

人蔘잎의 水分 Potential과 光合成

李康壽*·吳相宣*·崔善英*·柳點鎬*

Water Potential and Photosynthesis of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) Leaves

Kang-Soo Lee*, Sang-Seon Oh*, Sun-Young Choi*, and Jeom-Ho Ryu*

ABSTRACT : This study was carried out to get information on the cause of low photosynthesis of Korean ginseng, a shade plant. Photosynthesis, water content, stomatal conductance and water potential in leaves of ginseng and soybean were investigated.

The light intensity for maximum photosynthesis was about $300\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}^2$ in ginseng and about $800\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}^2$ in soybean, respectively. Photosynthesis was remarkably lower in ginseng than in soybean under the same light intensity and temperature(at 20°C). Photosynthesis of detached leaves was stopped in shorter time in ginseng than in soybean particularly at high temperature (30°C). The decreasing rate of water content in detached leaves was slower in ginseng than that of soybean, while the remained water level in the leaves was much higher in ginseng(70~71%) than in soybean(50~63%) when photosynthesis was stopped. Water content had a positive correlation with photosynthesis in both plants. However, at the same water level, the ratio of photosynthesis to water content was remarkably lower in ginseng than in soybean. The relationship between the stomatal conductance and photosynthesis was significantly positive correlation in the both plants. The ratio of photosynthesis to stomatal conductance was similar in booth plants below about $40\text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$ at 20°C . Water potential was remarkably lower in ginseng than in soybean, and water potential had a significantly positive correlation with water content, stomatal conductance and photosynthesis in both plant.

These results suggested that the low stomatal conductance and low water potential might cause the low photosynthesis in ginseng compared to soybean.

作物의 乾物生産과 密接한 關係가 있는 光合成은 光度와 CO_2 濃度を 비롯한 環境條件에 따라 그 程度가 다르지만 作物의 體內條件도 外部環境과 마찬가지로

가지로 光合成에 影響을 끼친다. 植物體內 水分은 原形質을 이루는 主成分으로 代謝反應이 일어나는 媒質이나 反應物質이 될 뿐만 아니라, 光合成 過程

* 全北大學校 農科大學 農學科(Dept. of Agronomy, College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 560-756, Korea)
(94. 1. 10. 接受)

材料 및 方法

에서는 물 分子가 直接 光分解되어 酸素가 發生하고 NADP를 還元시키는 電子와 水素이온이 生成되기도 하므로 잎의 水分條件은 光合成 能力을 決定하는 主要 要因^{7,8,20-22,25}이 되고 있다.

人蔘은 半陰地型 作物로서 日覆下에서 栽培하여야 하며 生長이 極히 緩慢하여 栽培 期間도 長期間이 要求되는 等 他作物과 달리 매우 特異한 特性을 가지고 있다. 人蔘잎의 光合成에 대한 飽和光度는 4~35Klux로 自然光의 약 8~20%인 遮光下에서 正常的으로 生育을 하며^{1,9,11,13,14,26}, 光合成量도 1.4~7.2CO₂mg/dm²/hr로 감자¹⁸와 담배^{1,2,9,10} 등의 陽地植物보다 顯著히 낮은 水準에 있다. 이와 같이 人蔘의 光合成能力이 他作物에 比하여 낮은 것은 CO₂의 擴散과 直接 關係가 있는 氣孔이 葉의 裏面에만 形成되어 있으며²⁵ 그의 數가 相對的으로 적은 것^{5, 10,13}과 A^{Mes}/A가 낮아 氣孔抵抗은 높고^{5,10,23} CO₂의 擴散은 느리게 일어나며^{18,19} 光呼吸率이 높은^{10,18} 陰生植物의 生理, 生態의 特性에 따른 結果로 생각되나 氣孔의 運動과 葉綠素까지의 CO₂擴散이 孔邊細胞 등의 水分 potential과도 關聯이 있으므로^{3,4,8,27,28} 결국, 人蔘의 光合成은 잎의 水分 potential과도 關聯이 있을 것으로 생각되는데, 이에 대한 具體的인 研究는 그리 많지 않다.

南 等²²은 人蔘에 있어서 土壤水分含量 80%까지 土壤水分含量이 많을수록 地上部의 生育은 좋아지는 傾向이나 根重은 土壤水分 60%에서 가장 무거웠으며 40% 以下에서는 出芽率, 地上部의 生育이 低調하여 收量과 品質이 水分과 密接한 關係가 있다고 하였으며, 李 等¹⁷도 土壤水分含量과 收량이 高度의 正의 相關關係가 認定된다고 하였다. 睦 等²¹은 水耕液의 張力이 -0.5bar에서도 2 時間 以內에 20%의 光合成 減少를 보였으며 根의 萎凋 水分張力이 他作物에 比해 顯著히 높아 水分不足에 대한 影響이 크다고 하였고, 朴 等^{24,25}은 人蔘잎의 蒸散은 葉中 水分含量 및 氣孔開度와 密接한 關聯이 있어 蒸散量이 減少하면 CO₂의 擴散도 同時에 減少하게 된다고 하였다.

따라서 本 研究는 人蔘의 收量增大와 育種을 위한 基礎的 資料를 얻고자 葉中의 水分變動에 따른 水分 potential과 光合成과의 關係를 調査하여 竝과 比較 檢討하였다.

本 研究에 使用한 人蔘은 1993年 4月 5일에 全北 完州郡 敬珍면 가친리 所在 李昌九씨의 人蔘栽培圃場에 栽植되어 있는 紫莖種 2年生 人蔘을 全北大學 校農科大學 實驗圃場과 pot에 移植하여 80% 遮光下에서 生育시켰으며, 對比作物인 콩은 Hill 品種을 選擇하여 5月 25일에 圃場과 pot에 播種하였고 病蟲害 防除 等の 管理는 各各 慣行의 方法으로 實施하였다.

人蔘과 콩의 光度別 光合成能力의 比較는 pot에서 生長한 材料를 利用하여 7月 1일부터 10日間 每日 反復調査 하였으며, 잎의 水分含量과 光合成能力의 聯關性 調査는 7월 10일부터 人蔘잎과 콩잎을 午前 10時에 採取하여 20℃와 30℃의 生長箱(濕度 67%)에 넣고 光度를 Hallogen Lamp로 300μ E/m²/s이 되도록 調節한 後 一定한 時間마다 氣孔傳導度와 光合成을 測定하고, 즉시, 生體重과 水分 potential을 測定하였다.

氣孔傳導度와 光合成은 赤外線 가스 分析器(LCA2 infrared analyser)로 測定하였는데, 同化箱을 開放係로 設置하고 大氣 中의 空氣를 乾燥시켜 分當 300ml가 흐르도록 調節하고 光合成 速度를 測定하였으며 同化箱의 濕度로 氣孔傳導도를 算出하였다.¹¹⁾

Rate of CO₂ exchange in the cuvette

$$(CO_2mg/dm^2/hr) = A$$

$$A = (CO_2)_{in} - (CO_2)_{out} / 10^6 \times V_1 \times (273 / 273 + t) \times (44 / 22.4) \times (100 / a)$$

(CO₂)_{in} : Reference CO₂ concentration (ppm)

(CO₂)_{out} : Analysis CO₂ concentration (ppm)

V₁ : Volume flow rate of dry air into cuvette(ml/hr)

Stomatal conductance to water vapour

$$(mmol/m^2/s) = 1/R_s$$

$$R_s = (E_1/E_0 - 1) / W - R_b$$

E₁ = Saturated vapour pressure at leaf temperature(bar)

E_0 =Vapour pressure of water of air in cuvette(bar)

W =Mass flow of dry air per unit leaf area(mol/m²/s)

$W=(V_2/1000) \times (1/22.4) \times (273 / (273+t)) \times (P / 1.013) \times (10000 / a)$

V_2 =Volume flow rate of dry air into cuvette(cm³/s)

P =Atmospheric pressure(bar)

t =Temperature in cuvette(°C)

a =Projected leaf area(cm²)

水分 potential은 권¹⁵⁾의 방법을 參考로 HR-33T 露点式 微電壓計에 hygrometer를 連結하여 hygrometer에서 測定된 微電壓으로 算出하였고, 水分含量은 105°C의 乾燥器에서 12時間 乾燥하여 乾物重을 求하고 生體重에 대한 水分量의 比率을 算出하였다.

結果 및 考察

1. 光度別 光合成

人蔘과 콩의 光合成速度를 20°C에서 光度를 달리 하여 調査한 結果는 Fig. 1과 같다. 暗條件에서 人

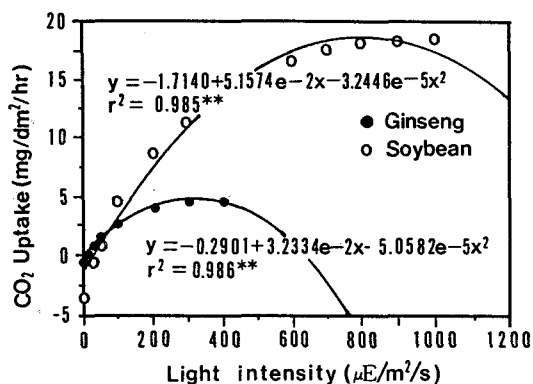


Fig. 1. Effect of the light intensity on the photosynthesis in the leaves separated from ginseng and soybean at 20°C.

*, **: A Significant at 5% and 1% probability level, respectively.

蔘은 0.72mg/dm²/hr의 CO₂가 排出되고 콩은 3.6mg/dm²/hr의 CO₂가 排出되었는데, 光度가 점차 높아짐에 따라서 人蔘과 콩 모두 CO₂ 吸收量이 增加하여 人蔘은 光度 300μE/m²/s에서 약 5mg/dm²/hr의 CO₂를 吸收하여 光飽和點에 이르렀고 콩은 光度 300μE/m²/s에서 약 11mg/dm²/hr의 CO₂를 吸收하여 人蔘보다 CO₂ 吸收量이 약 2.2배 많았으며 光度 800μE/m²/s에서 약 19mg/dm²/hr의 CO₂ 吸收로 光飽和가 이루어져 人蔘이 콩보다 呼吸量이 적고 光合成도 적었으며 光合成에 대한 飽和光度가 낮았다. 이와 같이 人蔘의 光合成이 낮은 것은 담배^{1,2,9,10)}나 감자^{18, 15)} 등과 比較한 結果와 一致하는 것으로 光合成이 他作物에 比하여 낮은 것이 特徵적이다.

2. 光合成과 水分含量

人蔘잎과 콩잎을 採取하여 20°C와 30°C의 生長箱에 넣고 光度를 잎 上面에 300μE/m²/s이 되도록 照射한 後 時間의 經過에 따라 光合成과 水分含量의 變化를 調査한 結果는 Fig. 2, Fig. 3과 같다.

잎 採取 後 時間의 經過에 따른 光合成의 變化 (Fig. 2)를 보면, 콩잎은 採取 直後에 30°C에서 15.12mg/dm²/hr, 20°C에서 15.56mg/dm²/hr 이었는데 時間이 經過함에 따라 漸次 減少하여 20°C에서는 145分 後에, 그리고 30°C에서는 50分 後에 各各 光合成이 停止되었다. 그런데, 人蔘잎은

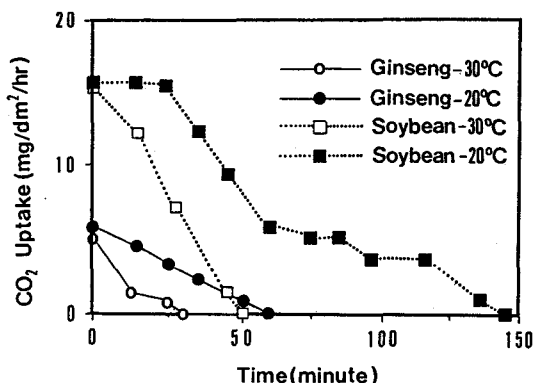


Fig. 2. Changes in photosynthesis of the leaves separated from ginseng and soybean at 300μE/m²/s light intensity.

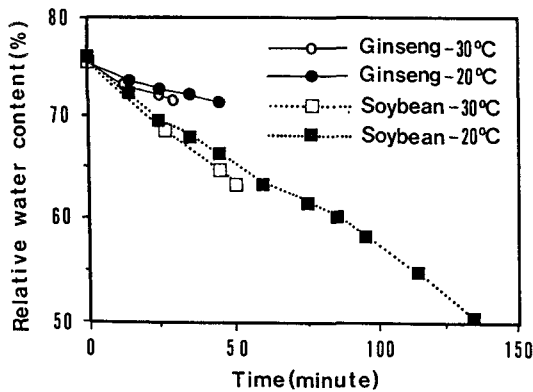


Fig. 3. Changes in the relative water content of the leaves separated from ginseng and soybean at $300\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ light intensity.

採取直後에 光合成이 30°C 에서 $5.04\text{mg}/\text{dm}^2/\text{hr}$, 20°C 에서 $5.76\text{mg}/\text{dm}^2/\text{hr}$ 으로 콩잎에 比하여 越等히 적었으며, 光合成이 停止하는 時間도 20°C 에서 60分, 30°C 에서 30分으로 콩잎보다 빨랐다.

葉內 水分含量을 光合成이 停止되는 時間까지 測定한 結果(Fig. 3), 初期에는 人蔘 잎의 水分含量이 75% 程度로 콩잎의 水分含量과 거의 비슷하였는데 水分減少 速度는 人蔘잎이 콩잎보다 느렸으며, 30°C 에서보다 20°C 에서 若干 더 느린 傾向이었다. 이와 같은 結果는 朴等²⁴⁻²⁶⁾이 人蔘잎의 蒸散量은 콩잎보다 적어 水分減少速度가 느리지만 永久萎凋點의 水分含量은 높은 生理的 特性 때문에 永久萎凋點에 빨리 到達하며 이 時間은 溫度가 높아짐에 따라 相對的으로 더 짧아진다고 報告한 것과 一致한다.

水分含量과 光合成의 變化와의 關係(Fig. 4)를 보면, 두 作物 모두 各各의 溫度條件에서 水分含量이 많을 때 光合成이 많고 水分含量이 적어지면 光合成도 적어져 水分含量과 光合成과는 高度의 正의 相關 關係가 있었다. 또한 光合成에 대한 水分含量의 影響은 人蔘이 콩보다 작고, 그에 대한 影響은 두 作物 모두 20°C 에 比하여 30°C 에서 더 작은 傾向이었다. 光合成이 停止되는 水分含量은 人蔘잎의 境遇, 30°C 에서는 약 71% 였고 20°C 에서는 약 70%였는데, 콩잎의 境遇는 30°C 에서 약 63%였으

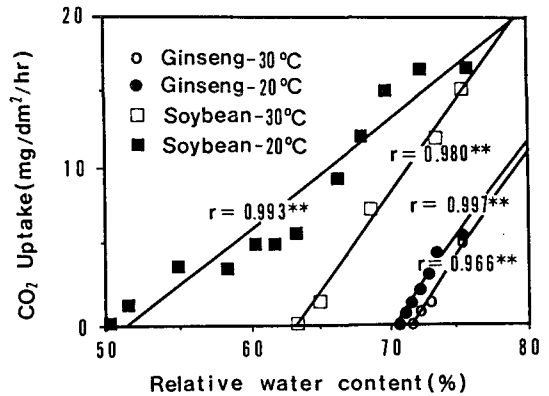


Fig. 4. Relationship between photosynthesis and relative water content in the leaves separated from ginseng and soybean at $300\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ light intensity. Symbols are the same as in Fig. 1.

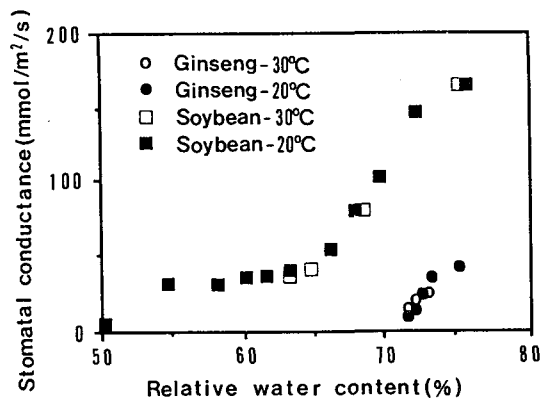


Fig. 5. Relationship between stomatal conductance and relative water content in the leaves separated from ginseng and soybean at $300\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ light intensity.

나 20°C 에서는 약 50%였다.

이와 같이 두 作物 모두 溫度에 關係없이 水分含量과 光合成과의 사이에 高度의 正의 相關이 있는 것으로 보아 水分含量이 光合成의 크기를 左右하는 것 같은데, Mederski 등²⁰⁾은 葉水分 不足이 增加함에 따라 CO_2 吸水가 抑制되는 것은 氣孔과 細胞內部的 經路에서 가스 交換에 대한 擴散抵抗이

增加하기 때문이라고 報告하였다. 또 人蔘 잎의 水分含量이 콩보다 높은 狀態에서 光合成이 停止하는 것으로 보아 人蔘이 光合成에 대한 水分부족의 影響을 콩보다 크게 받음을 나타내고, 잎의 水分含量이 正常보다 적어질 境遇에는 高溫보다 低溫이 光合成에 有利하다는 것을 나타낸 것으로 생각된다. 그러나, 同一한 水分含量(70~75%)에서 人蔘이 콩보다 光合成이 매우 작고, 콩잎은 水分含量이 50~63%에서, 그리고 人蔘잎은 水分含量이 약 70~71%에서 光合成이 停止되는 것으로 보아 正常 잎에서도 人蔘이 콩보다 光合成이 작은 現象을 잎의 水分含量과 關聯지어 說明하기에는 無理가 있고 CO₂의 吸收, 同化 등을 包含한 形態, 生理代謝와 關聯된 作物 固有의 特性으로 볼 수 있겠다.

3. 氣孔傳導度

氣孔傳導도와 水分含量과의 關係(Fig. 5)를 보면, 水分含量 75%에서 人蔘은 氣孔傳導도가 약 40mmol/m²/s로 콩의 약 165mmol/m²/s에 比하여 약 1/4에 不過하였고, 콩은 水分含量이 약 50%로 減少할 때까지 氣孔傳導도가 測定되었으나 人蔘은 약 71% 以下에서는 測定되지 않았으며 水分含量에 대한 氣孔傳導도는 同一 植物에서 溫度間 差異를 보이지 않았다. 人蔘의 氣孔傳導도가 71~75%의 水分含量에서 콩보다 적은 것은 人蔘의 氣孔 數가 콩보다 적은 것과도 關聯이 있을 것인데 氣孔傳導도가 測定되지 않는 限界水分含量이 콩보다 人蔘에서 더 높은 것은 두 植物의 氣孔 數의 差異만으로는 說明할 수 없을 것 같다. 그런데, 水分含量에 대한 氣孔傳導도가 同一 植物에서 溫度間 差異를 보이지 않은 것은 氣孔의 運動이 溫度의 變化보다 水分含量의 變化에 影響을 더 받고 있음¹⁰⁾을 나타낸 結果가 아닌가 생각된다.

氣孔傳導도와 光合成量과의 關係(Fig. 6)를 보면, 人蔘은 氣孔傳導도가 약 40mmol/m²/s일 때 光合成량이 약 6mg/dm²/hr이었고, 콩은 氣孔傳導도가 약 160mmol/m²/s일 때 光合成량이 약 15mg/m²/hr이었으며 各各 그 以下의 範圍에서 人蔘과 콩 모두 溫度에 關係없이 高度의 正의 相關關係를 나타내었다. 또한 20℃의 境遇, 氣孔傳導도가 40mmol/m²/s 以下에서 人蔘의 光合成량이

콩의 光合成량과 매우 비슷하였으며, 30℃에서는 20℃에 比하여 人蔘과 콩 모두 氣孔傳導도에 대한 光合成량이 적었고 그의 程度는 人蔘에서보다 콩에서 더 큰 傾向이었다.

氣孔傳導도는 正常으로 生長하는 植物의 잎에서 氣孔의 開도를 診斷하는 指數로 使用되는데^{12,16)}, 氣孔은 CO₂의 擴散通路이므로 氣孔傳導도가 光合成과 相關이 있는 것은 當然한 結果일 것이다. 그러므로 20℃에서 人蔘의 光合成량이 氣孔傳導도가 40mmol/m²/s 以下에서 콩의 光合成량과 매우 비슷한 것은 人蔘의 氣孔傳導도가 40mmol/m²/s 以上으로 높아진다면 光合成량도 높아질 可能性이 있음을 뜻하는 것이며, 다른 한편으로 正常잎에서 人蔘의 光合成이 콩보다 낮은 것은 氣孔傳導도가 낮은 것과 關係가 있다는 것을 暗示한 것으로 생각된다. 人蔘의 氣孔傳導도가 낮은 것은 Cooper 等⁵⁾과 曹 等¹⁴⁾의 報告와 같이 氣孔의 數가 적기 때문이고, 그로 因하여 光合成량이 작은 것이 아닌가 생각된다. 그러나, 氣孔傳導도를 水分蒸散量에 의하여 測定하고 氣孔의 開閉가 잎의 水分 potential에 따라 크게 左右되므로⁸⁾ 잎이 切除되어 水分이 漸次 減少되는 狀態에서 氣孔傳導도는 잎의 水分 potential과도 關聯성이 있을 것으로 생각된다.

한편, 30℃에서는 20℃에 比하여 同一한 氣孔傳導度에서도 光合成이 더 작았으며 氣孔傳導도의 變

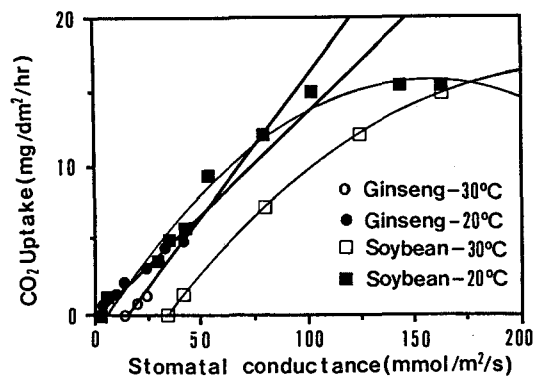


Fig. 6. Relationship between photosynthesis and stomatal conductance in the leaves separated from ginseng and soybean at 300μE/m²/s light intensity.

化에 대한 光合成의 變化가 더욱 컸는데, 이것은 水分含量에 대한 氣孔傳導도가 溫度間에 差異를 보이지 않은 것(Fig. 5)이 溫度가 달라도 氣孔傳導도가 같으면 水分含量이 같다는 것을 나타내므로, 水分含量과 氣孔開도가 同一한 狀態에서 蒸散壓은 溫度上昇에 따라 커지는데 CO₂의 擴散은 溫度의 影響을 蒸散壓보다 덜 받기 때문이 아닌가 생각된다. 또한 20℃에 比하여 30℃에서 氣孔傳導도에 대한 光合成이 적은 程度가 人蔘에서보다 콩에서 더 큰 것은 콩잎이 人蔘잎보다 溫度上昇에 따른 CO₂ 擴散에 대한 蒸散壓이 더욱 커지기 때문이며, 人蔘잎과 콩잎의 水分 potential이 서로 다르다는 것을 暗示하는 結果가 아닌가 생각된다.

4. 水分 potential

잎의 水分 potential은 原形質의 水和도와 密接한 關係가 있는데⁷⁾ 水分含量과 水分 potential과의 關係(fig. 7)를 보면 人蔘과 콩 모두 高度의 相關關係가 있으나, 水分含量이 75%인 境遇 水分 potential은 人蔘이 -1.2MPa로 콩의 水分 potential(-0.8MPa)보다 낮았으며, 人蔘이 콩보다 水分含量의 減少에 대한 水分 potential의 減少가 더욱 커서 水分含量이 減少함에 따라 人蔘의 水分 potential이 훨씬 더 빨리 낮아지는 傾向이었다. 이와 같이, 人蔘잎의 水分 potential이 콩잎보다 낮은 것은

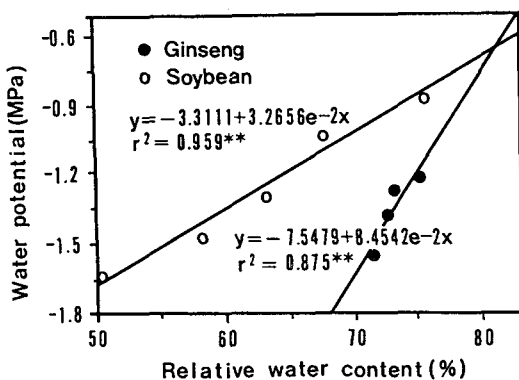


Fig. 7. Relationship between water potential and relative water content in the leaves separated from ginseng and soybean. Symbols are the same as in Fig. 1.

人蔘잎의 두께가 콩잎보다 얇은데도^{24,25,6)} 不拘하고 잎의 水分減少速度가 콩보다 느리고(Fig. 3), 人蔘잎의 水分含量이 콩잎보다 많은 水準에서 光合成과 氣孔傳導도가 停止되는(Fig. 4, 5) 理由 등을 잘 說明해 주는 結果가 아닌가 생각된다. 그런데, 등^{24,25)}은 人蔘잎의 水分 potential이 콩잎보다 더 높다고 하였는데, 이는 잎의 水分含量이 人蔘잎은 84%, 콩잎은 72%로 각기 달랐기 때문으로 생각되며, 本 研究 結果에서도 水分含量 變化에 대한 水分 potential의 變化가 콩보다 人蔘에서 더욱 큰 것(Fig. 7)으로 보아 잎의 水分含量이 83% 이상으로 높아질 境遇 人蔘의 水分 potential이 콩보다 더 높아질 可能性은 있는 것으로 생각된다.

水分 potential과 氣孔傳導度 사이에는 人蔘과 콩 모두 有意의인 正의 相關이 있었다(Fig. 8). 콩잎은 水分 potential 이 약 -0.9MPa일때 氣孔傳導도는 약 164mmol/m²/s이었으며, 水分 potential이 점차 낮아지면 氣孔傳導도도 낮아져 水分 potential이 약 -1.6MPa일 때에 氣孔傳導도가 測定되지 않았다. 水分 potential이 -1.2MPa보다 낮은 水準에서는 콩과 人蔘의 氣孔傳導도가 서로 비슷하였으며, 거의 같은 水準의 水分 potential에서 두 植物의 氣孔傳導도를 測定할 수 없었다. 이와 같이, 人蔘잎의 水分 potential이 콩잎과 비슷해지

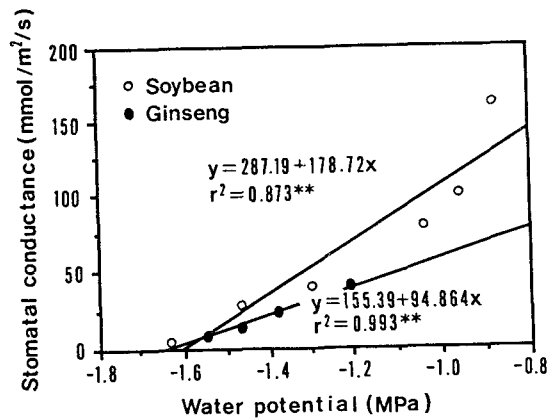


Fig. 8. Relationship between stomatal conductance at 300μE/m²/s light intensity, 20℃, and water potential in the leaves separated from ginseng and soybean. Symbols are the same as in Fig. 1.

는 範圍(-1.2MPa~-1.6MPa)에서 人蔘잎과 콩잎의 氣孔傳導度가 서로 비슷하고, 또 水分 potential이 거의 같은 水準에서 氣孔傳導度가 停止되는 것으로 보아 正常인 잎에서 人蔘의 氣孔傳導度가 콩보다 낮은 것은 人蔘잎의 水分 potential이 콩잎보다 낮은 것과도 깊은 關係가 있는 것으로 생각된다.

水分 potential과 光合成과의 關係(Fig. 9)를 보면, 水分 potential이 人蔘은 -1.2~-1.6MPa사이에서, 그리고 콩은 -0.9~-1.6MPa사이에서 光合成과 高度의 正의 相關關係가 있었다. 콩은 水

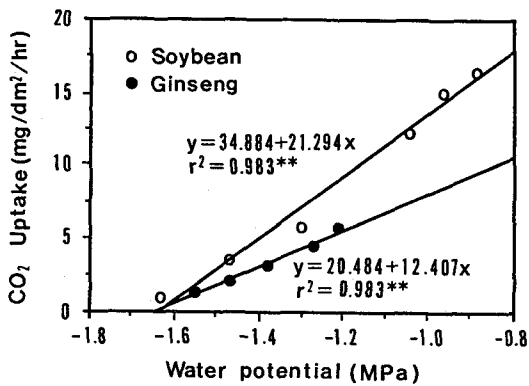


Fig. 9. Relationship between photosynthesis at 300 μ E/m²/s light intensity, 20 $^{\circ}$ C, and water potential in the leaves separated from ginseng and soybean. Symbols are the same as in Fig. 1.

분 potential이 약 -0.9MPa일 때 光合成은 약 16mg/dm²/hr이었으며, 水分 potential이 약 -1.6MPa以下에서 光合成이 停止하였는데, 人蔘은 水分 potential이 -1.2MPa일 때 光合成이 약 6mg/dm²/hr으로 같은 水分 potential에서 콩의 光合成과 거의 비슷하였으며 水分 potential이 -1.6MPa 程度에서 光合成이 停止하였다. 이와 같이, 水分 potential과 光合成과의 關係는 水分 potential과 氣孔傳導度와의 關係와 매우 類似하여 氣孔傳導度와 光合成이 함께 水分 potential의 影響을 크게 받고 있음을 나타내고 있는데, -1.2MPa 以下の 水分 potential에서 人蔘의 光合成이 콩과

비슷하고, 또, 두 植物의 光合成이 거의 비슷한 水分 potential에서 停止하는 것으로 보아 水分 potential이 -1.2MPa 以上으로 높아질 境遇 人蔘의 光合成이 콩과 같은 水準까지 높아질지는 分明하지 않지만 -1.2MPa 以下에서 보다는 높아질 可能性이 크다고 생각된다.

이와 關聯하여 볼 때, 正常잎에서 人蔘의 光合成이 콩보다 적은 것은 水分 potential과 氣孔傳導度가 相對적으로 낮기 때문이라고 생각되는데, 氣孔傳導도는 氣孔 數나 氣孔開度 뿐만 아니라 水分 potential의 影響도 크게 받아 CO₂의 擴散과 固定을 느리게 일어나도록 하기 때문이 아닌가 생각된다. 그러므로, 人蔘잎의 光合成을 높이기 爲해서는 잎의 水分 potential을 높은 水準에 이르도록 하여 氣孔傳導도가 커지게 하는 生化學的, 生理的 研究를 包含하여 育種 및 栽培技術에 대한 研究가 더욱 要請되며, 光合成能力이 한 두가지 要因에 의하여 決定되는 것은 아니므로, 葉綠素 및 光合成 關聯酵素 등의 行動과 水分 potential과의 關係도 앞으로 檢討되어야 하겠다.

摘 要

人蔘의 光合成이 콩보다 낮은 原因을 밝혀 人蔘의 收量增大와 育種을 위한 基礎資料로 삼고져 紫莖種 2年生 人蔘植物에서 分離한 잎을 材料로 光合成과 水分含量, 氣孔傳導度, 그리고 水分 potential을 調査하고 콩과 比較하였다.

1. 同一한 光度에서 光合成은 人蔘이 콩보다 작았으며 光合成에 대한 飽和光度도 약 300 μ E/m²/s로 콩의 약 800 μ E/m²/s보다 낮았다.
2. 分離한 잎에서 光合成은 人蔘이 콩보다 빠르게 減少하였으며 20 $^{\circ}$ C에서보다 30 $^{\circ}$ C에서 더 빨랐다. 또한 光合成이 停止하는 時間도 人蔘잎이 콩잎보다, 20 $^{\circ}$ C에서보다 30 $^{\circ}$ C에서 더 짧았다.
3. 잎의 水分減少速度는 人蔘이 콩보다 느렸고 光合成이 停止되는 水分含量은 人蔘잎(약 70~71%)이 콩잎(50~63%)보다 높았다.
4. 水分含量과 光合成과는 人蔘과 콩 모두 溫度에 無關하게 各各 高度의 正의 相關이 있었는데, 光合成은 同一한 水分含量에서 人蔘이 콩보다

작았다.

5. 氣孔傳導도와 光合成과는 人蔘과 콩 모두 두 溫度(20℃, 30℃)에서 無關하게 高度의 正의 相關이 있었으며, 20℃에서는 人蔘의 氣孔傳導度 範圍(40mmol/m² 이하)에서 人蔘과 콩의 光合成量은 비슷하였다.
6. 水分 potential은 葉水分含量이 同一한 條件에서 콩보다 人蔘이 낮았으며, 水分 potential과 光合成 및 氣孔傳導도와는 高度의 正의 相關이 있었다.
7. 以上の 結果를 綜合해 볼 때, 人蔘의 光合成이 他植物보다 낮은 것은 氣孔傳導도와 水分 potential이 낮은 것과도 密接한 關係가 있을 것으로 생각된다.

引用文獻

1. 裴成國, 許 溢, 石井龍一, 久村敦彥. 1985. 光條件이 人蔘과 잎담배의 光沮害에 미치는 影響. 韓作誌. 30(2) : 126-130.
2. ———, ———, ———, ———. 1985. 人蔘과 잎담배의 光沮害에 미치는 溫度條件. 韓作誌. 30(3) : 126-130.
3. Boyer, J. S. 1970. Differing sensitivity of photosynthesis to low leaf water potentials in corn and soybean. *Plant Physiol.* 46 : 236-239.
4. ———. 1970. Leaf enlargement and metabolic rate in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potential. *Plant Physiol.* 46 : 233-235.
5. Cooper, Clee S., and M. Qualls. 1967. Morphology and chlorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. *Crop Sci.* 7 : 672-673.
6. Dornhoff, G. M., and R. Shibles. 1976. Leaf morphology and anatomy in relation to CO₂-exchange rate of soybean leaves. *Crop Science.* 16 : 377-381.
7. Edwards, M. 1976. *Short Communication* : Metabolism as a function of water potential in air-dry seeds of charlock(*Sinapis arvensis* L.). *Plant Physiol.* 58 : 237-239.
8. Hall, A. E., and M. R. Kaufmann. 1975. Stomatal response to environment with *Sesamum indicum* L. *Plant Physiol.* 55 : 455-459.
9. 黃鍾奎, 玄東允. 1989. 光度에 따른 담배와 人蔘葉의 光合成 能力의 差異. 韓作誌. 34(2) : 211-219.
10. ———, 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. 1-10.
11. 玄東允. 1993. 高麗人蔘에서 光度와 溫度 및 IAA가 CO₂吸收에 미치는 影響. 全北大學校 大學院 博士學位 論文.
12. Israel zelitch. 1969. Stomatal control. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 20 : 329-350.
13. 曹在星, 睦成均, 元俊淵. 1985. 高麗人蔘의 光合成能力에 關한 研究. II. 4年生 人蔘의 光合成의 季節 變異. 韓作誌. 30(4) : 398-404.
14. ———, 元俊淵, 睦成均. 1986. 高麗人蔘의 光合成能力에 關한 研究. III. 透光率이 光合成能力에 미치는 影響. 韓作誌. 31(4) : 408-415.
15. 權容雄. 1979. 土壤 및 植物의 水分 potential과 HR-33T 露點式 微電壓計에 의한 그의 測定. 서울大 農大 論文集. 4(1) : 233-247.
16. Knapp, A. K., and W. K. Smith. 1990. Stomatal and photosynthetic responses to variable sunlight. *Physiologia plantarum.* 78 : 160-165.
17. 李臺鎬, 陸昌洙, 韓康完, 朴贊洙, 朴玪錫, 南基烈. 1980. 人蔘圃地의 土壤化學性이 人蔘의 生育 및 收量에 미치는 影響에 關한 研究. 人蔘研究論文集. 1 : 148-158.
18. 李寅鐵, 盧根昊, 李舜熙. 1982. 人蔘의 CO₂ 固定能과 光呼吸에 關한 研究. 韓國植物學會誌. 25(3) : 105-111.
19. 李舜熙, 趙映東, 洪英男, 權寧命. 1982. 人蔘葉의 葉綠體 發達과 CO₂ 固定樣相에 關한 研究. 韓國生化學會誌. 15(2) : 141-150.
20. Mederski, H. J., L. H. Chen, and R. B.

- Curry. 1975. Effect of leaf water deficit on stomatal and nonstomatal regulation of net carbon dioxide assimilation. *Plant Physiol.* 55 : 589-593.
21. 睦成均, 朴 薰, 李鍾華, 孫錫龍. 1980. 培養液의 水分張力이 人蔘의 水分吸水, 蒸散 및 光合成에 미치는 影響. 人蔘研究論文集. 1 : 137-140.
22. 南基烈, 朴 薰, 李臺鎬. 1980. 土壤水分이 人蔘生育에 미치는 影響. 人蔘研究論文集. 1 : 131-136.
23. Nobel, P. S. 1976. Photosynthetic rates of sun *versus* shade leaves of *Hyptis emoryi* Torr. *Plant Physiol.* 58 : 218-223.
24. 朴 薰. 1980. 人蔘의 水分生理 1. 自生地 觀察, 栽培經驗, 氣象要因과 根 및 葉의 特性. 人蔘研究論文集. 1 : 106-130.
25. ———, 尹泰憲, 裴孝元. 1979. 人蔘의 萎凋와 蒸散特性. 人蔘研究論文集. 1 : 184-189.
26. ———, 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. 人蔘研究論文集. 1 : 179-183.
27. Potter, J. R., and J. S. Boyer. 1973. Chloroplast response to low leaf water potentials II. Role of osmotic potential. *Plant Physiol.* 51 : 993-997.
28. Turner, N. C. 1975. Concurrent comparisons of stomatal behavior, water status, and evaporation of maize in soil at high or low water potential. *Plant Physiol.* 55 : 932-936.