나타나지 않고 種子 그대로 維持되었다. 또, 15°C에서의 水分吸收는 明·暗條件 모두 同一 傾向으로서

Table 1. Changes of fresh wt. and water content of the tobacco seeds during germination in light and dark at different temperatures.

Var.	Temp.	Treat		Time (hrs)										
				0	1	3	6	24	48	72	96	120	144	168
NC 2326	15 °C	Light	F. W. ¹⁾	200.0	260.7	273.1	289.5	297.2	309.5	313.3	300.1	310.7	318.7	318.1
			D. W. ²⁾	191.4	195.2	197.2	196.1	195.1	195.5	195.6	184.2	186.2	190.1	193.5
			W. C. ³⁾	4.3	25.1	27.8	32.3	34.4	36.8	37.6	38.6	40.0	40.4	39.2
			GM ⁴⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5
	Dark	F. W.	200.0	285.2	284.1	308.0	299.3	307.0	313.4	305.1	309.3	313.3	306.8	
		D. W.	191.4	192.5	196.2	193.4	193.0	188.7	192.3	190.4	189.2	194.0	194.6	
		W. C.	4.3	32.5	30.9	37.2	35.5	38.5	38.6	37.6	38.8	38.1	36.6	
		GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	25 °C	Light	F. W.	200.0	271.4	285.1	307.1	315.4	334.0	488.9	696.7	968.8	1115.2	1160.1
			D. W.	191.4	195.5	198.1	195.4	193.1	192.4	188.2	186.2	173.3	191.0	171.8
			W. C.	4.3	28.0	31.2	35.4	38.8	42.4	61.5	73.3	82.1	82.9	85.2
			GM	0	0	0	0	0	0	0	20.0	50.0	66.3	80.0
Dark		F. W.	200.0	292.4	299.6	326.4	319.3	312.9	312.8	309.9	314.4	324.7	321.7	
		D. W.	191.4	194.9	198.4	198.0	198.2	190.4	187.5	195.7	195.3	196.2	185.2	
		W. C.	4.3	33.3	33.8	39.3	37.9	39.1	40.1	36.9	37.9	39.6	42.4	
		GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soh- yang	15 °C	Light	F. W.	200.0	275.1	300.3	310.4	345.4	334.4	363.7	362.5	338.4	339.5	352.3
			D. W.	194.6	184.1	194.5	196.9	190.1	196.2	197.2	188.2	187.9	191.6	182.7
			W. C.	2.7	33.1	35.2	36.6	45.0	41.3	45.8	48.1	44.5	43.6	48.1
			GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	26.0
	Dark	F. W.	200.0	295.8	305.7	308.6	341.5	347.0	382.1	358.9	366.2	326.1	335.9	
		D. W.	194.6	188.0	196.5	196.7	193.1	195.3	197.1	184.6	186.8	193.1	181.5	
		W. C.	2.7	36.4	35.7	36.3	43.5	43.7	48.4	48.5	49.0	40.8	46.0	
		GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
	25 °C	Light	F. W.	200.0	287.1	324.5	342.3	350.5	363.0	489.1	613.4	902.9	1179.0	1217.8
			D. W.	194.1	193.3	194.8	195.8	190.9	193.7	191.1	184.1	187.8	183.3	173.5
			W. C.	2.7	32.7	40.0	42.8	45.5	46.6	60.9	70.0	79.2	84.5	85.8
			GM	0	0	0	0	0	0	0	70.0	81.3	82.0	85.0
Dark		F. W.	200.0	290.7	323.6	334.5	343.6	357.5	371.9	358.2	373.9	327.4	366.5	
		D. W.	194.6	192.0	193.6	192.9	191.1	194.2	188.9	190.9	188.9	193.1	188.0	
		W. C.	2.7	34.0	40.2	42.3	44.4	45.7	49.2	46.7	49.5	41.0	48.7	
		GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Br 21	15 °C	Light	F. W.	200.0	263.0	291.0	299.9	324.2	315.0	322.0	335.3	313.1	329.8	328.1
			D. W.	198.3	195.4	195.1	199.8	197.8	191.0	196.7	185.9	193.7	196.0	193.6
			W. C.	0.9	25.7	33.0	33.4	39.0	39.4	38.9	44.6	38.1	40.6	41.0
			GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dark	F. W.	200.0	281.6	310.8	316.2	309.4	326.7	323.4	323.0	321.4	332.3	328.5	
		D. W.	198.3	196.2	197.6	199.0	194.3	191.8	196.5	193.0	197.3	199.1	197.0	
		W. C.	0.9	30.3	36.4	37.1	37.2	41.3	39.2	40.2	38.6	40.1	40.0	
		GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	25 °C	Light	F. W.	200.0	286.3	310.6	308.5	314.6	365.3	530.9	755.2	1042.4	1144.8	1748.3
			D. W.	198.3	195.5	196.2	197.6	190.4	192.9	191.2	178.3	187.2	179.0	182.3
			W. C.	0.9	31.7	36.8	35.9	39.5	47.2	64.0	76.4	82.0	84.4	89.6
			GM	0	0	0	0	0	0	0	20.0	47.0	85.7	87.0
Dark		F. W.	200.0	279.7	322.0	324.1	323.8	322.4	330.0	349.7	349.5	424.8	424.4	
		D. W.	198.3	195.7	198.7	199.5	190.4	193.3	196.0	194.7	199.0	197.5	193.0	
		W. C.	0.9	30.0	38.3	38.4	41.2	40.0	40.6	44.3	43.1	53.5	54.5	
		GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

1) F. W. = Fresh weight(mg)

2) D. W. = Dry weight(mg)

3) W. C. = Water content(%): $\frac{(F. W. - D. W.)}{F. W.} \times 100$

4) GM =Germination (%)

第2段階에서 그쳤고, 세째段階로의變化가 없었다. 品種間 發芽過程別로 水分含量, 乾重, 生重의 變化를 봤을 때 表 1에서 보듯이 15°C에서는 明暗 모두 큰 差異가 없었고, 25°C에서는 光條件보다 暗條件에서 特히 後期에 두드러지게 低下되고 있어 適正 溫度 條件이 되었을 때 種子는 光에 對한 反應이 增大한다는 것을 알 수 있었다.

2. 呼吸의 變化

담배種子の 呼吸樣相도 水分吸收와 비슷하게 나타났다. 光條件에서는 처음 48時間까지 어느 程度 呼吸의 增加가 없이 保合勢를 維持하다가 48時間以後에 種子發芽의 始作과 함께 급격히 上昇하여 120時間을 前後해서 頂點을 이루고 그 後 점차 떨어지는 경향을 보였다. 反面, 暗條件에 둔 種子에서는 呼吸이 매우 낮고 變化도 없었다. 따라서, 呼吸은 水分吸收와 비슷한 경향으로 나타나는 것을 알 수 있었다(그

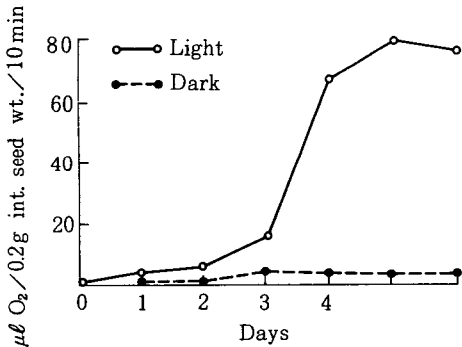


Fig. 2. Respiration of germinating tobacco seed in light and dark at 25°C. (Var. Br. 21)

→ Starting germination

림 2).

Bewley²⁾ 등은 種子發芽時의 呼吸樣相은 品種 및 種間에 많은 差異가 있으며, 이러한 段階的인 樣相도 溫度, 水分, 酸素의 濃度 등에 따라 여러가지로 다른 反應은 나타낸다고 하였다. 또한, 호흡을 1에서 4 단계로 나누었을 때 처음 1 단계는 水分吸收와 더불어 급히 호흡이 상승하는 段階로, 2段階는 保合狀態, 3段階는 發芽와 함께 急上昇하는 段階, 4 단계는 貯藏養分の 消盡으로 呼吸이 降下하는 段階로 보았다. 本 試驗에서의 담배種子の 경우에도 이와 비슷한 呼吸樣態를 나타내었다고 볼 수 있으며 呼吸基質과의 관계와도 잘 符合되었다.

3. 糖 및 脂肪酸의 變化

澱粉과 脂質의 分解産物인 糖과 脂肪酸의 變化를 種子の 發芽期間中에 調査比較하였다. 種子內에서 脂肪은 lipase 에 依해서 glycerol 과 脂肪酸으로 轉換되며 脂肪酸은 β-酸化에 依해서 CO₂ 와 H₂O 로 완전히 酸化되면서 種子發芽에 必要的인 높은 에너지를 얻게 된다.

담배種子에서 發芽過程中 脂肪酸의 變化를 表 2에서 보면 Br 21 品種에서 palmitic acid 와 oleic acid 만 檢出되었고, 이들은 光條件下에서 서서히 增加하여 4日頃에 最高를 이루다가 다시 減少하는 傾向을 보였다. 이것은 4일째까지 lipase 에 依하여 脂肪酸이 lipid 로부터 生成되다가 呼吸의 增加와 더불어 脂肪酸은 呼吸基質로 利用되면서 점차 消盡되는 것으로 생각되었다. 따라서, 담배種子는 거의 모든 穀物種子에서처럼 주로 糖이 呼吸基質로 利用되는 것이 아니라 脂肪酸이 주로 呼吸基質로 利用되는 것

Table 2. Changes of fatty acid content of tobacco seed during germination in dark and light. (Br 21)

Fatty acid	Days after incubation							
	0	1	2	3	4	5	6	7
(mg/g seed initial)								
Palmitic acid								
Dark		8.55	8.84	8.91	9.74	9.90	8.68	12.28
Light	7.33	8.25	9.21	12.28	22.24	19.14	15.01	15.01
Oleic acid								
Dark		57.02	59.40	61.12	66.70	67.78	59.70	83.30
Light	52.31	59.66	66.23	79.73	119.00	93.29	69.69	76.69
Others	N. D.							
Total								
Dark		67.67	68.24	70.03	76.44	77.68	68.38	95.58
Light	59.64	67.91	75.44	92.01	141.34	112.43	84.65	81.70

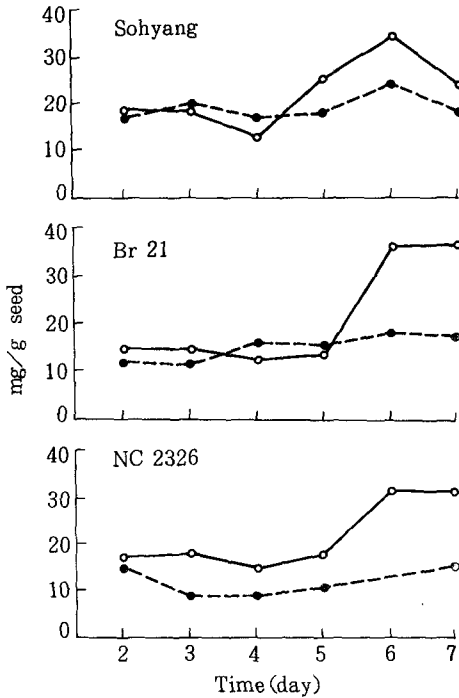


Fig. 3. Change of glucose content of tobacco seeds during germination in dark and light at 25°C.
(Dark ●---●, Light ○—○)

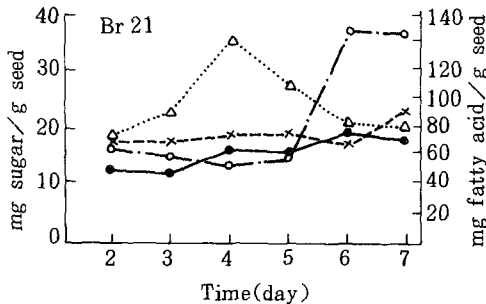


Fig. 4. The changes of sugar and fatty acid content during germination of tobacco seed in dark and light at 25°C.
Sugar, dark ●---●, light ○---○
Fatty acid, dark ×---× light △---△

이 分明하며, 더구나 담배종子是澱粉含量이 極少하며 lipid 가 主宗을 이룬다고 알려져 있기 때문에¹⁾ 더욱 自明한 것 같다. 담배종子의 內容成分에 對하여 Tso¹⁰⁾는 ether 抽出物 42~43%, 蛋白質 20%, 粗纖維 14~15%, 炭水化物, 灰分 및 窒素가 各各

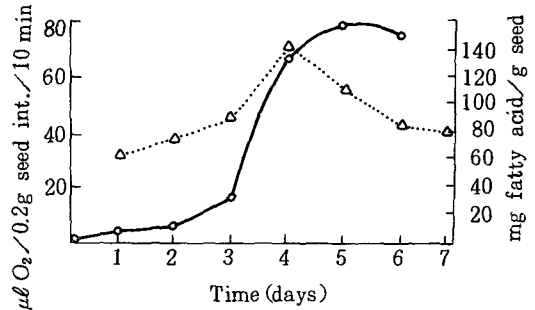


Fig. 5. Changes of respiration and fatty acid content of the tobacco seeds germinated in light at 25°C. (Var. Br 21)
△---△ Fatty acid content
○—○ Respiration

3~4%, 水分 3~6%, 그리고 其他가 10% 含有되어 있다고 하였다.

그림 3, 4, 5에서 綜合해 볼 때 脂肪酸의 增加 및 減少가 glucose의 增加보다 훨씬 앞서며, 또한 呼吸의 增加와 더불어 脂肪酸의 減少가 뒤따른다는 點으로 봐서 담배종子가 發芽하는데 있어서 脂肪酸이 原動力이 되고 있음을 알 수 있다. 여기서, 또 注目할 것은 그림 4에서 暗條件下에서는 脂肪酸이나 glucose의 變化가 거의 보이지 않고 있다는 點이다. 즉, 水分吸收만으로는 代謝活動이 빨라지지 못하고 光이라는 要件이 결합어질 때 呼吸代謝 및 代謝物質이 發芽와 더불어 急激히 增加하는 것으로 보인다.

摘 要

담배종子의 發芽生理를 깊게 理解하여 健苗育成의 基礎資料를 얻고자 種子를 播種하여 發芽될 때까지 種子體內에서 일어나는 生理的 變化를 明暗條件 및 溫度別로 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 發芽過程中 水分吸收는 置床後 3~6時間까지 物理的인 水分吸收段階, 다음 6時間부터 24時間까지 保合勢維持 世階段階로 48時間~168時間까지 급격한 水分吸收 增加를 보이는 段階로 나눌 수 있었다. 그러나 暗條件 및 低溫에서는 世階段階의 급격한 水分吸收 樣相을 볼 수 없었다.

2. 發芽過程中 呼吸의 變化도 水分吸收와 비슷하여 처음 48時間까지 呼吸의 增加가 없었으나 48時間以條 發芽始作과 함께 급격히 상승하여 120時間을 前後하여 最高에 達하였다가 점차 떨어졌다. 反

面, 暗條件에서는 呼吸이 매우 낮고 變化가 없었다.

3. 發芽中 呼吸의 增加와 더불어 脂肪酸의 減少가 相應하게 일어났으며 糖 및 脂肪酸의 變化가 光條件에서는 많이 變化하였으나 暗條件에서는 變化가 없었다.

引用文獻

1. Akehurst, B. C. 1981. Tobacco. Longman, London and New York.
2. Bewley, J. D. and M. Black. 1978. Physiology and biochemistry of seed. I. Development, germination, growth. Springer-Verlag.
3. Bunn, J. M. and W. B. Splinter. 1961. The effect of temperature, moisture and light on the germination probability of bright leaf tobacco seed. Tob. Sci. 5 : 63-66.
4. Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chem. 28 (3) : 350-356.
5. 許溢. 1979. 담배成分分析法. 韓國人蔘煙草研究所. 62 p.
6. Kasperbauer, M. J. 1968. Germination of tobacco seed I. Inconsistency of light sensitivity. Tob. Sci. 12 : 20-22.
7. Mohapatra, S. C. and W. H. Johnson. 1978. Development of the tobacco Seedling. I. Relationship between moisture uptake and light sensitivity during seed germination in a flue-cured variety. Tob. Res. 4(2) : 41-49.
8. Muraoka, Y. 1952. Studies on the germination of tobacco seed. Hatano tob. exp. St. report. 36 : 1-22.
9. Seltmann, H. 1963. Studies with flue-cured seedlings during the first three weeks of growth. Tob. Sci. 7 : 37-40.
10. Tso, T. S. 1972. Seed, seedling and plant growth (In Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant). Dowden, Hutchinson & Ross Inc.