

光도와 溫度가 人蔘葉의 形態 및 生理的 特性에 미치는 影響

李 鍾 華

韓國人蔘煙草研究所
(1988년 4월 1일 접수)

Effect of Light Intensity and Temperature on the Physiological Characteristics and Growth of *Panax* spp. Leaves

Chong-Hwa Lee

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Daejeon 302-345, Korea

(Received April 1, 1988)

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of light intensity and temperature on the physiological characteristics and growth of ginseng leaves. The higher the transmittance of the shade, the greater the area was decreased. In contrast, however, the amount of transpiration was increased. There was no significant difference in the number of stomata, but the size of stomata was distinctively decreased. The higher the transmittance of the shade, the more the contents of total chlorophyll, chlorophyll a and b, and carotenoid were decreased. In contrast, however, the a/b ratio of chlorophyll was increased. Regardless of temperature, the contents of chlorophyll providing maximum photosynthesis at the end of June and August were 2.1mg and 1.8mg/g F.W. respectively.

서 론

前報¹⁾의 光도와 溫度가 人蔘잎의 光合成에 미치는 影響에 이어서 人蔘잎의 生理 生態의 特性에 關하여 究明코져 하는 바, 이와 관련된 報文을 보면 寺村²⁾는 人蔘을 露地栽培할 경우 葉色이 黃綠色으로 變하고 落葉이 빨리 온다고 報告한 바 있다. 金³⁾은 人蔘葉中の 葉綠素含量이 相對照度 3.5% 附近에서 가장 많았고 3.5% 以下에서는 급격한 減少를 보였으며 7.5% 以上에서는 黃綠色으로 退色됨을 보였으며, 葉乾量 指數는 蔘圃의 後行일수록 受光量의 不足으로 적어짐을 밝혔다. 따라서 高年生 蔘圃에서는 日覆의 높이, 두께, 幅을 調節해야 한다고 하였다.

한편 金 등⁴⁾은 光量이 풍부한 前行에 비해 光量이 不足한 後行로 갈수록 濃厚色 葉이

增加하고 특히 後行에서는 莖長 및 莖直徑의 個體間 變異가 甚함을 報告하였다. 李 등⁴⁾은 人蔘圃場에서 日覆下의 透光率을 增加시킬수록 莖長, 葉面積, chlorophyll 含量은 減少되고 莖直徑, 葉重比 및 chlorophyll a/ b의 比率은 增加된다고 報告하였다. 이와 같이 光度에 따른 잎의 生理 生態의 特性에 관해서는 극히 단편적인 結果들만이 報告되어 있을 뿐, 光度 및 溫度에 따른 葉의 生理 生態의 特性 특히 光合成에 關連되는 要因에 關한 종합적인 報告는 거의 된 바가 없다. 그러므로 本 實驗에서는 이들에 關하여 檢討하였다.

재료 및 방법

1. 材 料

蔘의 種 및 品種과 光量處理 및 光合成 測定은 前報¹⁾와 同一한 試料 및 方法을 使用하였다.

2. 日覆內 溫度, 濕度 및 蒸發量 측정

日覆內 溫度와 濕度는 3行의 地上 30 cm에서 自記溫濕度計(Sato Model New SIGMA, Japan)로 測定하였고, 日覆內와 露地의 照度는 照度計(Hitachi 自動 平衡式 打點記錄計 VKP-36-M, Japan)로 日中照度を 測定하였으며 日中 蒸發量은 植物體 個體群의 上部에서 自記蒸發計(Tamaya 製品, Japan)로 測定하였다.

3. 葉綠素 含量 測定

葉綠素 含量은 生菜를 methanol로 抽出하여 Arnon 法⁵⁾에 따라 spectrophotometer (Shimadzu UV 110-02, Japan)로 測定하였다. carotenoid는 人蔘葉 1g을 magnesium carbonate 0.1g과 sea sand를 넣고 尤발로 粉碎하여 acetone:Hexane(40:60)으로 抽出, 減壓으로 溶液을 分離하였다. 남은 殘液을 acetone:hexane(1:1)로 다시 抽出하고 抽出液을 合하여 separating funnel에서 물 100 ml 씩으로 5회에 걸쳐 acetone을 씻어 내고 남은 hexane層은 acetone:hexane(9:91)으로 100 ml의 volume으로 만들었다. 이 溶液은 magnesium oxide hyflosuper gel(activated 1:1)로 채워진 유리관에 sodium sulfate anhydrous 1cm가량을 더 채운 흡착 column으로 減壓下에서 chromatography를 전개하고 分離溶液을 436 nm에서 吸光度를 測定하였으며 結果를 아래의 公式을 써서 carotenoid 含量을 求하였다⁵⁾.

$$C(\text{mg/kg}) = \frac{A \times 1,000}{196 \times L \times W}$$

C : 試料中 carotene 含量(mg/ kg)

L : 吸光容器(cell)의 두께(cm)

W : 마지막으로 浬게한 溶液 ml안에 들어있는 試料의 g수

4. 葉面積, 氣孔數, 크기 및 開度

葉面積은 Protoble Leaf Area Meter(Lambda Instrumenter Li-3000型)로 測定하였고 S. L. W. (specific leaf weight)는 葉面積當 乾物重(mg)으로 表示하였다.

氣孔調査는 中央小葉의 中央部에서 Mask Pack法을 利用하였고 氣孔의 數는 顯微鏡 150倍로 氣孔의 크기는 600倍로 測定 換算하였으며 氣孔開度는 浸潤法⁷⁾으로 그 開度를 調査하였다.

결과 및 고찰

日覆下의 透光率이 人蔘잎의 面積과 S.L.W.에 미치는 影響을 調査한 結果는 Table 1에서 보는 바와 같다. 4年根 및 2年根 人蔘 모두 透光率間에 顯著한 有意差를 나타내어 5% 透光區의 葉面積이 가장 넓었고 透光率이 높아질수록 葉面積 減少를 보여 30% 透光區에서는 顯著히 葉面積이 減少되었다. 4年根 人蔘에서 6月 및 8月에 測定한 S.L.W.는 日覆透光率間에 有意差는 認定되지 않았으나 大體로 日覆의 透光率을 增加시킬수록 S.L.W.는 增加되는 傾向을 보였으며 또한 6月에 比해 8月에 調査한 S.L.W.가 현저히 增加되었다.

日覆의 透光率 增加에 따르는 人蔘잎의 蒸散量의 日變化를 測定한 結果 Table 2에서 보는 바와 같다.

日覆透光率 5% 區에서 1日 總蒸散量이 가장 적었고 透光率이 높은 日覆下 일수록 蒸散量은 현저한 增加傾向을 보였다. 日變化를 보면 各透光率區에서 모두 時間의 經過에 따라 蒸散量이 增加되어 16時에 最高의 蒸散量을 보였고 18時에는 各區의 蒸散量이 最高蒸散量의 1/3水準으로 급격한 減少를 나타내었다. 서로 다른 透光率의 日覆下에서 生育시킨 人蔘잎의 光度에 따르는 蒸散量의 差는 Table 3에서 보는 바와 같다. 人蔘

Table 1. Effect of light intensity on the leaf area and specific leaf weight

L.T.R.* (%)	Leaf area**(cm ² /EA)		S.L.W.*** (mg D.W./cm ²) 4-year-old	
	4-year-old	2-year-old	June	August
5	93.43 ^c	19.54 ^d	3.065 ^{NS}	3.621 ^{NS}
10	84.80 ^b	18.16 ^c	3.489	3.951
20	83.84 ^b	16.94 ^b	3.349	4.078
30	74.01 ^a	16.69 ^a	3.543	4.265

Different letters mean significant difference by L.S.D. at 5% level. * L.T.R.: Light transmittance rate.
** Leaf area: Central leaflet. ***S.L.W.: Specific leaf weight.

Table 2. Diurnal change of transpiration of ginseng leaves under the different light intensity (ml/m²/hr)

L.T.R.* (%)	Time(hr)					Mean
	10	12	14	16	18	
5	3.38	13.73	16.72	29.84	10.83	14.90
10	7.09	12.49	18.59	31.07	10.36	15.92
20	8.20	12.67	18.57	32.98	8.47	16.18
30	8.51	12.93	17.42	33.92	10.94	16.74
Mean	6.80	12.96	17.83	31.95	10.15	15.94

*L.T.R.: Light transmittance rate.

의 잎을 切取하여 서로 다른 光度下에서 蒸散量을 測定한 結果 20~30% 透光量下에서 生育시킨 陽葉은 5% 透光量의 日覆下에서 生育시킨 陰葉보다 2,000 乃至 4,000 lux의 낮은 光度下에서 더 낮은 蒸散量을 보였으나 10,000 lux에서는 20~30% 透光率의 日覆下에서 生育시킨 陽葉의 蒸散量이 많았고 15,000 lux에서는 陽葉 및 陰葉間의 透光率에 差異가 없었다.

光度가 人蔘잎의 水分含量에 미치는 影響을 6月과 8月에 各各 測定하였다. Table 4에서 보는 바와 같이 6月에는 2年根과 4年根 모두 日覆下와 透光量에 따르는 人蔘잎의 水分含量에는 有意差가 認定되지 않았고 8月에는 2年根에서는 透光量이 葉水分 含量에 아무런 影響을 미치지 못했으나 4年生에서는 5% 透光 日覆下の 葉水分含量이 10% 以上の 透光 日覆下の 葉水分 含量에 比해 현저한 增加를 보였다.

日覆下 透光量이 人蔘잎의 氣孔數 및 크기에 미치는 影響을 보면 (Table 5參照)氣孔數는 透光量의 差異에 따르는 有意差가 認定되지 않았으나 5% 透光區에 比해 20%내지 30% 透光區에서 mm²當 約 3個 程度 많은 傾向이었는데 氣孔의 크기는 5% 透光 日覆下에서 生育된 葉의 氣孔이 30% 透光下의 葉의 氣孔보다 현저히 큰 結果를 보였다. 透光率의 差異에 따르는 日覆下の 溫度, 光度 그리고 人蔘잎의 氣孔開度의 日變化를 調査한 結果는 Table 6에서 보는 바와 같다. 外部 光度가 가장 높았던 11시에 各 透光率의 日覆下에서 모두 最高 光度和 最高氣溫을 나타내었고 잎의 氣孔開度는 5 및 10% 透光率의 日覆下에서는 15시에 各各 最高를 나타내었으나 20 및 30% 透光率의 日覆下에서는 잎의 氣孔開도가 午前 9시에 最高를 보였다.

透光率에 따르는 chlorophyll a와 b 그리고 total chlorophyll 含量의 變異를 6月 및 8

Table 3. Effect of light intensity on the transpiration of ginseng leaves grown under the different shading (ml/m²/hr)

L.T.R.* (%)	Light intensity(lux)				Mean
	2000	4000	10000	15000	
5	12.06	12.11	12.65	13.28	12.78
10	12.47	11.62	12.86	13.37	12.58
20	11.88	11.90	13.59	13.27	12.66
30	11.86	11.77	13.97	12.79	12.60
Mean	12.32	11.85	13.27	13.18	

*L.T.R.: Light transmittance rate.

Table 4. Effect of light intensity on water content in ginseng leaves (%)

L.T.R.* (%)	June 16		Mean	August 8		Mean
	2-year-old	4-year-old		2-year-old	4-year-old	
5	75.1 ^{NS}	79.2 ^{NS}	77.15	71.1 ^{NS}	78.6 ^b	74.85
10	74.4	78.1	76.25	71.6	73.6 ^a	72.60
20	74.3	78.3	76.30	71.1	73.7 ^a	72.40
30	73.9	77.9	75.50	69.0	72.8 ^a	70.90
Mean	74.4	78.4		70.7	74.7	

Different letters mean significant difference by L.S.D. at 5% level.

*L.T.R.: Light transmittance rate.

Table 5. Effect of light intensity on the number and size of stomata in the abaxial surface of ginseng leaf

L.T.R.* (%)	Stomata	
	Number(ea/mm ²)	Size(μm)
5	19.2 ^{NS}	31.8 ^b
10	21.4	29.4 ^{ab}
20	22.7	28.5 ^{ab}
30	22.8	26.0 ^a
Mean	21.5	28.9

*L.T.R.: Light transmittance rate.

Different letters mean significant difference by L.S.D. at 5% level.

Table 6. Diurnal change of temperature and light intensity and stomatal opening of ginseng leaves under the different shading

L.T.R.* (%)	Factors	Time							Mean
		7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	
5	Temperature(°C)	18.0	21.8	25.8	22.0	21.0	18.0	17.0	20.5
	Light intensity(lux)	1000	1700	4000	2000	2000	1000	100	1686
	Stomatal opening(1-7)**	1.3	5.7	4.3	5.7	6.3	3.3	1.3	4.0
10	Temperature(°C)	18.5	21.5	26.2	22.3	21.5	18.2	17.2	20.8
	Light intensity(lux)	2000	2500	8000	4000	4000	1500	200	3171
	Stomatal opening(1-7)	3.0	5.7	5.0	5.7	6.0	4.0	2.3	4.5
20	Temperature(°C)	18.7	21.5	26.5	22.4	21.9	18.5	17.2	21.0
	Light intensity(1-7)	2000	2500	15000	8000	8000	2000	300	5400
	Stomatal opening(1-7)	3.3	5.3	5.3	5.0	5.0	3.0	2.7	4.2
30	Temperature(°C)	19.0	23.0	28.5	24.5	23.5	20.5	18.0	22.4
	Light intensity(lux)	2000	3000	25000	10000	12000	2500	500	7857
	Stomatal opening(1-7)	3.3	5.7	4.7	4.7	2.0	2.7	2.7	3.7
	Full sun light(lux)	2500	14000	80000	40000	47000	16000	1500	28714

*L.T.R.: Light transmittance rate.

**The number means the degree of stomatal opening.

1(Closing) — 7(Opening)

Measured at June 28

月中旬에 各各 調査하였는 바(Table 7 參照) 2年根과 4年根의 紫莖種 人蔘에서 모두 調査時間에 關係없이 5% 透光 日覆下에서 生育한 人蔘잎중의 chlorophyll 含量이 10% 以上 透光 日覆下에서 生育한 人蔘잎중의 chlorophyll 含量보다 현저히 많았고 10%, 20% 및 30% 透光 日覆下의 葉中 葉綠素 含量間에는 有意差가 없었으나 大體로 日覆下의 透光率이 增加됨에 따라 chlorophyll a, b 그리고 total chlorophyll 含量은 減少되는 傾向이 뚜렷하였다. 또한 葉中の chlorophyll 含量은 6月보다 8月 調査에서 各 處理 모두 현저한 增加를 나타내었다. 日覆下의 透光率에 따르는 各 供試蔘의 chlorophyll a, b 및 a/ b率과 carotenoid 含量의 變異는 Table 8에서 보는 바와 같다.

紫莖種, 黃熟種 및 美國蔘에서 모두 日覆下의 透光率이 높을수록 total chlorophyll

및 a와 b 함량은 현저한 減少를 보였던 反面 chlorophyll a/ b率は 透光率에 따라 增加되는 傾向은 뚜렷하였고 carotenoid 含量은 透光率이 높은 日覆下 일수록 현저히 減少되는 傾向을 나타내었다. 葉中 chlorophyll 含量과 光合成間의 關係는 6月과 8月 20°C와 30°C 그리고 4,000, 10,000 및 15,000 lux의 光度下에서 比較하였던 바 그 結果는 Fig. 1 및 Table 9에서 보는 바와 같다.

各 調査時期 및 處理溫度와 光度下에서 葉中 葉綠素의 含量增加에 따르는 光合成量의 變異는 모두 2次曲線 回歸를 高度로 有意하게 滿足시키고 있었던 바 8月末의 調査에서는 最大光合成에 適合한 葉中 葉綠素 含量은 2.0내지 2.2 mg을 나타내었으며 20°C에서는 2.2 mg에서 最大光合成을 나타내었으나 30°C에서는 2.0 mg에서 最大光合成을 보여約 0.2 mg의 差異를 나타내었고 8月末의 調査에서는 最大光合成에 適合한 葉綠素의 含

Table 7. Effects of light intensity under the shading on the chlorophyll content of ginseng leaves

Age of plant	L.T.R.* (%)	June 17			August 19		
		Chl.a	Chl.b	Total	Chl.a	Chl.b	Total
2-year-old	5	1.610 ^b	1.070 ^b	2.680 ^b	1.821 ^b	1.469 ^b	3.290 ^b
	10	1.394 ^a	0.872 ^a	2.266 ^a	1.608 ^{ab}	1.047 ^{ab}	2.655 ^a
	20	1.403 ^a	0.835 ^a	2.238 ^a	1.611 ^{ab}	1.060 ^{ab}	2.671 ^a
	30	1.282 ^a	0.785 ^a	2.067 ^a	1.543 ^a	0.985 ^a	2.528 ^a
	Mean	1.422	0.891	2.313	1.646	1.140	2.786
4-year-old	5	1.880 ^b	1.557 ^b	3.537 ^b	2.136 ^b	1.793 ^b	3.929 ^b
	10	1.777 ^{ab}	1.324 ^{ab}	3.101 ^{ab}	2.053 ^b	1.833 ^b	3.886 ^b
	20	1.587 ^a	1.038 ^{ab}	2.625 ^a	1.734 ^a	1.265 ^a	2.989 ^a
	30	1.552 ^a	0.981 ^a	2.533 ^a	1.642 ^a	1.091 ^a	2.733 ^a
	Mean	1.699	1.225	2.949	1.891	1.496	3.384

*L.T.R.: Light transmittance rate.

Different letters mean significant difference by L.S.D. at 5% level.

Table 8. Effects of light intensity under the shading on the contents of chlorophyll and carotenoid in the leaves of *Panax* species.

Pigments	<i>P. ginseng</i> (Red berry)			<i>P. ginseng</i> (Yellow berry)			<i>P. quinquefolius</i>		
	5*	15	30	5	15	30	5	15	30
Total chlorophyll (mg/g F.W.)	3.89	1.85	1.39	3.55	2.37	1.49	5.29	3.49	2.69
Chlorophyll a (mg/g F.W.)	2.33	1.21	0.92	1.85	1.51	0.96	3.06	2.16	1.71
Chlorophyll b (mg/g F.W.)	1.56	0.64	0.47	1.39	0.86	0.53	2.23	1.33	0.98
a/b Ratio	1.49	1.87	1.96	1.55	1.76	1.82	1.43	1.63	1.74
Carotenoid (mg/Kg F.W.)	3.69	2.03	1.42	3.83	2.12	1.34	3.29	3.12	—

*L.T.R.(%): Light transmittance rate.

Table 9. Relation between the content of total chlorophyll and photosynthesis of ginseng leaves at different light intensity and temperature in June and August

Season	Temperature (°C)	Light intensity (lux)	Regression equation	R ²	Chlorophyll content for maximum photosynthesis
June 30th	20	4,000	$Y = -12.697 + 15.853X - 3.696X^2$	0.9952	2.1
		10,000	$Y = -15.164 + 18.960X - 4.283X^2$	0.9352	2.2
		15,000	$Y = -19.487 + 23.819X - 5.493X^2$	0.9814	2.2
	30	4,000	$Y = -7.563 + 10.778X - 2.545X^2$	0.9791	2.1
		10,000	$Y = -17.419 + 20.871X - 4.863X^2$	0.8039	2.1
		15,000	$Y = -14.392 + 19.225X - 4.724X^2$	0.9689	2.0
August 29th	20	4,000	$Y = -5.184 + 8.649X - 2.393X^2$	0.9395	1.8
		10,000			
	30	15,000	$Y = -7.218 + 12.291X - 3.566X^2$	0.9937	1.7
		4,000	$Y = -3.660 + 6.468X - 1.723X^2$	0.7740	1.9
		10,000	$Y = -6.226 + 10.583X - 3.024X^2$	0.9964	1.7

량이 1.7내지 1.9 mg 이었던 바 8月末의 最大光合成 chlorophyll 含量은 6月末의 그것보다 현저히 낮았다.

5%의 낮은 透光率 日覆下에서 보다 日覆의 透光率이 높아질수록 葉面積이 減少하였는데 이것은 他作物에서 高光이 葉面積을 縮少시키고 葉의 葉상조직과 海면조직의 發育을 強化시켜 더 두꺼운 葉으로 된다는 結果⁸⁻¹²⁾와 類似하며 여기서는 日覆下의 光度가 展葉에 미치는 影響 뿐만 아니라 日覆의 透光率이 높아질수록 地溫 및 葉溫이 上昇하므로 展葉에 미치는 溫度의 影響도 包含된 複合적인 結果가 아닌가 생각되며 人蔘의 蒸散量 日變化에서 16時에 最高蒸散量을 보였던 것은 氣溫의 影響도 고려할 수 있겠으나 地溫上昇의 影響이 더욱 컸던데 기인하는 結果로 생각된다. 또 각기 다른 透光率의 日覆下에서 生育시킨 人蔘葉을 切取하여 各各 다른 光度下에서 蒸散量을 測定하였던 바 대체로 陰葉은 光度의 差異에 따라 一定한 變異 傾向을 보이지 않았으나 20% 및 30% 透光日覆下에서 生育시킨 陽葉은 低光度下에서는 陰葉보다 낮은 蒸散量을 보였으나 10,000 lux의 光度下에서는 陰葉보다 현저히 높은 蒸散量을 보였는데 이에 관한 다른 研究者의 研究가 없어 再確認할 수 없었다.

日覆下의 透光率의 差異는 6月中 2年根의 葉水分 含量에는 影響을 미치지 못하였으나 葉面積이 넓은 4年根의 경우 氣溫이 가장 높은 8月에는 10% 以上の 透光日覆下에서 5% 區에 비해 현저히 葉水分 含量이 낮았던 바 이는 早期落葉의 直接的인 原因의 하나가 될 수 있을 것으로 생각된다.

透光率이 높은 日覆下일수록 氣孔數는 差異가 없어도 氣孔의 크기가 현저히 작아졌는데, 이는 他作物에서 高光度下에서 자란 植物이 低光度下에서 자란 植物에 비해 氣孔數는 增加하지만, 氣孔의 길이나 公面세포의 크기와는 關係가 없다는 結果^{13,14)}와 相反되어, 이는 바로 人蔘의 陽葉이 갖는 特性의 하나로 고려되며 高溫 高光度下에서의 急增되는 蒸散을 調節하여 잎을 보호하는 機作을 갖는 것으로 고려된다¹⁵⁾.

2年根과 4年根에서 모두 5% 透光日覆下의 人蔘잎보다 日覆下의 透光率이 높아질수록

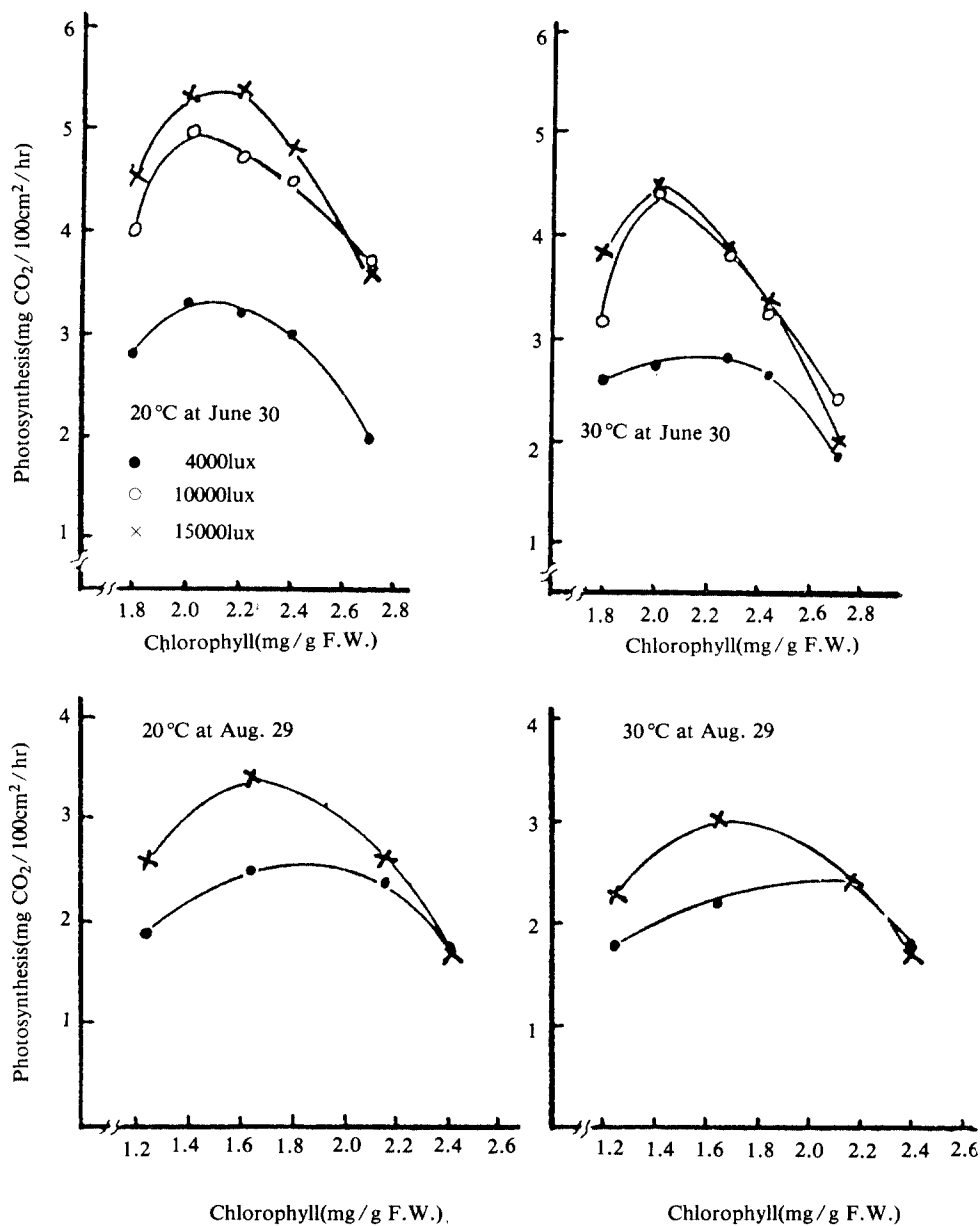


Fig. 1. Relationship between the content of chlorophyll and photosynthesis of ginseng leaves at different light intensity.

全體葉綠素는 물론 葉綠素 a와 b의 含量이 현저히 減少되는데 今村²⁾은 人蔘을 露地栽培할 경우 葉色이 黃綠으로 變한다고 報告한 것을 비롯하여 金³⁾은 自然光의 3.5%에서 葉綠素가 最大이며 7.5% 以上에서는 黃綠色으로 잎이 退色한다고 報告하였고 金 等⁴⁾은

光량이 풍부한 前行에 비해 光량이 不足한 後行에서 葉色은 濃綠色으로 된다 하였으며 宮澤¹⁶⁾은 光량이 많으면 葉綠素가 分解된다 하였는데 다른 植物에서도 한 植物體內에서 下部의 透光량이 적은 部位의 陰葉은 葉綠素含量이 많고 光량이 풍부한 上部의 陽葉은 葉綠素 含量이 적다는 報告^{17,18)}를 고려할 때 透光량이 많은 日覆下에서 生育된 人蔘의 葉綠素 含量이 현저한 減少를 보인것은 葉綠素가 파괴 혹은 退化되었다기 보다 葉綠素 生成이 抑制되어¹⁹⁾ 陽葉으로 光에 硬化된 結果로 解析함이 타당할 것으로 생각된다. 이러한 光에 對한 葉綠素含量의 變異는 供試種 및 品種에서 모두 同一한 傾向을 보였으나 잎의 葉綠素 絶大含量은 高麗人蔘에 비해 美國蔘에서 현저히 많았다. 또한 日覆下의 透光量 增加에 따라 葉綠素 a/b率도 현저한 增加를 보였는데 이 역시 陽葉이 갖는 特性이라 하겠으며 carotenoid 含量은 葉中 葉綠素의 含量과 同一한 傾向으로 變化되어 日覆下 透光量에 관계없이 葉綠素含量과 carotenoid 含量間의 比率은 대체로 一定하였다. 人蔘葉中の 葉綠素含量과 光合成間에는 2次曲線回歸의 傾向이 高度로 有意하여 最高光合成 葉綠素含量을 나타내고 있었는데, 이의 推定値는 溫度 및 光度에 따르는 差異는 아주 적었으나 調査時間에 따르는 差異는 약간 認定되었던 바, 5% 혹은 그 以下の 낮은 透光率下에서 生育된 陰葉보다 15% 혹은 그 以上の 높은 光度에서 生育된 陽葉에 가까운 잎의 光合成量이 增加되었던 點과 一致되는 結果로 생각된다.

요 약

1. 日覆下의 透光率이 높을수록 葉面積은 減少되고 蒸散量은 增加되었으며 氣孔의 數는 差異가 없었으나 氣孔의 크기는 현저히 減少되었다.
2. 日覆下의 透光率을 높일수록 全體葉綠素 및 葉綠素 a, b의 含量이 減少되었고 a/b率은 增加되었으며 carotenoid 含量도 減少되었는데 最大 光合成을 가져오는 葉綠素含量은 溫度에 關係없이 6月末 調査에서는 2.1 mg이었고 8月末 調査에서는 1.8 mg 이었다.

인용문헌

1. 李鍾華 高麗人蔘學會誌 12(1) 11(1988).
2. 今村鶴: 人蔘史 人蔘雜記篇 第6卷 朝鮮總督府, (1939).
3. 金俊鎬: 公州帥大 論文集 1, 149(1962).
4. 金暎來, 曹在星, 金忠洙: 春溪 崔範烈博士 回甲記念 論文集, 141(1971).
5. 李鍾喆, 千成基, 金饒泰: 高麗人蔘學會誌, 4, 49(1980).
6. Arnon, D.I.: *Plant. Physiol.* 24, 1 (1949).
7. 石原邦, 西原武彦, 小倉忠台: 日作記 40, 491(1971).
8. Bowes, G., Ogren, W.L. and Hageman, R.H.: *Crop Sci.* 12, 77 (1972).
9. Early, E.B., Miller, R.J., Reichert, G.L., Hageman, R.H. and Seif, R.D.: *Crop Sci.* 6, 1 (1966).
10. Jeffers, D.L. and Shibles, R.M.: *Crop Sci.* 9, 762 (1969).
11. Ludlow, M.M., Wilson, G.L. and Heslehurst, M.R.: *Aust. J. Agr. Res.* 25, 425 (1974).
12. 佐藤康, 金鍾萬: 日作記 49, 243(1980).
13. Crookston, R.K., Treharne, K.T., Ludford, P. and Ozburn, J.L.: *Crop Sci.* 15, 412 (1975).
14. Davies, W.J. and Kozlowski, T.T.: *Can. J. Bot.* 52, 1525 (1974).

15. 李鍾華, 李鍾喆, 千成基 : 高麗人蔘學會誌 6, 38(1982).
16. 宮澤洋一 : 農業および園藝 50, 117(1975).
17. Dale, N.M. : *Crop Sci.* 4, 131 (1964).
18. Duncan, W.G. and Hesketh, J.D. : *Crop Sci.* 8, 670 (1968).
19. Anderson, J.M., Goodchild, D.J. and Boardman, N.K. : *Biochem. Biophys. Acta.* 325, 573 (1973).