

苗圃의 光度 및 土壤含水量이 人蔘의 生育에 미치는 影響

李盛植 · 李鍾華 · 朴 薰

韓國人蔘煙草研究所

(1984년 5월 20일 접수)

Effect of Light Intensity and Soil Water Regimes on the Growth of Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) Seedling.

S. S. Lee., C. H. Lee and H. Park

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Daejeon Korea.

(Received May 20, 1984)

Abstract

This experiment was carried out to study the effects of light intensity and soil water regimes on the growth of ginseng seedling.

The results were as follows:

1. The maximum light intensity and optimum temperature in the photosynthesis of ginseng seedling were 10,000 lux and 23 °C.

Respiration rate was increased at high temperature.

2. Air and soil temperature under the shading were increased as the increase of light intensity but soil water contents were decreased as the increase of light intensity, whereas air and soil temperature were decreased as the increase of precipitation under the shade but soil water contents were increased as the increase of precipitation under the shade.

3. The higher the transmittance of the shade, the greater the specific leaf weight (S.L.W.) and stomatal density. In contrast, however, the contents of total chlorophyll, chlorophyll a and b, and stomatal length was decreased. There was no any significant difference light intensity of the a/b ratio of chlorophyll.

4. The highest photosynthesis was occurred in ginseng leaves grown under the shade 5% L.T.R. and net photosynthesis rates increased with increasing soil water contents.

5. Optimum condition for usable seedling yield were 5% L.T.R. and 3.3% precipitation under the shade. Useless seedling increased with increasing precipitation under the shade.

I. 緒 論

人蔘栽培에서 苗圃面積의 10분의 1 程度로 상당히 많은 面積이 所要되며, 苗圃의 관리作業도 播種은 點播를하고, 床土는 調整하거나 새로 치며, 관수는 生育 全期間에 걸쳐 실시하는等 他 作物에 비해 상당히 집약적인 관리를 받음에도 불구하고 坪(1.8×0.9m)當 植栽可能 苗蔘生産量은 300~400g (약400~500本)으로 이는 播種粒數의 25%内外로 生産이 저조한 實情이다.¹⁾

그러나 產地에 따라서는 坪當 700g以上の 苗를 生産하는 栽培者도 있는데 이는 苗蔘生産性 增大의 可能性이 높음을 시사해 주는 것으로 생각된다. 人蔘苗의 生産에 關여하는 要因은 여러가지가 있겠으나 現行 苗圃에서 生育되는 苗는 本圃에서와 마찬가지로 地上部가 掘光現象을 나타내어 光의 부족함을 豫見할수 있다. 그래서 苗圃의 受光條件을 改善키 爲해서는 日覆을 改良하여야 하는데, 圃場狀態에서 光條件의 改善은 반드시 溫度를 수반하게되며 이에따라 누수조건도 불가분의 關係가 있게된다.

이와같이 光, 溫度, 누수량이 人蔘生育에 미치는 影響에 關한 報文을 보면 光은 本圃人蔘에서 光포화점이 10,000~15,000lux 内外임이 밝혀져있고^{1,2)} 圃場下에서 透光率은 10~15%가 적정임이 밝혀져 이의 圃場適用 시험이 활발히 進行되고 있고^{3,4)} 光合成 最適溫度에 關해서는 李等⁵⁾ 李等⁶⁾ 朴等⁶⁾에 依해 20℃内外 임이 밝혀져 있고 適正 土壤水分含量에 關해서는 睦等⁷⁾이 점질양토에서 22.1%, 李等⁸⁾이 사양토에서 13.9%임을 밝힌바 있으나 苗蔘에 關한 報文은 극히 빈약한 實情이다. 그래서 筆者等은 苗蔘의 適正光度 및 光合成 最適溫度를 밝힘과 동시에 이를 圃場狀態에 적용하여 苗圃의 適正透光率을 밝히고 아울러 苗圃에서 人爲的으로 관수를 행하고 있는바 누수의 有無 및 적정량을 밝혀 苗蔘生産性 增大의 基礎資料를 얻고저 本實驗을 遂行 하였다.

II. 材料 및 方法

本實驗은 韓國人蔘煙草 研究所 曾坪支場의 養直苗圃에서 1982年 11月에서 1983年 11月까지 實施하였다. 光合成 및 呼吸의 測定은 植物同化 作用 測定裝置(Horiba製 ASSA-1610, Japan)를 使用 하였으며 測定條件은 苗蔘 및 4年根의 잎을 절제하여 물에 담가 놓고 室內에서 溫濕度가 調整되는 植物栽培床(Koito製, Japan)內에서 실시하였다. 圃場의 光度處理는 透光率을 自然光의 2.3%(慣行), 3%, 5%, 10%로 調整하였고 被覆材料는 2.3%는 벼짚, 3%~10%는 Polyethylene 차광망을 使用하였고, 누수량 調整은 日覆의 Polyethylene 차광망하에 Vinyl의 피복 및 무피복으로 처리하였으며 누수율조사는 1, 3, 5행의 平均치를 노지에 對한 비율로 나타내었다.

日中 氣溫은 14時에, 地溫은 15時에 各各 地上下10cm 部位에서 측정하였고 측정기간은 6月에서 10月사이에 매일 측정하였다.

土壤水分은 表土에서 15cm 깊이의 토양을 Kett토양수분 측정기(Samwa製, Japan)로 5月에서 9月사이에 月 5회 측정하였다. 地上部 生育調査는 7月 5日에, 地下部 生育調査는 9月30日에 實施 하였으며 Chlorophyll은 3行 기준으로 채취하여 Arnon 法⁹⁾에 따라 測定하였고 氣孔은 무색 매니큐어로 print하여 광학현미경(Nikon Fx-35, Japan)을 利用해서 100X, 600X 로서 氣孔의 數와 크기를 調査하였다. 植栽可能 苗蔘의 基準은 標準人蔘耕作法¹⁰⁾에 準하였다.

III. 結果 및 考察

2. 苗蔘의 光合成 및 呼吸의 特性

苗蔘의 光飽和點을 알기 위하여 室内에서 測定한 結果는 Fig. 1 과 같다. 苗蔘의 光飽和點은 10 Klux内外로 4年生과 비슷 하였으나, 光合成能力은 苗蔘이 3.7mg(CO₂/bm²/h)로 4年根 5.0 mg(CO₂/dm²/h)보다 떨어졌고 光補償點은 苗蔘이 4年生보다 다소 높았다.

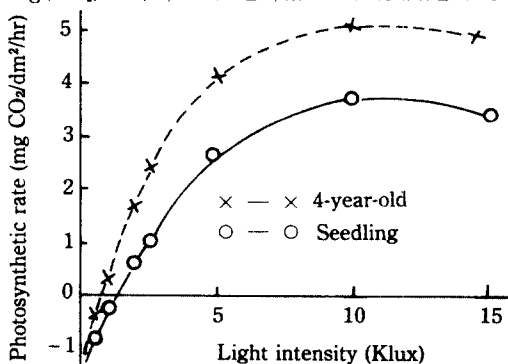


Fig. 1. Effect of light intensity on the photosynthetic rate of seedling and 4-year-old ginseng leaves at 22°C.

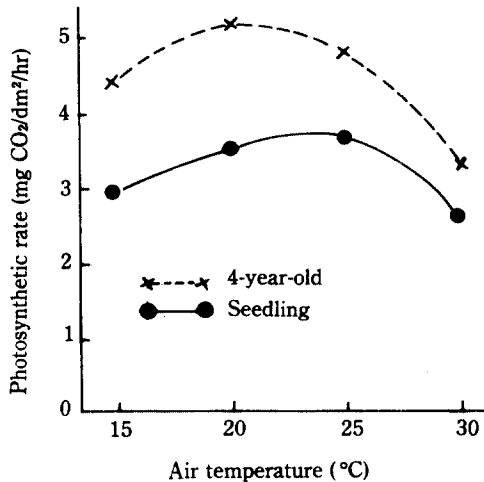


Fig. 2. Effect of air temperature on the photosynthetic rate of seedling and 4-year-old ginseng leaves at 10,000 lux.

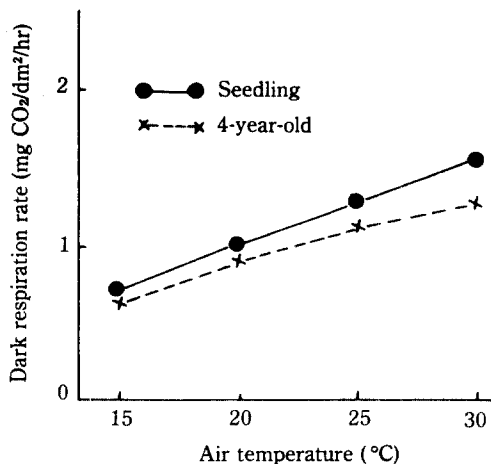


Fig. 3. Effect of air temperature on the dark respiration rate of seedling and 4-year-old ginseng leaves.

한편 光合成 最適溫度를 調査한 結果(Fig 2) 苗蔘은 23°C内外로 4年根의 20°C 보다 다소 높았다.

呼吸의 測定結果는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 呼吸量은 溫度의 상승에 따라 비례적으로 增加되었으며 苗蔘이 4年根보다 다소 높은 傾向이었다.

2. 日覆處理에 따른 微氣象

室內 實驗의 結果 苗蔘은 光度 10,000 lux 溫度는 23°C가 光合成 즉 物質生産의 最適條件임을 基礎資料로 하여 圃場에 處理한 日覆의 透光率, 누수율 및 토양함수량을 測定한 結果는 Table 1과 같다. 土壤水分 含量은 透光率 2.3%(慣行)區가 19.4%로 透光率 10%區의 13.5%보다 현저히 높아 光度 增加에 따라 현저히 감소되었고 누수구는 무누수구에 비해 土壤水分 含量이 현저히 높았다.

時期別 日覆下 日中最高氣溫은 全期間에 걸쳐서 光度에 비례적으로 높았으며 특히 7月, 8月에는 10% 透光 무누수구의 最高氣溫이 35°C以上으로 높았으나 누수구는 무누수구에 비해 光量 5% 및 10%區 공히 기온이 낮았다(Table 2).

Table 1. Microclimate under the shading

L. T. R.	Precipitation under the shade (%)	Soil moisture content %	(Per field capacity %)
2.3	3.3	19.4	(72.9)
3.0	3.3	18.4	(69.2)
5.0	3.3	16.0	(60.2)
10.0	3.3	13.5	(50.8)
3.0	7.0	20.5	(77.1)
10.0	21.2	22.9	(86.1)

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

Table 2. Seasonal variations of maximum air temperature under the shading

L. T. R. (*)	(°C)				
	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
2.3 (3.3)	31.5	31.3	32.9	29.8	23.1
3.0 (3.3)	33.4	34.2	35.4	33.4	26.4
5.0 (3.3)	33.9	33.9	35.4	33.3	26.3
10.0 (3.3)	33.3	34.7	35.7	33.5	26.5
3.0 (7.0)	31.4	32.0	33.3	30.7	24.9
10.0 (21.2)	32.1	32.8	34.4	31.9	25.3

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

*: Precipitation under the shade (%)

Table 3. Seasonal variations of maximum soil temperature under the shading

L. T. R. (*)	(°C)				
	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
2.3 (3.3)	18.9	22.5	23.6	19.5	14.2
3.0 (3.3)	19.1	22.5	23.8	19.7	14.0
5.0 (3.3)	19.2	22.6	23.8	19.9	14.5
10.0 (3.3)	19.2	22.7	23.9	20.1	14.7
3.0 (7.0)	19.0	22.5	23.6	20.0	14.2
10.0 (21.2)	19.1	22.6	23.7	20.0	14.2

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

*: Precipitation under the shade (%)

Table 4. Aerial part growth of ginseng seedling under the different light intensity

L. T. R. (*)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf area (cm ²)
2.3 (3.3)	8.13 ^b	1.73 ^{NS}	18.3 ^a
3.0 (3.3)	7.82 ^{bc}	1.62	17.1 ^{bc}
5.0 (3.3)	7.66 ^{bcd}	1.54	16.4 ^b
10.0 (3.3)	7.30 ^{cd}	1.53	14.1 ^c
3.0 (7.0)	9.10 ^a	1.69	18.3 ^a
10.0 (21.2)	7.51 ^{cd}	1.63	16.9 ^b

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

*: Precipitation under the shade (%)

Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test

時期別 日中最高 地温의 變化는 透光量이 많을수록 다소 높은 傾向이었고 누수량의 증가에 따라서는 다소 낮아지는 傾向 이었다(Table 3).

3. 日覆處理에 따른 地上部 特性的 差異

日覆處理에 따른 地上部 生育의 差異(Table 4)는 光度가 높을수록 莖長이 짧아졌고 葉面積이 減少되었으나 莖直徑은 差異가 認定되지 않았다. 누수량에 따른 差異는 透光率 3%下에서 莖長이 누수가 무누수구보다 길었으며 葉面積도 넓어졌으나 莖直徑은 差異가 없었다. 이는 透光率 10%下에서도 비슷한 傾向이었다.

本圃에서 李等¹¹⁾이 透光率이 높을수록 莖長이 짧아지고 葉面積이 축소된다는 結果와는 같은 傾向이었으나 朴等¹²⁾의 莖直徑도 굵어진다는 結果와는 상이하었다. 또한 本圃에서 土壤含水量이 많을수록 葉面積이 넓고 莖長이 길어진다는 結果⁸⁾와도 一致하였다.

光度에 따른 比葉重 (specific leaf weight) 및 葉綠素 含量을 比較한 結果(Table 5) 光度 增加에 따라 葉重比가 증가 되었으나 葉綠素含量은 감소되었고, chlorophyll a 및 b도 전체 chlorophyll

Table 5. Specific leaf weight and chlorophyll contents under the different light intensity

L. T. R (*)	S. L. W (mg/cm ²)	Chlorophyll contents (mg/dm ²)			
		Total	a	b	1/b
2.3 (3.3)	2.978 ^c	2.870 ^a	1.470 ^a	1.400 ^a	1.50 ^{NS}
3.0 (3.3)	3.053 ^{bc}	2.708 ^{ab}	1.448 ^{ab}	1.260 ^{abc}	1.149
5.0 (3.3)	3.344 ^{abc}	2.706 ^{ab}	1.462 ^{ab}	a.244 ^{abc}	1.175
10.0 (3.3)	3.400 ^{ab}	2.481 ^b	1.341 ^b	1.140 ^c	1.176
3.0 (7.0)	3.025 ^{bc}	2.748 ^{ab}	1.381 ^{ab}	1.367 ^{ab}	1.010
10.0 (21.2)	3.517 ^a	2.670 ^{ab}	1.364 ^{ab}	1.306 ^{abc}	1.044

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

*: Precipitation under the shade (%)

Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test

Table 6. Size and density of stomata of ginseng seeding under the different light intensity

L. T. R (*)	Stomatal density (ea/mm ²)	Stomatal length (um)
2.3 (3.3)	26.9 ^c	29.1 ^{NS}
3.0 (3.3)	27.2 ^c	27.2
5.0 (3.3)	36.3 ^{ab}	28.2
10.0 (3.3)	43.0 ^a	27.5
3.0 (7.0)	32.4 ^{bc}	31.1
10.0 (21.2)	34.0 ^{bc}	30.5

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

*: Precipitation under the shade (%)

Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

含量과 같은 傾向이었으나 a/b 比率에 있어서는 差異가 認定되지 않았다. 이는 本圃에서 光量 増加에 따라 S. L. W가 증가하고 chlorophyll 含量이 감소된다는 李⁵⁾, 朴¹²⁾, 李¹¹⁾ 등의 結果와 一致하였으나 李²⁾의 chlorophyll a/b 비율에 있어서 差異가 있다는 結果와는 상이 하였다.

光度 및 土壤水分含量에 따른 氣孔을 調査한 結果는 Table 6)과 같다. 光度別 氣孔의 密度는 慣行 26.9個에 비해 10%區 43個로 光量 増加에 따라 현저한 증가를 보였으나 氣孔의 크기에 있어서는 有意性이 認定되지 않았다. 土壤含水量에 따른 差異는 10% 透光下에서 氣孔의 密度는 누수구 34個에 비해 무누수구는 43個로 많았으나 氣孔의 크기는 差異가 없었다. 이는 本圃에서 李等¹³⁾이 多光下에서 李等⁵⁾이 乾燥下에서 人蔘의 氣孔數가 増加한다는 結果와 一致하였는데, 氣孔의 密度가 増加된것은 氣孔의數는 이미 유전적으로 결정되므로 光 및 土壤水分에 依해 葉面積이 축소 되므로 단위면적당 氣孔數가 증가 된것으로 추정된다.

4. 日覆處理에 따른 光合成의 差異

光合成의 差異는 Table 7에서 보는 바와 같이 무누수조건에서 光量에 따라서는 단위면적당 光合成量은 5% 透光區가 3.88mg (CO₂/dm²/h)로 가장 良好하였고 個體當 光合成量도 비슷한 傾向으로 5% 透光區는 그이상의 구와 이하의구에 비해 光合成能이 높아 0.636mg (CO₂/plant/h)로 나타났다. 이는 本圃에서 透光率 10~15%區가 光合成能의 最大值를 나타낸結果^{2,3)}와는 상이하였다. 土壤含水量에 따라서는 透光量 10%하에서 光合成量이 누수구는 4.48mg (CO₂/dm²/h)로 무누수구 3.60mg (CO₂/dm²/h)보다 현저히 많았고 個體當으로 비교하더라도 같은 傾向 이었다. 이는 李等⁴⁾ 睦等⁵⁾이 土壤含水量이 圃場용수량의 60%일때 光合成이 最大가 된다는 結果와 비슷하였다. 그러나 전처리구중 10% 透光의 누수구는 光合成量이 단위면적당이나 個體重으로 비교를 하더라도 最高值를 나타내어 本圃의 10~15% 透光區에서 最大光合成을 나타낸 結果^{2,3,4)}와 비슷하였다.

이는 苗蔘의 光合成能도 光度 뿐만 아니라 溫度와 土壤水分 含量과도 밀접한 관계가 있음을 단적으로 증명해 주는 것이다.

Table 7. Photosynthetic rate under the different light intensity

L.T.R. (*)	Photosynthetic rate	
	Per leaf area (mg CO ₂ /dm ² /h)	Per plant (mg CO ₂ /plant/h)
2.3 (3.3)	3.30 ^c	0.604 ^{bc}
3.0 (3.3)	3.53 ^{bc}	0.604 ^{bc}
5.0 (3.3)	3.88 ^{abc}	0.636 ^{abc}
10.0 (3.3)	3.60 ^{bc}	0.508 ^c
3.0 (7.0)	4.08 ^{ab}	0.747 ^{ab}
10.0 (21.2)	4.48 ^a	0.757 ^a

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

*: Precipitation under the shade (%)

Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

5. 日覆處理에 따른 苗蔘生産量의 差異

光度 및 누수량처리에 따른 苗蔘生産量의 差異(Table 8)는 植栽可能苗의 生産本數는 透光率 5%의 무누수구가 919本/평으로 가장 良好하였고 生産量에 있어서도 873g/평으로 좋았으며 苗의 平均重量에 있어서는 光量間에 큰 差異가 認定되지 않았으나 土壤水分 含量間에는 差가 認定되어 무누수구는 1g이하 인데 비해 누수구는 1.06g이상 이어서 광합성량이 동일한 경향이였다.

根長에 있어서는 무누수구의 18cm 内外에 비해 7% 누수구는 16cm, 21.2% 누수구는 11.4cm로 누수율에 비례적으로 짧아졌다. 불용묘삼 비율에서 보면 광량간에는 差異가 없었으나, 누수율간에는 무누수구가 20% 内外 인데 비해 누수율 7%, 21.2%區가 各各 32.5%, 43.3%로

Table 8. Root growth of ginseng seedling under the different light intensity

L. T. R. (*)	No. per area (ea/3.3m ²)	Fresh weight (g/3.3m ²)	Usable seedling		Useless seedling ratio (%)**
			Mean fresh weight (g)	Root length (cm)	
2.3 (3.3)	817bc	815	1.00ab	18.0ab	18.3c
3.0 (3.3)	840b	800abc	0.95ab	17.9ab	22.9c
5.0 (3.3)	919a	873a	0.95ab	17.8ab	21.7c
10.0 (3.3)	815bc	756bc	0.93b	18.1a	17.1c
3.0 (7.0)	734d	780bc	1.06ab	16.0b	32.5b
10.0 (21.2)	397e	649d	1.09a	11.4c	43.3a

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

*: Precipitation under the shade (%)

Mean followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 9. Distribution of useless seedling (•)

L. T. R. (*)	Round shape seedling	Small seedling (0.7g)	Diseased seedling
2.3 (3.3)	21	47	32
3.0 (3.3)	20	43	37
4.0 (3.3)	19	51	30
10.0 (3.3)	39	51	10
3.0	(7.0)	15 60	25
10.0	(21.2)	21 59	20

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

*: Precipitation under the shade (%)

현저히 높아서 苗蔘生産量 저하의 原因이 되었다. 누수량이 많은구에서 광합성량은 많은 반면 생산량이 떨어졌는데 이는 본실험에서 각시험구 공히 수분관리를 비슷하게 하였으므로 누수구에서는 과습의 피해가 조장되었기 때문이 아닌가 추정 할수있다. 그러나 본실험에서 관수는 5, 6月 전조기에 집중되어 있으며 우리나라의 평균 강우량은 7~8월에 집중되는데 금년에는 7~8月の 강우량은 449, 4mm로 역시 7~8월에 집중이 되었고¹⁴⁾ 또한 養直苗圃에서는 상광을 제조한후 床土를 혼합하므로 상광이 pot의 역할을 하여 배수가 불량한 原因이 되므로 7~8月の 집중강우와 양직묘포의 구조상의 특성에 의해 과습이 되므로 養直苗圃에 있어서 누수는 과습의 위험 부담이 높을것으로 생각된다. 그러나 반양직 苗圃에서는 苗床설치 방법이 다르므로 본圃에서 10~15% 透光의 누수구에서 生育이 좋은 結果에 미루어 본다면 반양직 苗圃에 대한 검토의 必要性은 높으므로 이에 대해서는 계속 검토할 예정이다.

養直苗圃에서 적정광도 및 누수율은 투광율 5%하의 무누수구에서 生産量이 가장 많았는데 현행 본포의 관행일부의 透光率이 5%정도이므로 앞으로 苗圃에서 光量조절은 日覆의 資材 개

선적인 면 보다는 前覆 構造的인 면에서 검토가 요청된다.

不用苗蔘의 種類別 分布比率을 보면(Table 9) 透光率 2.3%(慣行), 3%, 5%區 共히 달랭이묘, 중량미달묘, 罹病묘가 各各 20%, 50%, 30比率로 分布하고 있는데 반하여 透光率 10%區는 달랭이묘가 40%, 罹病묘가 10%로 달랭이型 苗의 分布가 많아진 반면 누수구에 있어서는 罹病묘가 60%로 현저히 증가 되었다.

透光率 10%區의 달랭이묘 증가는 土壤水分의 부족 때문으로 추측되며 누수구에서 罹病묘의 增加는 과다한 土壤水分에 의한 胴割 및 赤變이 그 原因으로 생각된다.

要 約

苗圃의 透光率을 2.3%, 3%, 5%, 10%로 조절하고, 누수율을 3.3%, 7.0%, 21.2%로 조절하여 日覆條件에 따른 미기상의 변화 및 苗蔘生育 및 生産量을 調査한바 그 結果는 다음과 같다.

1. 人蔘苗의 光合成 適溫은 23°C, 光포화점은 10,000 lux 内外였으며 暗呼吸量은 溫度가 상승함에 따라 增加되었고 人蔘苗의 最大光合成量은 3.7 mg(CO₂/dm²/hr)로 4年根 5.2mg(CO₂/dm²/hr)보다 현저히 적었다.
2. 쿠광량이 많은구 일수록 日中 最高 氣溫 및 地溫이 높았고 土壤水分含量은 減少되었으나 누수량이 많을수록 이와는 逆비례하였다.
3. 투광율이 增加됨에 따라 비엽중(Specific Leaf Weight)과 단위면적당 氣孔數는 比例的으로 增加하였으나 엽록소 a, b, 含量과 氣孔의 크기는 減少되었고 엽록소 a/b比率는 差異가 認定되지 않았다.
4. 단위 面積當 光合成量은 土壤含水量에 比例하여 增加하였으며 光度別로는 5% 透光區에서 3.88 mg(CO₂/dm²/h)로 가장 높았다.
5. 栽植可能 苗蔘의 단위면적당 生産本數 및 生量은 투광율 5%의 無누수구가 가장 良好하였으며 根長도 17.8cm로 길었으나, 누수량이 많아 土壤含水量이 높은 區에서는 根長이 11.4 cm로 현저히 짧아져서 不良하였다.

參 考 文 獻

1. 李鍾華·李盛植·朴薰：人蔘栽培法改善研究，人蔘研報書 267(1883).
2. 李鍾華：博士學位論文，慶熙大學校，(1983).
3. 金鏡泰·千成基·朴薰：日覆改良試驗，人蔘研報書 81(1982)
4. 千成基·朴薰：人蔘栽培法改善研究，人蔘研報書 219(1983)
5. 李鍾喆·千成基：韓作誌 25(4), 91(1980).
6. 朴薰·李鍾華·裴孝元·洪榮杓：韓土肥誌 12(1) 49(1979).
7. 睦成均·孫錫龍·朴薰：韓作誌 26(1) 155(1881).

8. 李成植 · 梁德祚 · 金鏡泰 : 韓作誌 27(2) 175 (1982).
9. Arnon, D. I : *Plant physiol* 24(1) 1 (1949)
10. 전매청 : 표준인삼경작법 (1983).
11. 李鍾華 · 李鍾喆 · 千成基 : 高麗人蔘學會誌. 6(1) 38 (1982).
12. 朴蕪 : 高麗人蔘學會誌 6(1) 84 (1982)
- 13 李鍾喆 · 千成基 · 金鏡泰 : 高麗人蔘學會誌 4(1) 49 (1980)
14. 韓國人蔘煙草研究所 : 人蔘栽培法改善研究, 人蔘研報書 343 (1983).