

光도와 溫度가 人蔘의 生育 및 收量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 Growth and Root Yield of *Panax ginseng*

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 optimum temperature and light intensity of photosynthesis and transmittance in the shade for better growth and root yield of ginseng.

The 3-year-old ginseng plants grown under the shade of 5, 10 and 20% transmittance did not show any significant difference in the stem length, stem diameter, leaf area and root length. The root diameter markedly increased under the shade of 10% and 20% transmittance, and the root was the heaviest under the shade of 20% transmittance. The 6-year-old ginseng plants grown at 20% transmittance showed the largest root diameter but the root length was not influenced by transmittance. The root was heaviest in the shade of 20% transmittance.

서 론

前報¹⁾에서는 光度 및 溫度에 따른 人蔘葉의 生理 生態的인 特성의 變化에 關하여 검토한데 이어서, 실제포장 상태에서 人蔘의 最適光量을 밝히는 것은 중요한 일이다.

圃場下에서의 차광의 程度에 關한 報文으로는 Imori²⁾는 美國蔘의 栽培法에 關한 研究報告에서 美國蔘의 栽培는 美國에서 全光量의 1/4내지 1/6以下에서 栽培되고 있다고 報告한 바 있고, 1950年代 中半以後 光이 人蔘生育과 根收量에 미치는 影響에 關한 多數의 研究報告가 있다. 소련의 Grushvitski 등³⁾은 沿海洲地域에 있어 人蔘植物의 光飽和點을 22,000 lux라 했는데 이 光度는 人蔘生育期 全光量의 約 1/5에 該當한다고 했다. 金⁴⁾은 光度差에 依한 人蔘의

生長屬性을 分析한 바 幼植物의 個體重 및 根重生長이 栽植行數間에는 差異가 없으나 老成한 植物에서는 有意差가 있다고 했다. 즉 RGR(Relative Growth Rate)와 NAR(Net Assimilation Rate)에 있어 受光量이 不足한 後行일수록 또 高年根일수록 減少되며, 한편 4년이 넘는 人蔘에 있어 第2行의 RGR이 第1行보다 월등하게 높은 것은 第1行의 受光量이 보다 많았기 때문이라 했다.

金³⁾은 耐陽性과 耐陰性에 關한 實驗에서 生長屬性을 分析한 結果 莖의 伸長은 光量에 逆比例 하고, 葉生長은 8% 以下의 光度에서는 正比例하나 8% 以上에서는 光度에 逆比例하는 點으로 보아 人蔘生存을 爲한 最低 및 最高光量의 範圍는 相對照度로 따져 3% 및 30% 사이에 있으며 生長을 爲한 最適光量을 8%로 보았다. 그러나 高年根의 경우는 19%일 때 物質生産이 많았다고 하였다.

宮澤⁴⁾은 人蔘의 生育에 적당한 光量은 3,000~4,000 lux로서 光飽和點은 낮으며 그러나 光度가 3,000 lux 以下에서는 光의 不足으로 同化作用이 不振하여 根部의 肥大가 低調해지며, 한편 光量이 지나치게 많으면 葉綠素의 分解로 葉의 機能이 저해되어 葉이 黃色으로 變하여 早期落葉이 되고 根部의 肥大가 현저히 낮아진다고 하였다. 그러나 그는 人蔘의 光飽和點이 어느 程度되는지는 밝히지 않았다.

朴⁵⁾에 依하면 高溫은 地溫上昇을 야기하여 斑點病과 早期落葉 그리고 根腐病의 誘發로 因하여 根收量을 減少시킨다고 하였고, 李 等⁶⁾은 圃場光合成量은 기온이 낮고 光度가 높은 午前 9 時頃에 제일 많고 그 後 時間이 經過함에 따라 減少되었으며 光合成을 爲한 最適透光量은 18.4%라고 報告하였다.

이와같은 상이한 여러 結果가 있는데 本 實驗은 光度와 溫度 要因을 중심으로 실제 圃場에서 人蔘의 最適光量을 알기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

供試한 人蔘의 種 및 品種은 前報¹⁾와 同一한 것을 使用하였으며 光量處理도 同一하였고, 光合成, 微氣象, 증발량 測定도 같은 方法으로 하였다.

地上部 生育은 3行에서 生育이 均一한 部分을 擇하여 調査하였으며 葉長과 葉幅은 中央小葉의 幅과 長이를 測定하고 根直徑은 胴體의 最大 肥大部位를 測定하였으며 光量處理 2年後에 收量을 調査하였다.

결과 및 고찰

各 日覆條件下의 行別光度, 氣溫 및 地中 10 cm下의 溫度를 調査한 結果는 Table 1에서 보는 如와 같다.

5% 透光日覆下의 行別光度는 前行 7,000 lux, 中行 4,000 lux, 그리고 後行이 2,500 lux였으나 15% 및 30% 透光日覆下의 光度는 行別差異가 거의 없었고 各各 20,000 및 40,000 lux였다. 透光程度別 日覆下의 溫度를 보면 5% 透光區가 27.5°C로서 가장 낮았고 15% 透光區 28.0°C 그리고 30% 透光區는 30°C였으며, 10 cm下의 地溫은 5% 透光區 16.5°C, 15%區 18.5°C, 그리고 30%區에서는 19.0°C였는데 30% 透光區의 地溫은 全光量下의 地溫과 差異가 없었다.

Table 1. Light intensity and temperature under the different shading

	Lines	L.T.R.* (%)			
		5	15	30	100
Light intensity (lux)	1st	7,000	20,000	40,000	115,000
	3rd	4,000	20,000	40,000	115,000
	5th	2,500	20,000	40,000	115,000
Temperature under shading (°C)	Soil surface	27.5	28.0	30.0	32.0
	10cm under soil surface	16.5	18.5	19.0	19.0

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

또한透光程度別日覆下の溫度, 相對濕度 그리고 蒸發量의 日變化를 調査한 結果는 Table 2에서 보는 바와 같다. 日中 最高氣溫은 5% 透光區에서는 16時에 26°C였으나 10%, 20%, 30% 透光區에서는 14時에 最高氣溫을 나타내어 各各 28.5°C, 29.0°C 및 30.5°C였고 外氣溫度도 14時에 最高로서 34°C였다. 相對濕度는 各 日覆下에서 모두 12時에 最低를 기록하였고 이때 透光度間 相對濕度 差異는 4%에 불과하였다. 日中 蒸發量은 各 區에서 모두 14時에 最高를 記錄하였고 透光量이 높은 區에서 蒸發量도 增加되는 傾向이었다.

供試 蔘種別 透光量의 差異에 따르는 日覆下の 地上部 生育은 Table 3에서 보는 바와 같다. 紫華種에서는 透光程度의 差異에 따르는 莖長의 差異가 0.6cm에 불과하였으나 黃熟種 및 美國蔘에서는 5%區와 30%區사이에 3.6cm 및 5.7cm의 큰 差異를 各各 보였고 莖直徑에

Table 2. Diurnal change of air temperature, relative humidity and the amount of evaporation under the shading

	L.T.R.* (%)	Time(hr)												Mean
		0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	
Temperature (°C)	5	18.0	17.8	17.8	18.0	20.0	21.2	24.8	25.6	26.0	23.0	22.0	19.0	21.2
	10	18.7	18.2	18.0	19.2	23.0	26.5	28.0	28.5	27.3	24.5	21.0	19.5	22.7
	20	19.0	18.5	18.3	19.0	23.2	26.2	27.2	29.0	28.0	25.0	22.0	20.0	23.0
	30	19.0	18.5	18.5	19.0	24.0	27.8	29.5	30.5	29.5	26.0	24.2	21.0	24.0
	100	19.2	18.5	18.5	19.0	27.5	28.0	30.0	34.0	31.0	30.5	24.0	21.0	25.1
Relative humidity (%)	5	92.0	92.0	92.1	87.3	76.8	54.2	50.1	52.4	51.3	62.1	80.2	90.3	73.4
	10	89.1	88.0	88.0	75.2	60.3	50.2	46.4	50.1	55.2	66.6	82.2	88.0	69.9
	20	90.1	90.0	84.2	74.5	53.2	47.3	46.5	47.7	58.0	62.0	85.2	89.3	69.0
	30	89.0	89.2	85.3	78.2	55.5	45.5	48.2	51.1	59.0	66.2	80.1	88.0	69.6
	100	88.2	89.3	92.5	93.0	50.2	53.5	46.1	40.0	46.0	52.2	68.3	88.0	67.3
Amount of evaporation (mm/hr)	5						0	0	0.1	0	0.1			0.10
	10						0.1	0.1	0.3	0.2	0.1			0.16
	20						0.2	0.2	0.2	0.2	0.1			0.18
	30						0.3	0.3	0.5	0.3	0.3			0.34
	100						0.5	0.5	0.8	0.8	0.4			0.60

*L.T.R.: Light transmittance rate. Measured at June 21.

Table 3. Plant growth of ginseng species under the different shading (cm)

Characteristics	<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
Stem length	20.40	20.30	19.80	19.00	17.10	15.40	13.20	7.90	7.50
Stem diameter	0.50	0.44	0.45	0.40	0.38	0.39	0.33	0.34	0.32
Leaf length	12.00	11.50	11.40	11.60	11.10	10.60	9.20	8.70	8.40
Leaf width	5.35	4.85	5.10	5.10	4.75	4.55	5.40	5.15	4.85
Petiole length	7.30	6.45	7.10	6.65	6.30	6.20	6.80	5.05	5.10
Peduncle length	17.80	15.80	16.40	15.20	13.50	12.90	5.20	4.00	4.50

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

서는 日覆下의 透光率에 따르는 差異가 아주 적었다. 葉長도 莖長과 같이 5%區와 30%區間에 紫莖種에서는 불과 0.4 cm의 差異를 보였으나 黃熟種과 美國種에서는 1.0 및 1.1 cm의 差異를 나타내었다. 葉幅은 各種 모두 5% 透光區에서 현저히 넓었고 葉柄長도 역시 5% 透光區에서 긴 傾向을 보였으며 花梗長도 마찬가지로 傾向이었다.

透光率의 差異에 따르는 3年生 紫莖種 人蔘의 地上部 및 地下部 生育의 差異는 Table 4에서 보는 바와 같다. 莖長은 透光率에 따라 有意差를 나타내었던 바 5% 및 10%區에서 현저히 길었고 20% 및 30%區에서는 莖長이 현저히 짧아졌다. 그러나 莖直徑, 葉面積, 根長 그리고 胴長에서는 透光度 處理間에 有意差가 認定되지 않았으며 根直徑에서는 10% 透光區에서 20.3 mm로서 最高를 보였고 다음이 20%區였으며 30%가 18.6 mm로서 最低를 보였다.

根重은 20%區에서 43.3g으로 가장 무거웠고 다음이 10%區였으며 5% 透光區에서 35.9g으로 最低根重을 보였다. 한편 紫莖種 6年根의 透光率의 差異에 따르는 根生育 및 收量의 差異를 보면 (Table 5) 胴長에서만 透光率間 有意差가 認定되지 않았고 그외의 形質에서는 모두 透光率 處理에 따라 有意差가 認定되었는데 根直徑은 5%區에서 현저히 작았고 20%區에서 가장 컸으며 生存率은 30%區에서 14本/3.3m²로 현저히 낮았고 10%區에서 가장 높았으며 本當根重은 5%區에서 92.2g으로 현저히 낮았고 10%, 20% 및 30% 區間에는 有意差가 認定되지 않았으나 20% 區에서 가장 무거운 傾向이었고 根收量도 20%區에서 가장 많았고 다음이 10% 透光區였으며 30%區에서 현저한 減少를 보였다.

3年根 및 6年根에 있어서 日覆下의 透光率 增加에 따르는 根重의 變異傾向을 分析하였던 바 모두 2次曲線回歸를 高度로 有意하게 만족하고 있었으며 (Fig. 1) 2次式으로 3年根 및 6

Table 4. Effects of light intensity on the stem and root growth of 3-year-old ginseng plant in September

L.T.R.* (%)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf area (cm ² /plant)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Main root length (cm)	Root weight (g/plant)
5	26.50 ^b	4.60 ^{NS}	586.35 ^{NS}	29.90 ^{NS}	19.10 ^{ab}	8.80 ^{NS}	35.94 ^a
10	26.90 ^b	4.70	621.37	28.30	20.30 ^c	8.20	40.02 ^{bc}
20	24.90 ^{ab}	4.60	639.92	29.70	19.80 ^{bc}	8.70	43.31 ^c
30	23.70 ^a	4.90	579.56	29.60	18.60 ^a	8.50	38.48 ^{ab}

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

Table 5. Effects of light intensity on the root growth of *P. ginseng*(6-year-old)

L.T.R.* (%)	Root diameter (mm)	Main root length (cm)	Survived plant (plant / 3.3m ²)	Root weight (g F.W. / plant)	Root yield (g / 3.3m ²)
5	24.5 ^a	9.2 ^{NS}	24.0 ^b	92.2 ^a	2583 ^{ab}
10	27.6 ^b	8.9	26.0 ^b	114.2 ^b	2950 ^b
20	29.5 ^b	9.1	24.0 ^b	123.1 ^b	3000 ^b
30	28.5 ^b	8.9	14.0 ^a	117.9 ^b	1950 ^a

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

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

年根에서 最高根重을 보이는 日覆透光率을 算出하였던 바 3年根에서는 18.13%였고 6年根에서는 21.50%였다.

日覆透光量에 따르는 漿果 着生率, 花序當 漿果數 및 種子數 그리고 種子重의 調査結果는 Table 6에서 보는 바와 같다. 漿果着生率은 5% 透光區에서 가장 높았고 30%區에서는 현저히 낮았으며 花序當 漿果數 및 種子數는 30%區에서 현저한 減少를 보였고 種子重도 5%區에서 가장 무거웠으며 透光率이 높을수록 減少되는 傾向이 뚜렷하였다.

各 供試種 및 品種에서 모두 5% 透光率의 日覆에 비해 15~30% 透光率의 日覆下에서의 地上部 生育은 약간의 低調를 보였는데 이는 他作物에의 結果⁸⁻¹¹⁾와 一致하며 莖의 伸張이나 展葉期에 日覆下의 光度和 溫度的 影響 때문에 思料된다. 紫莖種 3年根에서 透光率의 差에 따르는 地上部 및 地下部의 生育과 根重의 差에서 地上部의 경우 莖長만 有意差를 보였으나 20% 透光率 日覆下에서 根重이 가장 무거웠던 것은 地上部 生育에 있어서는 低透光區와 有意差가 없는 反面 앞의 實驗結果에서 밝혀진 바와 같이 15% 透光區의 잎의 光合成 能力이 높다는 點과 20% 透光區의 日覆下 光度が 잎의 最大 光合成에 適合할 것이라는 點에서 根長에는 有意差가 없었어도 根의 肥大生長이 促進되어 根直徑이 增加되었던 點에 기인된 結果로 생각된다. 또한 6年根에 있어서도 3年根과 같은 傾向으로 20% 透光 日覆下에서 人蔘의 根直徑은 현저한 增加를 나타내었고 또한 最高의 根重을 보였던 바 日覆下의 透光率과 根重間에는 高度로 有意한 2差曲線回歸 傾向이 認定되어 最高 根重, 日覆透光率을 算出하였던 바 3年根에서는 18.13% 그리고 6年根에서는 21.50%로 밝혀졌다.

金⁸⁾은 相對照度 19%에서 最高物質生産이 기대된다고 하였고 李 等⁹⁾은 光合成을 위한 最高 日覆透光量은 18.4%라 하였으며, 李 等¹²⁾은 慣行日覆보다는 透光率이 높은 polytex를 材料로 한 日覆下에서 根重 增加量이 현저히 많다고 하였던 바 대체로 本 實驗의 結果에 同調하고 있었으며 光度, 葉綠素, 日覆下에서의 人蔘의 光에 對한 硬化 내지 適應程度 等の 光合成에 미치는 影響을 감안할 때 20% 内外의 日覆이 根重增加에 가장 적합하다는 結論에 대한 타당성을 더욱 높여주고 있다하겠다.

以上の 結果로 미루어 볼 때 지금까지 報告되어 온 人蔘의 光合成이나 呼吸에 관한 生理와 物質生産 그리고 生育과 根收量에 미치는 光度和 溫度的 影響은 光이나 溫度的 單純效果만을 추구하였던 觀點에서 벗어나서 光과 溫度的 交互作用을 中心으로 하여 解析되어야 타당할 것으로 보이며 지금까지 單편적으로 報告되어 왔던 光合成이나 生育最適光度 및 溫度 그리고 日覆下의 透光率 等은 이들間의 交互作用의 次元에서 수정되어야 할 것으로 생각된다. 本 研究에서는 溫도와 光度 그리고 日覆下의 透光率에 따르는 잎의 生理的 特性間의 交互作用을 分析하여

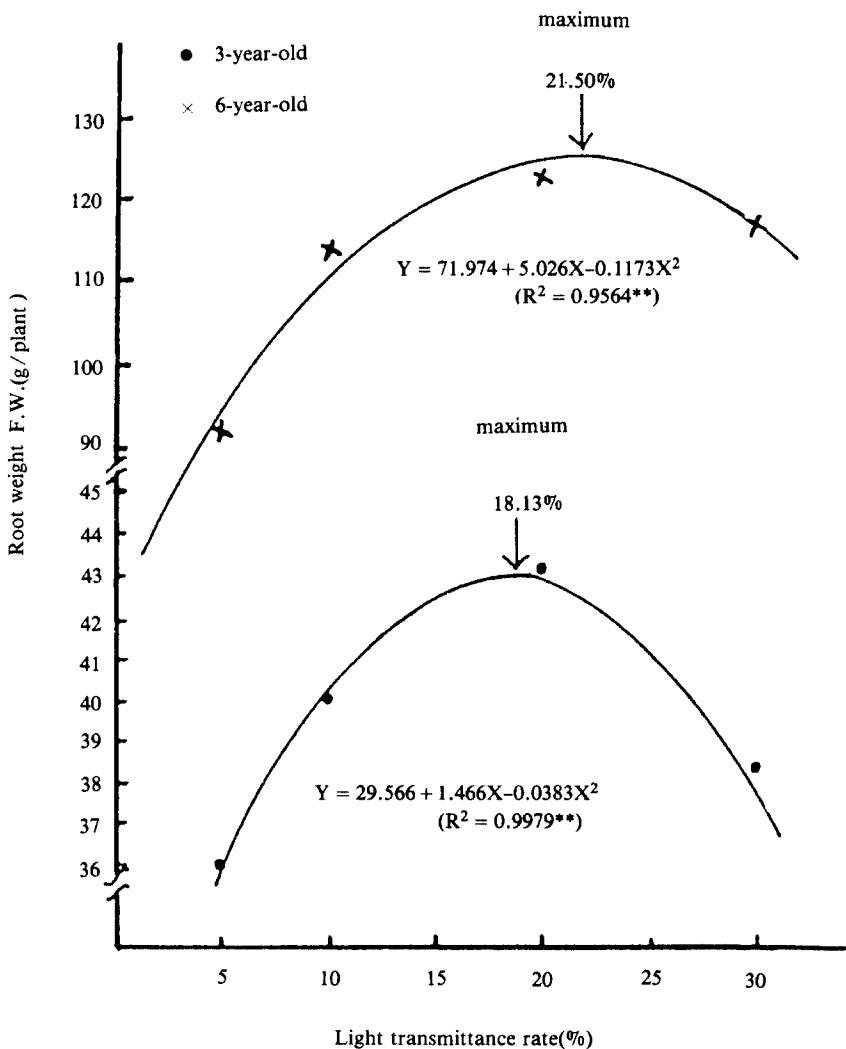


Fig. 1. Relation between the light transmittance rate and root weight of *P. ginseng*.

Table 6. Effects of light intensity on the berry and seeds formation of *P. ginseng*

L.T.R.* (%)	Ratio of berry formation(%)	Number of berry per cluster	Number of seeds per cluster	10 seeds weight(g)
5	60.8	37.6	63.9	2.23
10	51.2	37.7	60.3	2.17
20	51.7	37.2	55.8	2.09
30	40.4	29.1	43.7	1.92

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

光合成 및 物質生産 最適溫度와 光度 그리고 日覆의 透光率을 推定하였으므로 그 싹성성이 比較的 높다하겠다.

요 약

3年生 人蔘에서 5, 10 및 20% 透光率 日覆間에는 莖長, 莖直徑, 葉面積, 根長의 差異가 없었고 根直徑은 10% 및 20% 日覆區에서 현저히 굵었으며 20%區에서 根重이 가장 무거웠다. 6年生 人蔘에서도 20% 日覆區에서 가장 根直徑이 굵었고 根長은 透光率에 영향을 받지 않았으며 20% 透光 日覆下에서 가장 根重이 무거웠다. 根重의 增加를 위한 最適 日覆透光量은 3年根에서는 18.13% 그리고 6年根에서는 21.50%로 推定되었다.

인용문헌

1. 李鍾華：高麗人蔘學會誌 12, 30 (1988).
2. Imori, K.: *Report of the studies on ginseng plant*, (in Japanese), *Korea Monopoly Office* (1930).
3. Grushvitskii: *Tr. Bot. Inst. Nauk. USSR. Ser. 6*, 333; *Abstr. Korean ginseng Research* 8, 1687 (1959).
4. Kim, J.H.: *J. Seoul Univ. (B)*, 15 81 (1964).
5. Kim, J.H.: *J. Nat Acad. Sci. ROK*, 5, 1(1964).
6. 宮澤洋一：農業および園藝 50, 117(1975).
7. 朴薰：高麗人蔘學會誌 4, 104(1980).
8. 李鍾喆, 千成基, 金鏡泰：高麗人蔘學會誌, 4, 49(1980).
9. Grookstion, R.K., Treharne, K.T., Ludford, P. and Ozbum, J.L.: *Crop Sci* 15, 412 (1975).
10. Ludlow, M.M., Wilson, G.L. and Heslehurst M.R.: *Aust. J. Biol. Sci.*, 24, 1065 (1971).
11. Nobel, P.S., Zargoza, L.J. and Smith W.K.: *Plant Physiol.*, 55, 1067 (1975).
12. Turrel, F.M.: *Am. J. Bot.* 23, 255 (1936).
13. 李鍾喆, 千成基：韓作誌 25, 91(1980).