

## 高麗人蔘葉의 光合成能力에 관한 研究

### 第 1 報 低年生 高麗人蔘 光合成能力의 季節的 變異

曹 在 星\* · 元 俊 淵\*\*

## Studies on the Photosynthesis of Korean Ginseng

### I. Seasonal Changes in Photosynthetic Ability of Youngaged Korean Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer)

Jo, J.S. and J. Y. Won\*

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effect of seasonal changes on some of the morphological and physiological characteristics, including the photosynthetic abilities and dark respiration, of young ginseng plants due to planting location under shading. The results obtained are as follows:

1. Seedlings and 2-year old plants planted in the back rows appeared to have broader leaf area, and their leaf weight greatly increased in September. Chlorophyll content was significantly reduced in September rather than in June and the plants in the back rows had more chlorophyll content than those in the front rows.
2. There was no difference in the light compensation point between the front and back rows in June, while in September the light compensation point of 2-year old ginseng leaves was much lower for plants in the back rows compared with those in the front rows. A difference in the light saturation point was not noticeable between plants in the front and back rows in June and September. But the light saturation point of 2-year old ginseng leaves at 15°C was high in June, while it was high at 20°C high in September.
3. Maximum photosynthetic ability was attained at 15°C in June and at 20°C in September. During June no significant difference in photosynthetic ability was found between plants in the front and back rows, but in September the amount of photosynthesis was significantly increased at the leaves of seedlings as well as 2-year old plants planted in the back rows.
4. The optimum temperature for maximum photosynthesis in 2-year old plants ranged from 14.0°C to 14.5°C in June and from 19.5°C to 20.5°C in September. However, the optimum temperature for maximum photosynthesis in the seedlings was from 21.2°C to 21.6°C in September, but a significant difference in the optimum temperature for the maximum photosynthesis in seedlings and 2-year old plants was not noticeable between the front and back rows.
5. The respiration rate was rather high in seedlings compared with 2-year old plants. During September the respiration rate in seedlings was much lower in the back rows than in the front rows. The rate of increase in the respiration of 2-year old plants was higher at September than June. The increase in respiration rate due to

\* 忠南大學校 農科大學 農學科, \*\* 忠南大學校 大學院 農學科

\* Dept. of Agronomy, Coll. of Agriculture, Chungnam Natl. Univ., Daejeon 300, \*\* Dept. of Agronomy, Graduate School, Chungnam Natl. Univ., Daejeon 300, Korea).

temperature was more significant in seedlings than 2-year old plants.

6. In September, the level of  $Q_{10}$  in 2-year old plants was much lower than that found in seedlings. During June, 2-year old plants showed lower  $Q_{10}$  levels at a temperature difference between 15°C and 25°C; but in September this occurred at a temperature difference between 20°C and 30°C.

## 緒 論

慣行 해가림下의 人蔘 栽培에 있어서 가장 重要한 問題點은 前後列間 生育 및 根收量의 差異가 크다는 點인데 이는 前列과 後列의 海가림下에서의 光度 및 溫度 條件이 다른데 基因한다.<sup>6, 14, 15, 16, 18)</sup>

低年生 人蔘의 境遇 出芽後 展葉期까지는 前後列間에 莖葉의 生態 및 生理的인 特性에 거의 差異가 없으나 展葉後 時日이 經過할 수록 比較的 높은 光度에 露出되는 前列의 葉은 黃綠色으로 變하며 줄기色도 紫色을 띠는 경우가 많은 反面, 後列의 葉은 綠色을 維持하는 바<sup>2, 7, 12)</sup> 이러한 生態的 變異로 미루어 볼 때 葉의 光合成 및 呼吸生理는 前後列間 差異가 顯著할 것으로 생각된다.

人蔘葉의 光에 대한 反應에 관하여 Imori<sup>3)</sup>는 美國 人蔘은 全光量의 1/4乃至 1/6下에서 栽培되고 있음을 報告한 바 있고, 蘇聯의 Grushvitskii<sup>11)</sup>는 沿海洲 地域에서 人蔘 植物의 光飽和點은 22,000 lux로서 人蔘 生育期 全光量의 1/5程度라 하였으며, 栗林 等<sup>13)</sup>은 人蔘 生育에 있어 最適光度는 自然光의 5~10%라고 報告한 바 있다.

金<sup>9)</sup>은 耐陽性과 耐陰性에 關한 實驗에서 人蔘 生育 最適光量은 全光量의 8%程度라고 하였고, 高年根의 경우는 19%일 때 物質生産이 많았다고 하였다. 또한 金<sup>9)</sup>은 光量을 많이 받는 第1列에서의 葉의 光飽和點은 10K lux인데 比較 後列의 光飽和點 4K lux라고 하였으며, 光合成率과 呼吸率은 後列보다 前列이 높다고 하였다.

이 외에도 人蔘의 生育에 미치는 光의 影響에 關한 研究가 多數 있으나 거의가 다 生育最盛期에 있어서 光度에 대한 生育 反應을 다룬 研究였고, 光度에 따르는 生理 生態 및 生育 反應을 生育 初期와 後期에 調査하여 比較한 研究는 없다.

따라서 筆者는 展葉直後 및 生育 後期에 前列과 後列에서 生育하는 人蔘 葉의 生態的 및 生理的 特性을 比較하여 그 變異 樣相을 調査하고, 또한 前後列 葉의 溫度에 따르는 光度別 光合成 能力과 呼吸相의 季節的인 差異를 究明하여 人蔘 栽培法 改善을 위한 基

礎를 얻고져 이 研究를 遂行하였다.

## 材料 및 方法

本 實驗은 1983年 5月부터 9月까지 忠淸北道 槐山郡 曾坪邑에 있는 韓國人蔘煙草研究所 曾坪人蔘試驗場의 試驗圃場(pH: 5.5, 有機物: 1.74%, 有效燐酸: 98.9ppm, 置換性K: 0.18me/100g, Ca: 2.41me/100g, Mg: 1.08me/100g)에서 實施하였다.

葉의 生態的 特性 및 光合成 能力의 調査時期는 生育最盛期인 6月初旬과 生育後期인 9月初旬이며, 1年生의 苗蔘과 2年生의 人蔘을 測定 對象으로 하였다. 調査位置는 前列(1列)과 後列(5列)이었으며, 調査內容은 莖長, 莖直徑, 莖角度, 葉長, 葉幅, 葉面積, 葉重, 氣孔數 및 크기, 그리고 葉綠素a와 b의 含量이었고 또한 溫度와 光度의 差異에 따르는 光合成量과 暗呼吸量을 測定하였다.

光合成 調査는 圃場에서 苗蔘은 植物體 全量를, 그리고 2年根은 줄기를 잘라 15, 20, 25 및 30°C의 溫度에서 各各 光度 250, 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 및 10,000lux 下에서 CO<sub>2</sub> 吸收量을 定量하였고, 暗呼吸은 0lux 下에서의 CO<sub>2</sub> 排出量을 測定하였다. 光合成量 및 呼吸量의 測定은 植物同化作用 測定裝置(HORIBA ASSA-1610)와 植物體 栽培環境 調節裝置(KOITOTRON HNL-25A-S)를 使用하여 遂行하였다.

葉綠素 含量은 生葉을 Methanol로 抽出하여 Arnon法에 따라 Spectrophotometer(SHIMADZU UV-110-02)로 測定하였다.

葉面積은 Portable Leaf Area Meter(Lambda Instrument Li-3000型)로 測定하였고, S.L.W.(Specific Leaf Weight)는 葉面積當 乾葉重(mg)으로 表示하였으며, 乾葉重은 熱風乾燥機에 70°C로 24hrs 乾燥시킨 後에 秤量하였다.

氣孔 調査는 中央 小葉의 中央部에서 Mask Pack法을 利用하여 測定하였으며, 氣孔의 數는 顯微鏡 150倍로, 그리고 氣孔의 크기는 600倍로 測定 換算하였다.

莖直徑은 地面에서 2~3cm 떨어진 部分을 測定하

〈生育 期間中 旬別 氣象表〉

旬別	項目	月別					
		4月	5月	6月	7月	8月	9月
上旬	平均氣溫(°C)	12.2	15.1	21.8	23.0	27.0	23.0
	最高氣溫(°C)	16.9	19.7	27.8	26.1	32.6	27.4
	最低氣溫(°C)	4.8	8.9	13.9	19.5	23.7	20.3
	相對濕度(%)	67.3	68.0	64.0	81.3	81.9	83.3
中旬	平均氣溫(°C)	13.0	18.2	21.3	22.0	26.2	21.6
	最高氣溫(°C)	19.2	23.8	27.8	26.7	31.0	25.6
	最低氣溫(°C)	7.4	12.6	16.2	19.0	21.0	17.0
	相對濕度(%)	68.5	70.7	72.1	83.8	72.5	80.0
下旬	平均氣溫(°C)	14.8	20.0	23.2	25.2	22.5	19.0
	最高氣溫(°C)	21.1	24.8	27.6	27.2	25.5	25.3
	最低氣溫(°C)	8.6	14.7	18.2	22.8	20.3	15.8
	相對濕度(%)	71.5	74.8	77.9	85.7	84.0	77.4

였고, 莖長은 苗蔘의 경우 地面에서 葉柄까지, 2年根은 地面에서 分枝點까지로 하였다.

莖, 葉測定은 反復當 10個體를, 調査位置와 調査時期를 各各 要因으로 하여 3反復의 2<sup>2</sup>要因 試驗法으로 結果를 分散 分析하였으며, 溫度別 光度에 따르는 光合成量의 變異는 2次曲線을 求하였으며 이를 利用하여 光補償點, 最適光度, 最大 光合成量의 推定值를 求하였고, 最大 光合成量의 推定值로 最適溫度 推定值를 다시 求하였다.

苗蔘圃 해가림의 前柱 높이는 90cm 後柱는 54cm 였고, 2年根蔘圃의 해가림은 前柱는 114cm, 後柱는 78cm였으며, 이랑 方向은 正東에서 南쪽으로 25° 正西에서 北쪽으로 25° 기우는 方向이었다. 해가림 밑의 光度는 苗蔘의 경우 前列은 3,000lux, 後列은 800

lux였으며, 2年根蔘圃의 경우는 前列이 6,000lux 後列은 2,000lux였다(6月 初旬 맑은 날 12時 頃에 測定). 또한 4月부터 9月까지의 旬別 氣象表는 다음 과 같다.

### 結果 및 考察

苗蔘 및 2年根 人蔘의 前後列別 莖葉 生育의 季節의 變異를 測定한 結果는 表 1에서 보는 바와 같다.

莖直徑은 苗蔘 및 2年根에서 모두 6월에 비해 9월에 오히려 가늘어졌으며 또한 前列에 비해 後列에서 굵은 傾向이 뚜렷하였는데 특히 2年根의 경우 6월에 비해 9월에 莖直徑이 顯著히 가늘어졌던 것은 展葉이 完了된 6月 以後에도 莖이 繼續 伸長하였던

Table 1. Seasonal changes in the stem diameter, the stem length, the stem angle to surface, and the length and the width of the middle leaflet of seedlings and 2-year old ginseng plants at two locations under shadings.

Location	Season under shading	Seedlings					2-year old plants				
		S.D. <sup>1)</sup> (mm)	S.L. <sup>2)</sup> (cm)	S.A. <sup>3)</sup> (°)	L.L. <sup>4)</sup> (cm)	L.W. <sup>5)</sup> (cm)	S.D. <sup>1)</sup> (mm)	S.L. <sup>2)</sup> (cm)	S.A. <sup>3)</sup> (°)	L.L. <sup>4)</sup> (cm)	L.W. <sup>5)</sup> (cm)
June	Front row	1.4	6.3	101.9	3.7	2.1	1.9	3.1		5.0	2.8
	Back row	1.5	6.4	98.0	3.6	2.2	2.2	2.0		4.9	3.0
	Average	1.4**	6.4	100.0	3.7	2.1	2.1**	2.6		5.0	2.9
Sept.	Front row	1.3	6.2	110.8	3.4	2.0	1.8	3.3	132.6	5.4	2.7
	Back row	1.4	6.9	88.7	4.0	2.1	1.6	3.9	101.7	5.8	2.9
	Average	1.3	6.5	99.8	3.7	2.1	1.7	3.6	117.2	5.6*	2.8
Average of Front row		1.4	6.2	106.4*	3.5	2.0	1.9	3.2	132.6	5.2	2.8
Average of Back row		1.4*	6.7	93.4	3.8	2.2	1.9	3.0	101.7	5.4	3.0*

- 1) S.D. : Stem Diameter
- 2) S.L. : Stem Length
- 3) S.A. : Stem Angle to surface
- 4) L.L. : Leaf Length
- 5) L.W. : Leaf Width

바 잎의 測定部位가 높아졌고 또한 9月の 境遇 落葉 期에 가까워짐에 따라 잎이 萎縮된 原因도 있었던 것으로 본다. 莖長에 있어서는 苗蔘은 展葉 完了期인 6月 以後 莖의 伸長이 거의 停止되었으나 2年生 人蔘은 6월에 비해 9월에 甚저한 莖의 伸長을 보였으며 前後列間의 差는 苗蔘에서는 크지 않았으나 2年 根에서는 前列에 비해 後列에서 6月 이후의 莖伸長이 더욱 뚜렷한 경향이었다. 地表面에 대한 莖角度는 前列이 後列보다 顯著히 기울어졌으며 6월에 비해 9월에 前列은 더욱 顯著히 기울어졌는데 이는 後列의 散光은 植物體의 上部 및 해가림 後面에서 강한 反面 前列에서는 해가림 前面에서 強하므로 前方으로 屈光性을 나타낸 結果라 생각된다.

葉長과 葉幅은 苗蔘의 境遇 調査時期別, 그리고 栽植位置間 有意差는 認定되지 않았으나 前列에 비해 後列에서 약간 增加된 傾向이었고, 2年生 人蔘에서는 葉長은 6월에 비해 9월에 顯著한 增加를 보였으며, 葉幅은 前列에 비해 後列에서, 顯著히 增加되었고, 葉長도 같은 傾向을 보였다.

葉面積을 爲始한 葉重, S.L.W.(Specific Leaf Wei-

ght) 및 乾/生葉重 比率의 栽植位置別 時期的 變異는 表 2에서 보는 바와 같다.

葉面積은 苗蔘의 境遇 6월에 비해 9월에 增加된 傾向이 顯著하였고, 또한 前列에 비해 後列의 葉面積이 넓은 傾向이었으며, 2年根의 境遇는 季節間 差異가 없었고 前列에 비해 後列에서 약간 增加된 傾向이었다. 葉重은 生葉重과 乾葉重 모두 苗蔘과 2年根에서 6월에 비해 9월에 顯著한 增加를 보였는데 苗蔘의 乾葉重만 前列이 後列에 비해 顯著한 增加를 나타내었을 뿐 苗蔘의 生葉重과 2年根에서의 生葉重 및 乾葉重은 前後列間 有意差를 나타내지 않았다.

또한 單位 葉面積當 乾葉重은 苗蔘 및 2年根에서 모두 6월에 비해 9월에 뚜렷이 增加되었고 또한 苗蔘의 境遇 後列에 비해 前列에서 顯著히 무거웠고, 2年根은 前列이 약간 무거웠다.

葉乾物重에 대한 生體重의 比率 즉 葉의 乾物 充實度도 S.L.W.와 같은 傾向으로 苗蔘 및 2年生 人蔘에서 모두 6월에 비해 9월에 顯著한 增加를 보였고 또한 後列에 비해 前列의 葉에서 增加된 傾向이 뚜렷하였다.

**Table 2.** Seasonal changes in the area, fresh wight and dry weight of the palmate leaves and in the specific leaf wight and ratio of dry weight to fresh weight of the palmate leaves of seedlings and 2-year old ginseng plants at two locations under shadings.

Season under shading	Location	Seedlings					2-year old plants				
		L.A. <sup>1)</sup> (cm <sup>2</sup> )	L.F.W. <sup>2)</sup> (mg)	L.D.W. <sup>3)</sup> (mg)	S.L.W. <sup>4)</sup> (mg/cm <sup>2</sup> )	D.W./ F.W. <sup>5)</sup>	L.A. <sup>1)</sup> (cm <sup>2</sup> )	L.F.W. <sup>2)</sup> (mg)	L.D.W. <sup>3)</sup> (mg)	S.L.W. <sup>4)</sup> (mg/cm <sup>2</sup> )	D.W./ F.W. <sup>5)</sup>
June	Front row	13.6	207.7	48.3	3.6	23.4	29.8	369.7	102.7	3.5	27.8
	Back row	14.9	219.3	46.0	3.1	21.0	29.3	372.3	99.3	3.4	26.7
	Average	14.3	213.5	47.2	3.3	22.2	29.5	371.0	101.0	3.4	27.2
Sept.	Front row	15.1	235.7	59.7	4.0	25.4	27.8	466.7	142.3	5.1	30.5
	Back row	16.3	229.7	51.0	3.1	22.2	30.9	486.0	150.0	4.9	31.1
	Average	15.7*	232.7*	55.3**	3.6	23.8**	29.4	476.3**	146.2**	5.0*	30.8*
Average of Front row		14.4	221.7	54.0**	3.8**	24.4**	28.8	418.2	122.5	4.3	29.2
Average of Back row		15.6	224.5	48.5	3.1	21.6	30.1	429.2	124.7	4.1	28.9

- 1) L.A. : Leaf Area
- 2) L.F.W. : Leaf Fresh Weight
- 3) L.D.W. : Leaf Dry Weight
- 4) S.L.W. : Specific Leaf Weight
- 5) D.W./F.W. : Ratio of Dry Weight to Fresh Weight

單位 葉面積當 氣孔의 數 및 크기 그리고 葉綠素 含量의 栽植位置間 季節的 變異는 表 3에서 보는 바와 같다.

2年生의 氣孔數는 栽植位置間 및 時期間에 有意差가 認定되지 않았으나, 氣孔의 크기는 苗蔘 및 2年生 葉에서 모두 6월에 비해 9월에 顯著히 커졌으나 前後列間 有意差는 認定되지 않았다.

Chlorophyll a 및 b의 含量은 苗蔘과 2年生 葉에서 모두 6월에 비해 9월에 顯著히 減少되었고, 또한 前列에 비해 後列에서 많았는데 특히 Chlorophyll b는 6월 및 9월 모두 前列에 비해 後列에서 顯著히 많았다. 또 Chlorophyll b에 대한 a의 比率는 苗蔘과 2年生에서 모두 6월에 높았고, 6월 및 9월에서 모두 後列에 비해 前列에서 顯著히 높았다. 葉中

Chlorophyll의含量에 있어서도 前列과 後列 葉의 苗蔘과 2年生 葉의 前後列間 時期에 따르는 光合 含有 狀態는 一般植物의 陽葉과 陰葉의 特性을 그대 成能力의 溫度 및 光度別 變異는 表 4에서 보는 바와 如로 나타내고 있었다.

**Table 3.** Seasonal changes in the number and size of the stomata, the content of chlorophyll a and b and the ratio of chlorophyll a to b in the leaves of seedlings and 2-year old ginseng plants at two locations under shadings.

Season under shading	Location	Seedlings					2-year old plants				
		S.N. <sup>1)</sup> (ea/mm <sup>2</sup> )	S.S. <sup>2)</sup> ( $\mu$ m)	Chl. a <sup>3)</sup> (mg/g)	Chl. b <sup>4)</sup> (mg/g)	Chl. a/b <sup>5)</sup>	S.N. <sup>1)</sup> (ea/mm <sup>2</sup> )	S.S. <sup>2)</sup> ( $\mu$ m)	Chl. a <sup>3)</sup> (mg/g)	Chl. b <sup>4)</sup> (mg/g)	Chl. a/b
June	Front row	33.9	29.2	1.8	1.0	1.7	40.6	25.6	1.8	1.1	1.8
	Back row	34.9	27.7	2.0	1.3	1.6	38.8	25.6	1.9	1.3	1.5
	Average	34.4*	28.5	1.9**	1.2	1.6**	39.7	25.6	1.8**	1.2*	1.6
Sept.	Front row	33.0	40.0	0.8	0.7	1.1	38.2	38.6	0.9	0.7	1.3
	Back row	29.0	38.6	0.9	1.2	0.8	42.5	43.3	0.8	0.8	1.0
	Average	31.0	39.3**	0.9	1.0	1.0	40.4	41.0**	0.9	0.8	1.2
Average of Front row		33.4	34.6	1.3	0.9	1.4	39.4	32.1	1.3	0.9	1.6
Average of Back row		32.0	33.1	1.4**	1.3*	1.2	40.7	34.5	1.4	1.1	1.2

- 1) S.N. : Stomata Number
- 2) S.S. : Stomata Size
- 3) Chl. a : Chlorophyll a
- 4) Chl. b : Chlorophyll b
- 5) Chl. a/b: Ratio of Chlorophyll a to b

**Table 4.** Seasonal changes in the photosynthetic abilities of seedlings and the leaves of 2-year old ginseng plants at two locations under shadings at different temperatures.

Age of plant	Season	Location under shading	Temperature (°C)	Light intensity (lux)								
				0	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	10,000	
Seedlings	Sept.	Front row	15	-0.834	-0.834	-0.607	-0.076	0.303	0.948	1.138	1.404	
			20	-1.197	-0.898	-0.598	-0.188	0.225	0.898	1.907	1.683	
			25	-1.506	-1.469	-0.955	-0.258	0.147	0.955	1.616	2.167	
			30	-1.767	-1.478	-1.478	-0.865	-0.361	0.397	0.649	0.829	
		Back row	15	-0.664	-0.611	-0.559	0.080	0.532	1.383	1.651	1.835	
			20	-0.865	-0.839	-0.472	0.079	0.500	1.417	2.442	2.128	
	June	Front row	25	-1.134	-1.108	-0.773	-0.182	0.392	1.468	1.984	2.447	
			30	-1.414	-1.339	-1.339	-0.709	-0.253	0.658	0.861	1.338	
			Back row	15	-0.501	-0.286	-0.215	0.143	0.358	1.288	1.574	1.645
				20	-0.564	-0.353	-0.282	0.071	0.353	0.917	1.129	1.341
		Back row	25	-0.762	-0.485	-0.346	0.069	0.346	0.832	1.039	1.525	
			30	-1.020	-0.680	-0.408	-0.136	0.136	0.340	0.340	0.340	
2-year old plants	Sept.	Front row	15	-0.515	-0.295	-0.221	0.147	0.368	1.326	1.694	1.694	
			20	-0.581	-0.363	-0.291	0.073	0.363	1.017	1.235	1.453	
			25	-0.785	-0.428	-0.357	0.071	0.357	0.856	1.070	1.498	
			30	-1.050	-0.630	-0.420	-0.140	0.210	0.280	0.280	0.280	
		Back row	15	-0.726	-0.600	-0.302	-0.150	0.250	1.101	1.602	1.075	
			20	-0.889	-0.592	-0.445	-0.148	0.231	1.037	1.950	1.950	
	June	Front row	25	-1.188	-0.970	-0.656	-0.242	0.267	0.629	1.159	1.233	
			30	-1.159	-1.143	-1.000	-0.547	-0.284	0.213	0.499	0.262	
			Back row	15	-0.764	-0.620	-0.248	0.062	0.620	1.612	2.143	1.675
				20	-0.914	-0.612	-0.306	-0.061	0.489	1.795	2.669	2.855
		Back row	25	-1.202	-1.902	-0.600	-0.241	0.561	1.161	1.942	2.285	
			30	-1.219	-1.121	-0.787	-0.590	0.277	1.179	1.360	1.041	

인저 9월에 調査에 溫度 및 光度別 苗蔘의 光合成能力을 보면 各 溫度 및 光度 條件下에서 前列 葉의 光合成能力보다 後列 葉의 光合成能力이 顯著히 높았고 또한 各 溫度에서의 暗呼吸量은 前列에 비해 後列에서 顯著히 낮았다.

한편 2年生에서는 6月の 境遇 各 溫度에서의 光度에 따르는 葉의 光合成能力은 前後列間 거의 差異가 없었으나 9月에는 前列의 葉에 비해 後列의 葉에서 顯著히 높았고, 暗呼吸量은 6月 및 9月에서 모두 前列에 비해 後列에서 약간 높은 傾向을 나타내었다.

또한 6월에 있어서의 2年生 葉의 光合成能力은 栽植位置에 關係없이 各 溫度 및 光度下에서 대체로 9月보다 높았고 暗呼吸量은 顯著히 낮았다. 다른 植物과는 달리 人蔘은 出芽 展葉後 또 다른 葉의 發生이나 再生없이 限定된 葉의 數와 面積으로 가을에 地上部가 枯死될 때까지 全體 植物體의 生育이 維持되는 바 葉의 光合成能力은 一般作物에 비해 대단히

重要な 要素인데, 以上の 實驗 結果로 미루어 볼 때 6月の 生育 最盛期에는 2年生 人蔘에서는 前後列間 人蔘 葉의 光合成能力에는 差異가 없으나, 前列에 비해 後列에서는 光度가 낮아 光合成量이 적어 後列根의 生育이 低調하게 되는 原因으로 생각되며, 生育 後期인 9월에 前列의 葉이 後列의 葉보다 光合成能力이 顯著히 낮았던 것은 前列의 葉은 比較的 強한 光度下에 長期間 露出되므로 葉의 老化가 促進되었던데 基因하는 結果라 생각된다. 따라서 2年根에서 光量이 絶對 不足한 後列에서 生育하는 人蔘根의 收量이 어느 程度 維持되는 것은 後列 人蔘 葉의 光合成能力이 生育 後期까지 거의 正常的으로 維持되기 때문이라고 생각된다.

苗蔘 및 2年生 人蔘 葉의 栽植位置 및 時期別 各 溫度에서 光度에 따르는 光合成能力의 變異 傾向을 2次曲線式에 適合시켰던 바 모두 2次項의 常數가 負인 2次曲線의 傾向을 보였으며, 苗蔘 및 2年根 人蔘 葉의 栽植位置 및 調査時期別 光補償點, 光飽和

**Table 5.** The effect of seasonal and locational changes on the estimated light intensity required for maximum photosynthesis, the maximum amount of photosynthesis and the light compensation point for photosynthesis in ginseng leaves at different temperatures.

Age of plant	Season	Location under shading	Temperature (°C)	Light intensity for maximum photosynthesis (lux)	Maximum amount of photosynthesis (mg CO <sub>2</sub> /100cd/hr)	Light compensation point (lux)
Seedlings	Sept.	Front row	15	7816	1.415	1581
			20	8301	1.833	1655
			25	8998	2.000	2047
		30	7630	0.919	3076	
		Back row	15	7805	1.896	1135
			20	8081	2.353	1186
	25		8650	2.348	1530	
	June	Front row	30	8496	1.225	2734
			15	8076	1.702	895
			20	8165	1.322	1128
		Back row	25	8921	1.369	1383
			30	6473	0.611	2097
15			8055	1.780	893	
2-year old plants	Sept.	Front row	20	8171	1.434	1102
			25	8672	1.376	1342
			30	6328	0.569	2112
		Back row	15	7055	1.533	1250
			20	9349	1.973	1436
			25	7812	1.305	1926
	20	Front row	30	6969	0.566	2992
			15	7095	2.174	972
			20	9163	2.840	1092
		Back row	25	8829	2.188	1523
			30	7138	1.462	1925

點 그리고 最大 光合成量을 二次曲線式으로 推定하였던 바 表 5 와 같다. 光補償點은 苗蔘 및 2年生 모두 6月과 9月 前後列에서 溫度를 높일 수록 顯著히 增加되었고, 各 溫度에서 2年生의 境遇 6月에는 前後列間 差異가 거의 없었으나 9月の 경우 苗蔘과 2年生 모두 前列에 비해 後列에서 生育한 葉이 顯著히 낮았다.

各 溫度에서의 光飽和點은 苗蔘 및 2年生 모두 6月 및 9月の 調査에서 前後列間 差異가 거의 認定되지 않았고, 苗蔘의 境遇 9月 調査에서 前後列 모두 7,600~9,000lux였으며, 25℃에서 8,650~9,000lux로 가장 높았다. 2年生의 境遇는 6月 調査에서의 光飽和點은 30℃의 高溫에서는 6,300~6,500lux로 특히 낮았고 15℃~25℃에서는 8,000~8,900lux였으며 前後列 모두 25℃에서 8,700~8,900lux로 가장 높았고, 9月 調査에서는 7,100~9,400lux의 範圍로서 20℃에서 9,200~9,300lux로 가장 높았다.

한편 溫度別 最大 光合成量의 推定値는 9月 調査한 苗蔘의 경우 前列은 25℃ 後列은 20℃에서 最大 值를 보였고, 2年生 人蔘에 있어서 6月 調査에서는 前後列 모두 15℃에서 最大 光合成을 보였고 溫度

別 光合成 推定値의 前後列間 差異는 거의 뚜렷하지 않았으나, 9月 調査에서는 前後列 모두 20℃에서 最大 光合成을 나타내었고 各 溫度에서 前列에 비해 後列의 最大 光合成量의 推定値는 顯著히 높았다. 以上の 結果로 미루어 볼 때 金<sup>9,10)</sup>이 提示한 栽植位置間 光飽和點의 差異는 苗蔘 및 2年生 人蔘의 경우는 樣相을 달리함을 보았고, 또한 溫度 및 生育 段階別로 光飽和點의 變異를 考慮하지 않은 것이라 본다. 宮澤<sup>11)</sup>이 報告한 生育 最適光量 3,000~4,000lux는 最大 光合成을 위해서는 不足한 光量이고 朴等<sup>12)</sup>이 報告한 25K lux는 過多한 光量으로 思料된다.

苗蔘 및 2年根의 時期別 前後列 人蔘 葉의 各 溫度에서의 光飽和點의 推定値와 溫度間의 關係를 回歸式으로 求하였던 바(表 6 參照) 2年根은 9월에 調査한 後列의 葉만이 高度로 有意한 2次 回歸 關係가 認定되었고, 그 外에는 有意성이 認定되지 않았으나 대체로 2次曲線 傾向을 나타내고는 있어 이를 利用하여 最適溫度를 算出하였던 바, 苗蔘은 9月の 後列 葉에서만 28.6℃로 特異하게 높은 값이 나왔고 그 外는 20.6℃~22.6℃였으며 6월에 비해 9월이 약간 높은 傾向이었다.

Table 6. The effect of seasonal and locational changes on the relationships between the temperature and the estimated light intensity required for maximum photosynthesis in the leaves of seedlings and the leaves of 2-year old ginseng plants.

Age of plant	Season	Location under shading	Regression equation		Temperature for maximum photosynthesis light intensity (°C)
			Equation	R <sup>2</sup>	
seedlings	Sept.	Front row	$Y = -678.05 + 836.13X - 18.53X^2$	0.7683	22.6
		Back row	$Y = 5026.60 + 246.34X - 4.30X^2$	0.8845	28.6
2-year old plants	June	Front row	$Y = -2318.15 + 1060.59X - 25.37X^2$	0.7644	20.9
		Back row	$Y = -1772.50 + 1013.40X - 24.6X^2$	0.8333	20.6
	Sept.	Front row	$Y = -6296.75 + 1375.75X - 31.37X^2$	0.7191	21.9
		Back row	$Y = -9706.75 + 1687.45X - 37.59X^2$	0.9848	22.4

Table 7. The effect of seasonal and locational changes on the relationships between the temperature and the estimated maximum photosynthesis in the leaves of seedlings and the leaves of 2-year old ginseng plants.

Age of plant	Season	Location under shading	Regression equation		Temperature required for maximum photosynthesis (°C)
			Equation	R <sup>2</sup>	
seedlings	Sept.	Front row	$Y = -4.984 + 0.6481X - 0.0150X^2$	0.9289	21.6
		Back row	$Y = -4.641 + 0.6706X - 0.0158X^2$	0.9747	21.2
2-year old plants	June	Front row	$Y = 0.907 + 0.1056X - 0.0038X^2$	0.8799	14.0
		Back row	$Y = 0.761 + 0.1336X - 0.0046X^2$	0.9318	14.5
	Sept.	Front row	$Y = -2.655 + 0.4596X - 0.0118X^2$	0.9485	19.5
		Back row	$Y = -3.191 + 0.5706X - 0.0139X^2$	0.9186	20.5

또한 苗蔘과 2年生 人蔘 葉의 各 溫度에서의 最大 光合成量 推定値와 溫度間의 關係를 回歸式으로 求하였던 바 6月 및 9月, 그리고 前列 및 後列에서 모두 高度의 有意性이 認定되었다(表 7 參照). 그리하여 이 回歸曲線으로부터 最大光合成에 必要한 最適溫度를 算出하였던 바, 2年根은 6月 調査區에서 前後列 모두 14.0°C~14.5°C였고, 9月 調査區는 이보다 4~5°C 높은 19.5°C 및 20.5°C로 亦是 前後列間의 差異는 거의 없었다. 苗蔘의 境遇도 9月 調査에서 前後列의 最適溫度는 21.6°C 및 21.2°C로 거의 差異가 認定되지 않았다. 以上の 結果로 미루어 볼 때 人蔘 葉은 生育이 進行됨에 따라 光에 對해서만 適應力이 높아질 뿐만 아니라 溫度에 대해서도 適應力이 높아지는 傾向을 보았다. 金<sup>11)</sup>에 依하면 光合

最適溫度는 栽植位置에 關係없이 25°C라 하였는데 本 實驗의 結果와 比較하면 光合成 最適溫度로는 약간 높은 溫度로 思料되며 曹<sup>12)</sup>가 報告한 人蔘 生育 最適溫 17°C~21°C와는 잘 符合하고 있다.

苗蔘 및 2年生 人蔘 葉의 栽植位置 및 調査時期別 暗呼吸量과 溫度間의 關係 및 15°C에서 25°C로, 20°C에서 30°C로 上昇할 때의 呼吸係數  $Q_{10}$ 을 算出하였던 바(表 8 參照) 暗呼吸量은 溫度가 上昇함에 따라 모두 高度로 有意한 直線의인 增加 傾向을 나타내었다. 溫度 上昇에 따르는 呼吸의 增加率은 2年生 人蔘 葉보다 苗蔘 葉에서 顯著히 높았고 2年生 人蔘 葉에서는 6월에 비해 9월에서 呼吸 增加率이 약간 낮은 傾向이었으며, 前後列間 差異는 6月 및 9월에서 모두 認定되지 않았다.

Table 8. Seasonal and locational changes of the relationships between the temperature and the dark respiration of the leaves of seedlings and 2-year old ginseng plants.

Age of plant	Season	Location under shading	Regression equation		$Q_{10}$	
			Equation	$R^2$	15°C	20°C
Seedlings	Sept.	Front row	$Y = -0.0726 + 0.062X$	0.9946	1.806	1.476
		Back row	$Y = -0.1143 + 0.050X$	0.9946	1.708	1.635
	June	Front row	$Y = -0.0780 + 0.035X$	0.9402	1.521	1.809
		Back row	$Y = -0.0813 + 0.036X$	0.9413	1.524	1.807
2-year old plants	Sept.	Front row	$Y = 0.2714 + 0.032X$	0.8647	1.636	1.304
		Back row	$Y = 0.2809 + 0.033X$	0.9144	1.573	1.334

한편 呼吸係數는 苗蔘 및 2年生의 境遇 9월의 調査에서는 15°C~25°C의  $Q_{10}$ 이 20°C~30°C의  $Q_{10}$ 에 비해 顯著히 높았고 또한 2年生 人蔘 葉에 비해 苗蔘 葉에서 15°C~25°C 및 20°C~30°C에서의  $Q_{10}$  모두가 顯著히 높은 傾向이었다. 그러나 2年生 人蔘의 6月 調査에서는 15°C~25°C의  $Q_{10}$ 이 20°C~30°C의  $Q_{10}$ 보다 顯著히 낮았고 15°C~25°C의  $Q_{10}$ 은 6월이 9월보다 前後列 모두 낮았으나 20°C~30°C의  $Q_{10}$ 은 6월이 9월보다 越等히 높았으며 어느 境遇에도 前後列間  $Q_{10}$ 의 差異는 顯著하지 않았다. 따라서 以上の 結果로 미루어 볼 때, 金<sup>5)</sup>는 人蔘 葉의 呼吸係數는 2.0이라고 單純히 報告하였는데, 人蔘의 年根 및 季節 그리고 溫度에 따라  $Q_{10}$ 이 顯著한 差異를 나타내고 있는 事實을 勘案하여 人蔘 葉의 呼吸係數는 提示되어야 할 것으로 본다.

以上の 結果를 綜合하면 人蔘 葉은 栽植位置에 따라 生態의 特性의 季節的 變異가 顯著한은 물론 光合成能力과 暗呼吸에 있어서도 顯著한 差異를 나타내고 있음이 明白하였다. 이러한 差異는 比較的 높은 光度和 溫度에 露出되는 前列의 葉에서 더욱 뚜렷한 點

을 勘案할 때 低年生 人蔘의 栽培에 있어서는 生育時期의 進展에 따르는 光合成能力의 低下를 最低로 할 수 있는 方向으로의 해가림 方法이 要求되는 한편 해가림下의 光度가 最大光合成 推定値에 適合한 9,000 lux 内外로 調節하는 것이 바람직한 것으로 推測된다.

## 摘 要

本 研究는 低年生 高麗人蔘의 栽植位置에 따르는 光合成能力과 暗呼吸에 關聯된 몇 가지 生態 및 生理的 特徵의 季節的 變異를 究明하기 위하여 遂行하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 苗蔘 및 2年根 人蔘에서 葉面積은 後列에서 넓은 傾向을 보였고, 葉重은 9월에 顯著히 增加하였다. 葉綠素 含量은 6월에 비해 9월에 顯著히 減少하였고, 前列에 비해 後列에서 높은 傾向이 뚜렷하였다.

2. 2年根의 境遇 光補償點은 6월에는 前後列間 差異가 없었으나 9월에는 苗蔘 및 2年根에서 後列의 光補償點이 顯著히 낮았고, 6月 및 9월에서 光



飽和點의 列間 및 季節間 差異는 認定되지 않았다. 다만 2年根의 15°C에서의 光飽和點은 6月이, 그리고 20°C의 光飽和點은 9月이 높은 傾向이 뚜렷하였다.

3. 2年根에서 6月은 15°C에서 前後列 모두 最大 光合成量이 가장 높았으나 9月에는 20°C에서 最高를 보였으며, 6月은 前後列間의 差異가 없었는데 反해 9月은 苗蔘 및 2年根에서 모두 後列에서 오히려 最大 光合成量의 顯著한 增加를 나타내었다.

4. 最大光合成에 適合한 溫度는 2年根의 境遇 6月은 14.0°C~14.5°C였으나 9月에는, 19.5°C~20.5°C였고, 苗蔘에서는 9月의 경우 21.2°C~21.6°C로서 前後列間 差異는 거의 없었다.

5. 2年根에 비해 苗蔘의 呼吸量이 顯著히 많았으며, 또한 苗蔘은 9月의 境遇 前列에 비해 後列에서 呼吸量이 적었는데, 2年根에서는 6월에 비해 9월의 呼吸量이 增加되었고, 前列에 비해 後列의 呼吸量이 약간 많은 傾向이었다. 溫度 上昇에 따르는 呼吸量의 增加率은 苗蔘이 2年根에 비해 顯著히 높았다.

6. 9월에 있어서 苗蔘에 비해 2年根의  $Q_{10}$ 이 顯著히 낮았으며, 2年根의 境遇 6月에는 15°C에서 25°C로 上昇時의  $Q_{10}$ 이, 그리고 9月에는 20°C에서 30°C로 上昇時의  $Q_{10}$ 이 各各 顯著히 낮았다.

#### 引用文獻

1. Grushvitskii(1959) An experiment of growing ginseng in hothous. Tr. Bot. Inst. Nauk. SSSR. Ser. 6, 333 Abstr. Korean ginseng Research. 8: 1687~1975.
2. 今村 鞆(1939) 人蔘雜記篇. 人蔘史. 第6卷, 朝鮮總督府.
3. Imori, K.(1930) Report of the studies on ginseng plant. I The cultivating method of American ginseng(panax quinquefolia). In Japanese, Korea Monopoly Office.
4. 曹在星(1979) 高麗人蔘의 組織培養에 관한 研究. (第1報) 溫度의 差異가 人蔘 및 人蔘 Callus 生長에 미치는 影響. 韓作誌. 24:75~79.
5. 金得中(1973) 人蔘栽培. 一韓圖書出版社.

6. 金鍾萬·李盛植·千成龍·千成基(1982) 人蔘圃의 環境條件과 人蔘 生育과의 關係. (第1報) 栽植位置別 生産 構造. 韓作誌. 27(1): 94~98.
7. 金俊鎬(1962) 人蔘의 生育에 대한 生理生態學的研究. (第1報) 環境 특히 光條件과 生産 構造에 대하여. 公州師大 論文集. 1: 149~171.
8. Kim, J.H.(1964) Factors affecting the received light intensity of ginseng plants(Panax ginseng). J.Nat. Acad. Sci. ROK. 5:1~17.
9. Kim, J.H.(1964) Sun - and Shade -tolerence and optimum light intensity for the growth. Seoul. Univ. J.(B). 15:94~101.
10. Kim, J.H.(1964) An analysis of the perennial growth and the growth attributes under varying light intensities. Seoul Univ. J.(B). 15: 81~93.
11. 金俊鎬(1964) 人蔘의 生育에 대한 生理生態學的研究. (第5報) 人蔘의 光合成, 呼吸 및 物質生産에 대하여. 公州師大 論文集. 2:1~16.
12. 金暎來·曹在星·金忠洙(1971) 人蔘 栽植位置에 따르는 地上部 形質의 變異와 그 相關關係. 春溪 崔範烈 博士 回甲記念論文集. 141~146.
13. 栗林登喜子·大橋裕(1971) オタネニン ジンの 生理生態. V 生長およびす 照度および 土壤 pH의 影響. 生藥學雜誌. 25(2):110~116.
14. 李鍾華(1983) 環境要因이 人蔘 生育에 미치는 影響. -光度와 溫度를 中心으로- 慶熙大學校 大學院 博士學位 論文.
15. 金鍾喆·千成基(1980) 遮光下の 溫度 및 光度가 高麗人蔘의 光合成 및 根生長에 미치는 影響. 韓作誌. 25(4): 91~98.
16. 李盛植·金鍾萬·千成基·金鏡泰(1982) 人蔘圃의 環境條件과 人蔘 生育과의 關係. (第2報) 日 覆內 照度의 變化와 圃場에서의 光合成. 韓作誌. 27(2): 169~174.
17. 宮澤洋一(1975) 藥用 人蔘의 栽培技術. 農業および園藝. 50(1): 117~122.
18. 朴薰·李鍾華·裴孝元·洪榮杓(1979) 人蔘 葉의 光合成과 呼吸에 미치는 光度 및 溫度의 影響. 韓土肥誌. 12(1): 49~53.