

光度에 따른 담배와 人蔘葉의 光合成 能力의 差異**

黃鍾奎* · 玄東允*

Differences of Photosynthetic Ability of Tobacco and Ginseng Leaves in Accordance with Light Intensity**

Jong Kyu Hwang* and Dong Yun Hyun*

ABSTRACT

Tobacco and ginseng plants differed in responses to varied light intensities. Tobacco showed high in CO₂ uptake and RuBPCase activity at 1900 μ E m⁻² sec⁻¹, being high by 3.7 times and 2.7 times than ginseng respectively. Close positive relationships existed between CO₂ uptake and RuBPCase activity in tobacco. However, ginseng showed negative correlation.

The activity of glycolate oxidase and malate dehydrogenase in tobacco was high at 1900 μ E m⁻² sec⁻¹, but those of ginseng was high at 1000 μ E m⁻² sec⁻¹. Nitrate reductase activity of tobacco at 1900 μ E m⁻² sec⁻¹ was 2 times higher than that at 500 μ E m⁻² sec⁻¹, while that of ginseng was no detected in all plots.

The content of protein and chlorophyll in tobacco was 2.2 times and 1.5 times higher than in ginseng at the most efficient light intensity. The ratio of chlorophyll a/b in tobacco was low at 500 μ E m⁻² sec⁻¹, while that of ginseng was low at 1000 μ E m⁻² sec⁻¹. The relationships between protein and chlorophyll was high positive correlation. However, on 5 days after treatment, ginseng showed negative correlation at 500 μ E m⁻² sec⁻¹.

Tobacco and ginseng showed different leaf soluble protein patterns on SDS-gel electrophoresis. The molecular weights of two major band were 50 KD and 15 KD in both plants. The major bands in tobacco were thinned at 500 μ E m⁻² sec⁻¹, while those in ginseng thinned at 1000 μ E m⁻² sec⁻¹ from 15days after treatment. Disappeared band was 45 KD at 500 μ E m⁻² sec⁻¹ in tobacco, but that of ginseng was 47 KD at 1000 μ E m⁻² sec⁻¹.

緒 言

陽生植物과 陰生植物의 光合成 特性은 매우 다르며 3,6,9,14,18,20) 그 葉은 解剖 形態, 生理, 生化學 및 光化學의 으로 현저히 다른 特徵을 나타낸다고 알려져 있다. 6,7,10,30)

Böhning 과 Burnside 10) 에 의하면 陽生植物과 陰生植物의 比較에서 CO₂ 吸收量은 各各 2,000 ~ 3,000 ft-c (foot-candle)과 300 ~ 1,000 ft-c의 光

強度에서 飽和되며, 光合成率은 各各 16~20 mg CO₂ dm⁻² hr⁻¹ 와 2~5 mg CO₂ dm⁻² hr⁻¹ 이고, 光補償點은 各各 100~150 ft-c와 50 ft-c이라 하였다.

植物의 葉內 RuBPCase(Ribulose-1, 5-Bisphosphate Carboxylase)는 CO₂ 固定時 觸媒作用을 하며 葉全體 蛋白質의 40~80%를 차지한다.⁸⁾ RuBPCase의 濃度는 植物이 處한 環境的 要因, 특히 光強度의 影響을 받는다고 報告되었다.⁸⁾ 또한 生長하는 葉에 있어 葉蛋白質의 대부분은 葉緣體에

* 全北大學校 農科大學 (Coll. of Agric., Chonbuk Univ. Chonju 560-756, Korea) <'89. 4. 28 接受>

** 이 논문은 1987년도 兪교부 자유과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

내되어 있으며 可溶性蛋白質과 葉綠素도 光強度와 密接한 관련이 있다고 한다.^{1,8,32)}

Böhning¹⁰⁾는 總光合成量과 관련된 RuBPCase 도 陽生植物이 陰生植物보다 높다고 하였고, 蛋白質含量과 葉綠素含量에 있어서도 두 植物間에는 差異를 나타낸다고 報告되어 있다.^{5,7,8,19,28)}

光呼吸代謝에서 Glycolate 함량이 증가되면 Glycolate oxidase 活性이 높아 CO₂ 생성량이 많아지기 때문에³⁰⁾ 순광합성을 低下시키는 原因이 되며 이는 陰生植物보다 陽生植物에서 높게 나타난다.³⁰⁾ 또한 呼吸에 関여하는 Malate dehydrogenase는 基質인 OAA(Oxalo acetic acid), NADH(Nicotinamide adenine dinucleotide), 3 PGA(3-phosphoglyceraldehyde) 및 Pyruvate의 濃度에 따라 活性에 影響을 미치는데 光條件이 낮은 狀態가 되면 이들에 依한 活性이 急激히 減少하고 다시 光強度를 높여주면 活性이 높아진다는 報告²³⁾와 陽生植物에서는 Malate dehydrogenase의 觸媒作用으로 인한 CO₂ 放出量이 陰生植物보다 많다는 報告가 있다.¹³⁾

Nitrate reductase는 光合成代謝와 직접적인 關係는 없으나 光條件과 密接한 關係를 갖는다는 報告가 있으며¹⁵⁾ 이는 陽生植物과 陰生植物에서 뚜렷한 含量의 差가 인정된다고 하였다.^{15,26)}

Björkman은 陽生植物과 陰生植物은 光強度에 따라 耐性的의 差異가 있다하였으며⁶⁾ 담배와 人蔘은 光에 대한 反應特性이 아주 달라서 담배는 遮光되지 않은 強光下에서 人蔘은 自然光의 8²⁰⁾ ~ 20%²¹⁾ 透光下에서 生育이 良好하다 하였다.

담배와 人蔘의 光反應에 대한 生理, 生態的 特性의 差異를 나타내는 根本的 原因에 대한 研究는 아직 찾아보기 어려우나 주로 下等植物을 대상으로 光合成酵素의 精製 및 Subunit의 分離 등 純粹生化學的 研究가 이루어지고 있다. 따라서 本 研究는 우리나라의 重要한 經濟作物인 담배와 人蔘의 葉에서 일어나는 光合成作用을 비롯한 生理反應에 関여하는 酵素의 光反應特性을 조사함으로써 두 植物間에 일어나는 生理化學的 反應樣相의 差異를 밝히고자 遂行하였다.

材料 및 方法

1. 材料의 育成

供試한 담배品種 Burley 21을 3月 10日에 溫

室에서 播種, 育苗한 50日苗를 5月 1日에 全北大學校 農科大學 特作圃場에 25日間 生育시킨 後 5月 25日 遮光處理하였고 人蔘은 3年根을 萌芽전에 購入하여 4月 1日에 직徑 30cm, 높이 35cm 원통형 pot에 蒸氣滅菌한 床土를 넣고 4株씩 定植하고 5月 15日에 日覆架設하였다. 光條件은 前報¹⁴⁾에서의 光反應特性을 참작하여 本 實驗에서는 담배는 1,900 $\mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 와 500 $\mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 로 人蔘은 500 $\mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 와 1,000 $\mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 로 設定하였고 光度調節은 淸明한 날 正午에서 午後 2時 사이의 光度를 基準으로 하였다. 材料는 處理後 35日間 生育시키면서 4回 즉, 處理後 5日, 15日, 25日, 35日에 채취하여 分析에 利用하였다.

2. 測定方法

測定時 담배와 人蔘의 葉溫은 31 ~ 32°C와 29 ~ 30°C로 각각 달랐다. 測定對象葉은 담배의 경우 上部葉에서 第5, 6番葉, 人蔘은 中央小葉으로 15反復 以上 測定하였다.

CO₂ 흡수량은 光合成測定裝置(LA-2 system, A DC, U. K.)의 開放系(open system)로 測定하였다.³¹⁾

RuBPCase 活性은 葉面積이 11.3cm²인 生葉試料에 4ml 抽出溶液[50mM HEPES, 0.2% PVP-40, 20mM 2-mercapto ethanol, 1mM Na₂EDTA, 10mM MgCl₂, 5mM ascorbate, pH 7.8]을 넣고 4°C 低溫에서 磨碎抽出한 後 15,000g로 30分間 遠心分離, 上澄液을 酵素液으로 하였다. 酵素反應過程은 Peterson²⁹⁾ 方法에 따랐고 Liquid scintillation counter(Pacard, U. S.A.)로 測定하였다.

Glycolate oxidase 活性은 葉面積이 11.3cm²인 生葉試料에 4ml의 抽出溶液[0.04M Tris, 0.01M MgCl₂, 0.25mM EDTA, 5mM Glutathione, pH 7.8]을 넣고 4°C 低溫에서 磨碎抽出한 後 15,000g로 30分間 遠心分離, 上澄液을 酵素液으로 하였다. 酵素反應過程은 Crookston et al.^{11,12)} 方法에 따랐고 吸光度(UV-vis spectrophotometer, Cecil CE 292, U. K.)로 測定하였다.

Malate dehydrogenase 活性은 葉面積이 11.3cm²인 生葉試料에 4ml의 抽出溶液[0.04M Tris, 0.25mM EDTA, 2.0mM G.S.H, pH 7.5]을 넣고 4°C 低溫에서 磨碎抽出한 後 15,000g로 30分間 遠心分離, 上澄液을 酵素液으로 하였다. 酵素反應過程은 Hedley 方法¹⁷⁾에 準하였고 吸光度(UV-Vis

spectrophotometer, Cecil CE 292, U. K)로測定하였다.

Glycolate oxidase와 Malate dehydrogenase의 활성계산방법은 다음과 같다.

$$\text{Unit} = (A \times V') / (T \times V)$$

A : (Glycolate oxidase, Malate dehydrogenase의 O. D - 酵素抽出液의 O. D)

V' : 최초 배양액의 양 (4ml)

T : 반응시간 (20min)

V : O. D 測定時 사용한 양 (0.1ml)

Nitrate reductase 활성은 葉面積이 11.3 cm²인 生葉試料를 4ml 抽出溶液 [1mM EDTA, 10mM DTT, 25mM potassium phosphate, pH 8.8] 으로 4℃ 低溫에서 磨碎抽出한 後 15,000 g로 30分間 遠心分離 後 上澄液을 酵素液으로 하였다. 酵素反應過程은 Hageman et al¹⁵⁾ 方法에 따랐다.

蛋白質含量은 위와 같은 方法으로 抽出溶液 [25 mM HEPES, 4 mM DTT, 1 mM EDTA, pH 7.5] 으로 같은 方法으로 遠心分離 後 上澄液을 Lowry法²⁰ 으로 測定하였다.

蛋白質組成(電氣泳動)은 試料를 -20℃로 凍結乾燥시켜 粉碎한 後 0.1 g을 HEPES buffer (pH 7.5) 3ml와 混合, 4℃ 低溫에서 磨碎하여 30,000 g로 15分間 遠心分離 後 上液 0.5ml와 Sample buffer 0.5ml를 混合하여 100℃에서 2分間 加熱處理한 다음 70μl를 取하여 使用하였다. Gel은 0.01~0.02% SDS를 添加한 5% stacking gel, 11% polyacrylamide separation slab gel을 使用하였으며 泳動條件, 染色 및 脫色 등은 LKB 電氣泳動 指針書を 參考하였다. 標準蛋白質은 Sigma社 제품인 Dalton Mark VII-LTH를 使用하였다.

葉綠素含量은 試料를 -20℃에서 凍結乾燥시켜 粉碎한 後 80% Aceton 250ml에 試料 1g를 넣어 抽出하여 Arnon法²⁾으로 測定하였다.

結果 및 考察

1. CO₂吸收量과 RuBPCase 활성의 變異

葉肉組織의 發達は 大氣中 CO₂ 固定能力과 관계가 있으며^{6,7,9,10,27,30)} 組織의 發達程度는 光 및 溫度의 影響을 받는다고 한다.³⁰⁾ 담배의 CO₂ 吸收量은 光條件이 1,900 μEm⁻² sec⁻¹에서 處理後 時期別로 500 μEm⁻² sec⁻¹에서 보다 約 2.36倍 높은 變화

를 나타내었고 500 μEm⁻² sec⁻¹에서는 CO₂ 吸收量이 處理後 時期別로 約 6.50 mg CO₂ dm⁻² hr⁻¹로 1,900 μEm⁻² sec⁻¹에서 보다 낮음을 알 수 있어 光量不足으로 인한 葉의 機能이 현저히 낮아짐을 짐작할 수 있었다. 人蔘의 CO₂ 吸收量은 光條件이 500 μEm⁻² sec⁻¹에서는 處理後 時期別로 完만한 감소를 나타내나 1,000 μEm⁻² sec⁻¹에서는 處理後 25日부터 급격한 감소를 나타냈다. 500 μEm⁻² sec⁻¹와 1,000 μEm⁻² sec⁻¹에서의 CO₂ 吸收量 差異는 處理後 25日까지 500 μEm⁻² sec⁻¹에서 1,000 μEm⁻² sec⁻¹보다 約 16% 높은 경향이었으나 處理後 35日경에는 48%까지 높아 1,000 μEm⁻² sec⁻¹에서는 葉組織 發達에 阻害를 초래하여 CO₂ 吸收能力이 급격히 감소되었을 것으로 사료된다(Fig. 1).

葉內 CO₂ 固定은 RuBPCase의 活性程度와 밀접한 관련이 있다.^{4,7,8,9)} 담배의 RuBPCase 活性은 光條件이 1,900 μEm⁻² sec⁻¹와 500 μEm⁻² sec⁻¹ 모두 處理後 시기가 지남에 따라 감소되어 生育初期보다 生育後期에 RuBPCase 活性이 떨어짐을 알 수 있다. RuBPCase 活性 차이를 比較하면 處理後 時期別로 1,900 μEm⁻² sec⁻¹에서 500 μEm⁻² sec⁻¹보다 1.6倍 높아 CO₂ 吸收量이 높았던 光條件에서 RuBPCase 活性도 높게 나타난 것으로 사료된다. 人蔘에서의 RuBPCase 活性은 500 μEm⁻² sec⁻¹와 1,000 μEm⁻² sec⁻¹ 모두 處理後 時期가 지남에 따라 減少됨을 알 수 있었다. 500 μEm⁻² sec⁻¹에서의 1,000 μEm⁻² sec⁻¹에서의 活性의 差異를 比較하면 處理後 5日에 500 μEm⁻² sec⁻¹에서 0.071 μM CO₂ cm⁻² min⁻¹ 이었고, 1,000 μEm⁻² sec⁻¹에서는 0.070 μM CO₂ cm⁻² min⁻¹로 유의차가 인정되지 않으나 時期가 지날수록 差異가 뚜렷하여 處理後 35日에는 500 μEm⁻² sec⁻¹에서 1,000 μEm⁻² sec⁻¹에서 보다 約 2.3배 높게 나타났다(Fig. 1).

담배의 CO₂ 吸收量과 RuBPCase 活性과의 關係는 處理時期別로 밀접한 關係가 있어 CO₂ 吸收量이 높은 光條件에서 RuBPCase 活性이 높게 나타나나, 人蔘에서는 負의 상관관계가 나타나는 時期가 있어 담배와는 相異한 結果로 추측된다(Table 1).

CO₂ 吸收量과 RuBPCase 活性을 담배에서는 1,900 μEm⁻² sec⁻¹에서 人蔘에서는 500 μEm⁻² sec⁻¹에서 比較하면 CO₂ 吸收量은 담배가 人蔘보다 處理後 時期別로 約 3.7倍 높은 경향이이며 RuBPCase 活性은 담배가 人蔘보다 2.7倍 높게 나타나 담배가 人蔘보다 光合成能力이 높다고 사료된다(Fig. 2).

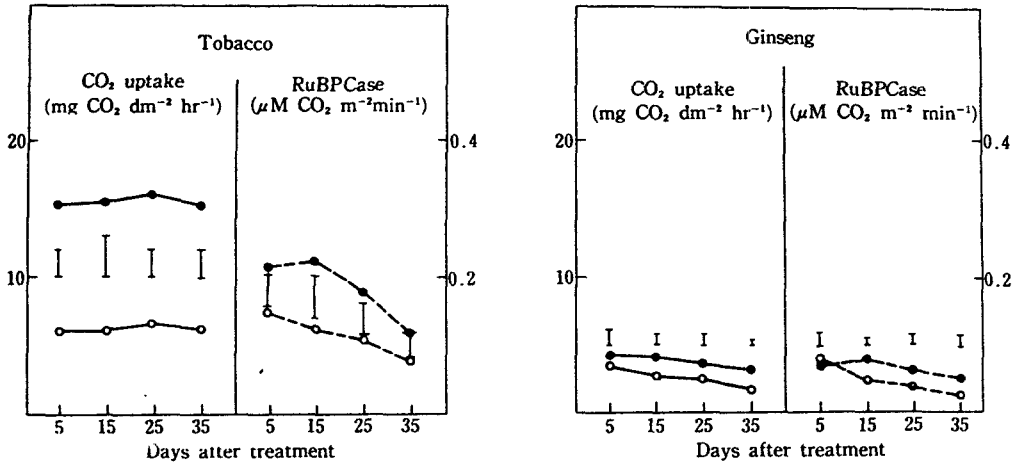


Fig. 1. Effect of light intensity on CO₂ uptake and RuBPCase activity during the growing days after treatment. ● : Tobacco at 1900 μ E m⁻² sec⁻¹, Ginseng at 500 μ E m⁻² sec⁻¹. ○ : Tobacco at 500 μ E m⁻² sec⁻¹, Ginseng at 1000 μ E m⁻² sec⁻¹. I : significant at 5%

Table 1. Correlation coefficient CO₂ uptake and RuBPCase activity at each growth stage after treatment in accord to light intensity in tobacco and ginseng plants

	Light intensity (μ E m ⁻² sec ⁻¹)	Days after treatment			
		5	15	25	35
Tobacco	500	0.8994**	0.8764**	0.9772**	0.1102
	1900	0.7500**	0.8000**	0.8627**	0.9771**
Ginseng	500	0.5203*	-0.7018**	0.5589**	-0.4841*
	1000	0.3733	-0.0011	-0.1372	-0.2418

5% : 0.4329, 1% : 0.5489

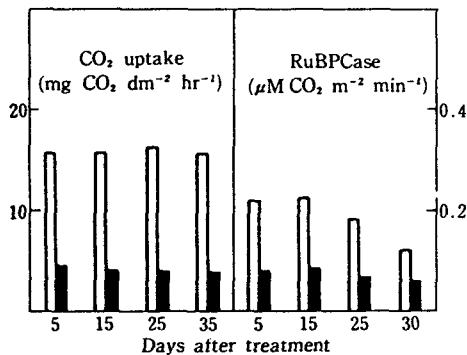


Fig. 2. The level of CO₂ uptake and RuBPCase activity in tobacco compared with ginseng at the most efficient light intensity. □ : Tobacco at 1900 μ E m⁻² sec⁻¹, ■ : Ginseng at 500 μ E m⁻² sec⁻¹

2. Glycolate oxidase와 Malate dehydrogenase 활성의 變異

Glycolate oxidase 활성은 peroxisome 과 mitochondria 에서 일어나는 것으로 알려져 있으며 30)

RuBP 와 O₂ 가 結合하여 Glycolate 가 生成되면 光合成에 의해서 還元된 탄소의 30% 이상이 消費되게 된다.³⁰⁾ 담배의 1,900 μE m⁻² sec⁻¹ 에서 glycolate 활성이 500 μE m⁻² sec⁻¹ 에서 보다 約 1.3 배 높은 경향은 光狀態에서는 glycolate 生成량이 많다는 報告와 一致되는 경향이며 人蔘은 1,000 μE m⁻² sec⁻¹ 가 500 μE m⁻² sec⁻¹ 보다 glycolate 활성이 높아 glycolate oxidase 활성은 光條件과 밀접한 관계가 있을 것으로 사료된다.

Malate dehydrogenase 활성은 呼吸에 關여하는 酵素로서 cytosol 과 mitochondria 에서 일어나는 것으로 알려져 있으며 30) 담배의 경우 1,900 μE m⁻² sec⁻¹ 에서 0.75 unit 로 500 μE m⁻² sec⁻¹ 의 0.54 unit 의 1.3 배로 높았고 人蔘의 경우는 500 μE m⁻² sec⁻¹ 에서 0.32 unit 로 1,000 μE m⁻² sec⁻¹ 의 0.43 unit 보다 1.3 배 낮음을 알 수 있었다. Malate dehydrogenase 활성은 基質(Oxaloacetate, NADH, 3 PGA, Pvrivate) 의 濃度에 의해서도 活性에 영향을 미치나 基質濃度의 適正水準에서 活性이 높다

해도 光度가 낮으면 活性이 급격히 떨어지기 때문에²³⁾ 光條件이 낮은 상태에서 活性이 減少되는 原因이라 생각된다.

3. Nitrate reductase 活性의 變異

Nitrate reductase의 活性은 nitrate를 nitrite로 轉換시켜 窒素化合物을 形成하는 것으로 알려져 있으며²⁵⁾ 그 活性은 光度와 관계가 있다는 報告가 있다.²⁶⁾ 담배의 nitrate reductase 活性은 光條件이 $1,900 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 보다 2배 程度 높은 傾向이었으며 處理後 時期別로 $1,900 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서와 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 모두 15일에 높다가 그 後부터는 減少하였다. 反面 人蔘에서는 모든 處理區에서 nitrate reductase 活性을 검출할 수 없었다.

4. 葉綠素含量과 蛋白質含量의 變異

담배의 葉綠素含量은 光條件이 $1,900 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 處理後 5일에 가장 높았고 그 後부터 점진적으로 減少하였으며 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 의 光條件에서는 處理後 5일부터 $1,900 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에 비해 約 46% 減少된 0.32mg 이었으며 그 後부터는 약간 減少하여 處理後 35일에는 $1,900 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 보다 29% 減少됨을 알 수 있다. 人蔘에서의 葉綠素含量은 光條件이 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 處理後 5일에 $1,000 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 보다 1.9배 높았으며 處理後 35일에는 2.2배 높아 $1,000 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서는 處理後 時期가 지날수록 급진적으로 減少함을 알 수 있다(Fig. 3).

담배의 蛋白質含量은 光條件이 $1,900 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 處理後 5일에 1.58mg 으로 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 의 1.17mg 보다 35% 程度 높아 處理後 15일부터는 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 보다 월등히 높아 蛋白質 合成 能力이 光條件에서 높다고 사료된다. 人蔘의 蛋白質含量은 光條件이 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 $1,000 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 보다 處理時期別로 높은 傾向이었으며 그 程度는 3.4배였다. $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서와 $1,000 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서의 處理時期別 變化를 보면 處理後 5일에 가장 높았고 그 이후로 갈수록 減少하다가 處理 35일경에 급진적으로 減少하여 生育後期에는 蛋白質 合成能力이 떨어짐을 알 수 있다(Fig. 3).

葉綠素 a, b의 含量比는 담배나 人蔘에서 處理間에 一定한 傾向을 찾을 수 없으나 담배는 光條件이 $1,900 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 보다 a/b 比率이 낮았고 人蔘은 光條件이 $1,000 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 보다 a/b 比率이 낮음을 알 수 있다(Table 2).

蛋白質含量과 葉綠素含量을 담배는 $1,900 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 人蔘은 $500 \mu\text{Em}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 에서 比較하면 蛋白質含量은 處理後 5일에 담배가 約 1.5배 人蔘보다 높았고 15일에는 1.7배, 25일에는 2.0배 35일에는 7배가 높아 담배가 人蔘보다 월등히 蛋白質 合成量이 높음을 알 수 있었다. 葉綠素含量은 處理後 5일에 담배가 人蔘보다 1.3배 높았으나, 15일과 25일에는 담배와 人蔘과의 差가 없었으며 35일에는 3.1배로 담배가 人蔘보다 葉綠素含量이

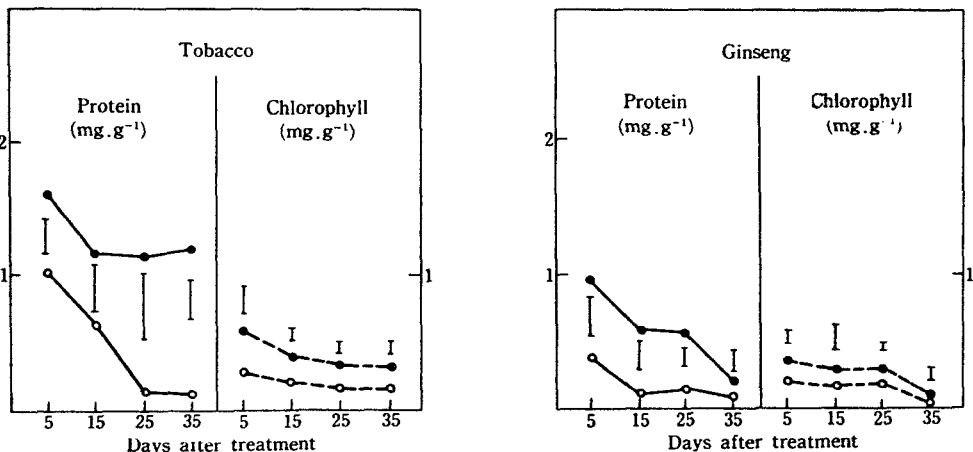


Fig. 3. Effect of light intensity on protein and chlorophyll content during the growing days after treatment. ● : Tobacco at $1900 \mu\text{E m}^{-2} \text{sec}^{-1}$, Ginseng at $500 \mu\text{E m}^{-2} \text{sec}^{-1}$. ○ : Tobacco at $500 \mu\text{E m}^{-2} \text{sec}^{-1}$, ginseng at $1000 \mu\text{E m}^{-2} \text{sec}^{-1}$. I : significant at 5%

Table 2. Effect of light intensity on glycolate oxidase and malate dehydrogenase in tobacco and ginseng plants

Plant	Light intensity ($\mu E/m^2/sec$)	Glycolate oxidase(Unit)				Mean	Malate dehydrogenase(Unit)				Mean
		5*	15*	25*	35*		5*	15*	25*	35*	
Tobacco	500	28.90	19.96	19.26	24.50	23.15 ^c	0.59	0.74	0.40	0.47	0.54 ^b
	1900	38.16	31.46	29.98	27.70	31.82 ^d	0.74	0.76	0.79	0.71	0.75 ^c
Ginseng	500	4.82	3.52	3.54	2.84	3.68 ^a	0.50	0.38	0.35	0.17	0.32 ^a
	1000	11.99	11.49	9.99	7.15	10.15 ^b	0.47	0.51	0.52	0.24	0.43 ^{ab}

* : Days after treatment

Table 3. Effect of light intensity on nitrate reductase in tobacco and ginseng plants

Plant	Light intensity ($\mu E/m^2/sec$)	Nitrate reductase ($\mu mol/SLA^*$)				Mean
		5**	15**	25**	35**	
Tobacco	500	0.05	0.06	0.03	0.03	0.04 ^a
	1900	0.09	0.13	0.09	0.04	0.08 ^c
Ginseng	500	0	0	0	0	0 ^a
	1000	0	0	0	0	0 ^a

* : Specific leaf area=11.3cm²

** : Days after treatment

높음을 알 수 있었다.

葉綠素含量과 蛋白質含量과의 相關關係는 表 3 과 같다. 담배에서의 葉綠素含量과 蛋白質含量과의 相關關係는 光條件이 1,900 $\mu E m^{-2} sec^{-1}$ 에서와 500 $\mu E m^{-2} sec^{-1}$ 에서 모두 正의 相關이 인정되었고 人蔘에서는 光條件이 500 $\mu E m^{-2} sec^{-1}$ 에서 處理後 5 日에 負의 相關이 인정되었으며 15 日에는 0.1671 로 담배에 비하여 相關程度가 낮음을 알 수 있었다. 1,000 $\mu E m^{-2} sec^{-1}$ 인 光條件에서는 處理後 時期別로 正相關이 인정되었으나 處理後 25 日까지 相關

Table 4. The level of chlorophyll a,b ratio in accord to light intensity in tobacco and ginseng plants

	Light intensity ($\mu E m^{-2} sec^{-1}$)	Days after treatment				Mean
		5	15	25	35	
Tobacco	500	14.5	14.4	12.3	11.5	13.1
	1900	17.4	31.8	11.1	10.6	17.7
Ginseng	500	2.8	0.9	0.8	3.2	1.9
	1000	0.5	0.7	0.6	2.8	1.1

Table 5. Correlation coefficient between chlorophyll content and protein content at each growth stage treatment in accord to light intensity in tobacco and ginseng

	Light intensity ($\mu E m^{-2} sec^{-1}$)	Days after treatment			
		5	15	25	35
Tobacco	500	0.9785**	0.8000**	0.9391**	0.7602**
	1900	0.7286**	0.8937**	0.9563**	0.7083**
Ginseng	500	-0.7668**	0.1671	0.3925	0.9136**
	1000	0.3183	0.0223	0.4427	0.8222**

5% : 0.4329, 1% : 0.5489

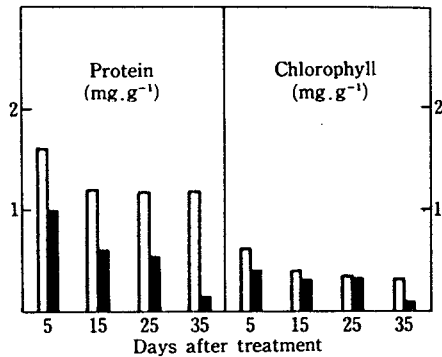


Fig 4. The level of chlorophyll and protein content in tobacco compared with ginseng at the most efficient light intensity □ : Tobacco at 1900 $\mu E m^{-2} sec^{-1}$, ■ : Ginseng at 500 $\mu E m^{-2} sec^{-1}$

程度가 담배에 비하여 낮음을 알 수 있었다.

5. 담배와 人蔘의 蛋白質組成

담배와 人蔘葉의 光反應特性을 觀察하기 위한 方法으로 葉의 蛋白質을 抽出하여 SDS-Gel 電氣泳動을 하여 Fig. 5, 6 과 같은 結果를 얻었다.

그림에서 볼 수 있는 것처럼 담배와 人蔘葉의 蛋白質組成은 相異하였지만 mobility 0.3~0.33, 0.78~0.80 의 主 band의 樣相은 비슷하였다. 主 band 의 mobility 수준에 따른 分子量은 50 KD, 15 KD 로 담배와 人蔘에서 같은 傾向이었다. 生育中 光度에 따른 band 樣相의 變化는 담배의 경우 分子量이 45 KD인 band가 500 $\mu E m^{-2} sec^{-1}$ 에서 人蔘은 47

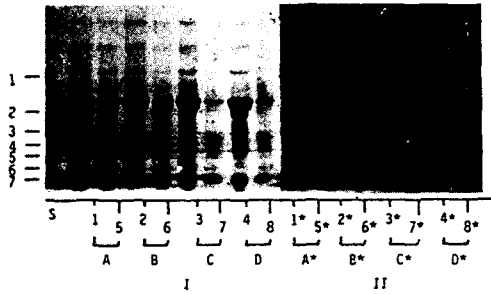


Fig. 5. SDS-gel electrophoretogram of soluble proteins from leaves of tobacco(I) and ginseng(II). 1-4: Tobacco($1900 \mu E/m^2/sec$) 5-8: Tobacco($500 \mu E/m^2/sec$) 1*-4*: Ginseng($500 \mu E/m^2/sec$) 5*-8*: Ginseng($1000 \mu E/m^2/sec$) A-A*: 5days after treatment B-B*: 15days after treatment C-C*: 25days after treatment D-D*: 35days after treatment S: Standard proteins

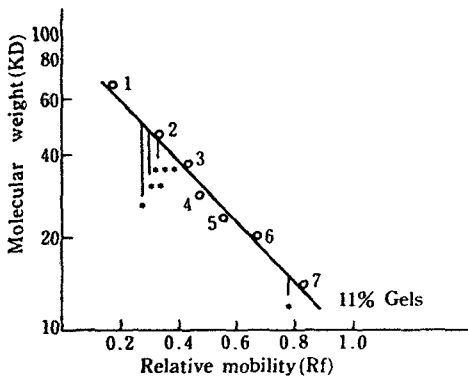


Fig. 6. Molecular weight measurement of major bands from the MW- SDS- 70L Kit (11% gel)

- * Bands thinned in tobacco and ginseng (50 KD, 15KD)
- ** Band disappeared in ginseng (47 KD)
- *** Band disappeared in tobacco (45 KD)

<Kit for Molecular Weight>

- 1: Albumin, bovine (Approx. Mol. Wt.: 66,000)
- 2: Albumin, egg (Approx. Mol. Wt.: 45,000)
- 3: Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase from rabbit muscle (Approx. Mol. Wt.: 36,000)
- 4: Carbonic anhydrase from bovine erythrocytes (Approx. Mol. Wt.: 29,000)
- 5: Trypsinogen, PMSF treated (Approx. Mol. Wt.: 24,000)
- 6: Trypsin inhibitor, soybean (Approx. Mol. Wt.: 20,100)
- 7: α -lactalbumin (Approx. Mol. Wt.: 14,200)

KD인 band가 $1,000 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 각각 生育後期에 消滅되었고, 主band의 變化는 담배는 $500 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 人蔘은 $1,000 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 生育後期에 甚하게 희미해지는 傾向이었다. 이상에서 담배는 光度가 光飽和點 이하에서 人蔘은 光飽和點 이상에서 葉蛋白質 合成程度가 낮음을 알 수 있었다.

摘 要

담배와 人蔘은 光強度에 따라 反應이 다르게 나타났다. CO_2 吸收量과 RuBPCase 活性은 담배의 경우 $1,900 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 높았고 人蔘은 $500 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 높았다. 담배와 人蔘의 CO_2 吸收量과 RuBPCase 活性의 差異는 담배가 3.7배, 2.7배 각각 높았다. CO_2 吸收量과 RuBPCase 活性과의 相關은 담배에서 高도의 正의 相關이 인정되었으나 人蔘은 負의 相關이 인정되는 傾向이었다.

Glycolate oxidase와 Malate dehydrogenase 活性은 담배의 경우 $1,900 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 높았고, 人蔘은 $1,000 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 높았다. 담배의 Nitrate reductase 活性은 光條件이 $1,900 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 가 $500 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 보다 2배 높았으나 人蔘은 광 처리구 모두 Nitrate reductase 活性을 檢출할 수 없었다.

蛋白質含量과 葉綠素含量은 담배가 人蔘보다 적정 광구에서 2.2배, 1.5배 각각 높았다. 葉綠素 a/b의 비율은 담배의 경우 $500 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 낮았고 人蔘은 $1,000 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 낮았다. 蛋白質含量과 葉綠素含量과의 關係는 담배에서 高도의 正相關이었고 人蔘은 $500 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 處理後 5日에 負相關이 인정되었다.

蛋白質組成은 담배와 人蔘이 相異하였지만 主band의 分子量은 담배와 人蔘 모두 50KD과 15KD으로 비슷하였다. 이들은 처리後 時期가 지나면 희미해졌으며 담배는 $500 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 人蔘은 $1,000 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 그 程度가 더욱 甚하였다. 消滅 band는 담배의 경우 $500 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 45KD이었고 人蔘은 $1,000 \mu E/m^2 sec^{-1}$ 에서 47KD이었다.

參 考 文 獻

1. Andreeva, T.F. and T.A. Avdeeva. 1970.

- Fraction I protein and the photosynthetic activity of leaves. *Fiziol. Rast.* 17 : 235-38.
2. Arnon, D.I. 1949. Cooperenzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24 : 1-15.
 3. 裴成國·許滄·石井龍一·玖村敦彦. 1985. 光條件이 人蔘과 잎담배의 光阻害에 미치는 影響. 韓作誌. 30(2) : 126-130.
 4. Björkman, O. 1968. Carboxydismutase activity in shade-adapted and sun-adapted species of higher plants. *Physiol. Plant.* 21 : 1-10.
 5. Björkman, O., N.K. Boardman., J.M. Anderson., S.W. Thorne., D.J. Goodchild, and N.A. Dylotitis. 1972. Effect of light intensity during growth of *Atriplex patula* on the capacity of photosynthetic reactions, chloroplast components and structure. *Carnegie Inst. Washington. Yearbook* 71 : 115-135.
 6. Björkman, O. 1982. Response to different quantum flux densities. In : O.L. Lange., D. S. Nobel., C.B. Osmond, and H. Ziefeler (eds). *Encycl. Plant Physiol.* VI2A : 57-107.
 7. Björkman, O. 1968. Carboxydismutase activity in shade-adapted species of higher plants. *Carnegie Inst Year Book.* 67 : 487-488.
 8. Blenkinsop, P.G. and J.E. Dale. 1974. The effects of shade treatment and light intensity on ribulose-1,5-diphosphate carboxylase activity and fraction I protein level in the first leaf of barley. *J. Exp. Bot.* 25 : 899-912.
 9. Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28 : 355-377.
 10. Böhning, R.H. and C.A. Burnside. 1956. The effect of light intensity on rate of apparent photosynthesis in leaves of sun and shade plants. *Am. J. Bot.* 43 : 557-561.
 11. Crookston, R.K., J. O'Toole, and J.L. Ozbun. 1974. Characterization of the bean pod as a photosynthetic organ. *Crop Sci.* vol. 14. september-october.
 12. Crookston, R.K., K.J. Treharne., P.Ludford, and J.L. Ozbun. 1975. Response of beans to shading. *Crop Sci.* 15 : 412-416.
 13. Davis, B. and M.J. Merrett. 1973. Malate dehydrogenase isoenzymes in division synchronized cultures of *Euglena*. *Plant Physiol.* 51 : 1127-1132.
 14. 黃鍾奎·尹聖重. 1986. 光條件이 담배와 人蔘의 同化器官의 發達 및 機能에 미치는 影響. 禮村 黃鍾奎先生華甲紀念論文集. pp.1-10.
 15. Hageman, R.H. and D.P. Hucklesby. 1971. Nitrate reductase from higher plants. *Methods Enzymol.* 23 : 491-503.
 16. Harper, J.E. and R.H. Hageman. 1972. Canopy and seasonal profiles of nitrate reductase in soybeans (*Glycine max* L. Merr.) *Plant Physiol.* 49 : 146-154.
 17. Hedley, C.E. and J.L. Stoddart. 1971. Factors influencing alanine aminotransferase activity in leaves of *Lolium temulentum* L.I. Photoperiodically induced variations. *J. Exp. Bot.* vol. 22 : 239-248.
 18. Jackson, L.W.R. 1967. Effects of shade on leaf structure of deciduous tree species. *Ecology.* 48 : 498-499.
 19. Kawashima, N. and S.G. Wildman. 1970. Fraction I protein. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 21 : 325-358.
 20. 金俊鎬. 1964. 人蔘의 生育에 대한 生理·生化學的 研究(IV). 서울대 論文集(生農) 15 : 94-101.
 21. 李鍾華·李鍾喆·千成基·金泰·安壽奉. 1982. 人蔘生育의 最適光量에 관한 研究(第1報) 光度가 人蔘의 地上部 生育 및 根收量에 미치는 影響. 高麗人蔘學會誌 6(1) : 38-45.
 22. 李舜熙·趙映東·洪英男·權寧命. 1982. 人蔘葉의 葉綠體의 發達과 CO₂ 固定樣相에 관한 研究. 韓國生化學會誌. 15(2) : 141-150.
 23. Leegood, R.C. and D.A. Walker. 1983. Modulation of NADP-malate dehydrogenase activity in maize mesophyll chloroplast. *Plant Physiol.* 71 : 513-518.
 24. Lowry, O.H., N.J. Rosebrough., A.L. Farr, and R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193 : 265-275.

25. Nevra, C.A. and R.H. Hageman. 1978. Pathway for nitrate assimilation in corn (*Zea mays* L.) leaves. *Plant physiol.* 62 : 618-621.
26. Nicholas, J.C., J.E. Harper. and H.R. Hageman. 1976. Nitrate reductase activity in soybeans (*Glycine max* L. Merr.) *Plant Physiol.* 58 : 731-739.
27. Noble, P.S., L.J. Zaragoza. and W.K. Smith. 1975. Relation between mesophyll surface area, photosynthetic rate and illumination level during development for leaves of *Plectranthus parviflorus*. *Plant. Physiol.* 55 : 1067-1070.
28. Osipova, O.P., Kh. Ya. Khein. and A.A. Nichiporovich. 1971. Activity of the photosynthetic apparatus of plants grown under different light intensities. *Fiziol. Rast.* 18 : 257-263.
29. Peterson, T.G., D.N. Moss. and W.A. Brun. 1980. Enzymatic changes during the senescence of field-grown wheat. *Crop. Vol.* 20. Jan-Feb.
30. Salisbury & Ross. 1985. *Plant physiology.* pp. 216-242. 3rd ed. Wadsworth Publishing Company.
31. Sestak, Z., J. Catsky. and P.G. Jarvis. 1971. *Plant photosynthetic production manual of methods* (Dr. W. June : The Hague).
32. Stahmann, M. A. 1963. *Plant proteins.* *Ann. Rev. Plant. physiol.* 14 : 137-158.