

人蔘生育의 最適光量 究明에 관한 研究

第2報 光度가 人蔘葉內 Saponin 및 遊離糖含量에 미치는 影響

李鍾喆* · 崔鎮浩* · 千成基* · 李鍾萃* · 曹在星**

Studies on the Optimum Light Intensity for Growth of *Panax Ginseng*

II. Effect of Light Intensity on the Contents of Saponin and Free Sugar in the Ginseng Leaf

Lee, J. C*, J. H. Choi*, S. K. Cheon*, C. H. Lee* and J. S. Jo**

ABSTRACT

This study was conducted to define the effects of light intensity on the amount of saponin and free sugar and the ratio of triol group saponin and diol group saponin (PT/PD) in the leaf of *Panax ginseng* C.A. Meyer. 4-Year-old ginseng plants were grown under the shadings of different light transmittance rate(LTR) of 5%, 10%, 20% and 30% for 5 months and the leaflets were sampled from 2nd low at late August to determine the amount of saponin and free sugar.

- Rd was main ginseuoside in the diol group saponin but in triol group saponin, ginsenoside - Re showed highest value and next was ginsenoside - Rg₁ and Rg₂ respectively. Up to 20% of light transmittance rate (LTR), the ginseng leaves grown under high light intensity showed an increase in the amount of total saponin and the ratio of PT/PD but the amount of total saponin and the ratio of PT/PD was decreased at the ginseng leaves grown under the shading of 30% LTR. The ginseng leaves grown under the shading of 20% LTR showed a significant increase in the amount of glucose and fructose but a significant decrease of sucrose content.

A significant positive correlation (r=0.992**) was recognized between the of amount of total saponin and glucose.

I. 緒 言

高麗人蔘(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 옛날 부터 神秘의 靈藥으로 알려져 民間療法으로 많이 使用되어 왔다. 그러나 人蔘의 有效藥理成分에 對한 體

系的이고 科學的인 研究는 1854年 美國의 Qarrigues¹²⁾가 美國人蔘 *Panax quinquefolium* L.의 뿌리에 서 panaquilion이란 saponin成分을 分離하여 報告함으로써 시작되었고, 소련의 Brekhman¹⁾이 「人蔘의 藥物學的 諸問題」란 單行本을 통하여 人蔘의 有效藥理成分이 saponin일 것이란 事實을 주장함으로써 人

* 高麗人蔘煙草研究所, ** 忠南大學校 農科大學

* Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, ** College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon 300, Korea.

蔘 saponin에 對한 關心이 集中되기 시작했다. 1960 年代에 와서 人蔘 saponin의 抽出, 分離 및 各 ginsenoside의 構造決定 등은 TLC, Column chromatography^{10, 13, 14, 16} 및 DCC(droplet counter-current chromatography)¹¹에 依해 單離되어 IR, NMR 등 機器의 分析에 依하여 이루어졌으며, 最近에는 HPLC (High Performance Liquid Chromatography)에 依해 單離方法^{2, 3, 6} 등이 開發되어 있다.

따라서 人蔘 saponin은 Dammarane系 triterpenoid인 glycoside로서 그 aglycone으로 20(S)-protopanaxadiol과 20(S)-protopanaxatriol을 갖고 있으며, 이때 C-3位 및 C-20位, 또는 C-6位 및 C-20位에 結合하는 糖의 種類와 位置에 따라 區別되며 各 ginsenoside는 全部 glucose를 基本糖으로 하여 arabinose, Xylose 및 rhamnose 등이 關與하고 있음이 밝혀졌다.^{13, 14, 16} 또 最近에는 이들 ginsenoside別 生化學的, 藥理學的 및 臨床學的 效能研究가 進行되고 있다.

그런데 이와 같은 人蔘의 有效藥理成分인 人蔘 saponin이 人蔘의 뿌리 뿐만 아니라 人蔘의 잎에도 相當量 存在하고 있으며, 이들 잎의 saponin成分이 뿌리로 移行될 것으로 생각된다. 따라서 人蔘 saponin의 生成이 栽培環境에 따라 크게 影響을 받을 可能性이 있다고 생각되지만 이에 對한 體系의인 研究報告는 거의 없다.

따라서 著者들은 受光量을 달리한 生育環境에서 自 然 光의 5%, 10%, 20% 및 30%下에서 栽培된 人蔘葉의 遊離糖含量 및 saponin含量變化를 調查 하였던 바 얻어진 結果를 報告하고자 한다.

II. 實驗材料 및 方法

曾坪人蔘試驗場 試驗圃에 植栽된 4年生 人蔘을 出芽期부터 受光率(Light Transmittance Rate: L. T. R.)이 自然光의 5%, 10%, 20% 및 30%下에서 栽培된 人蔘葉을 8月末에 採取하여 分析試料로 使用하였

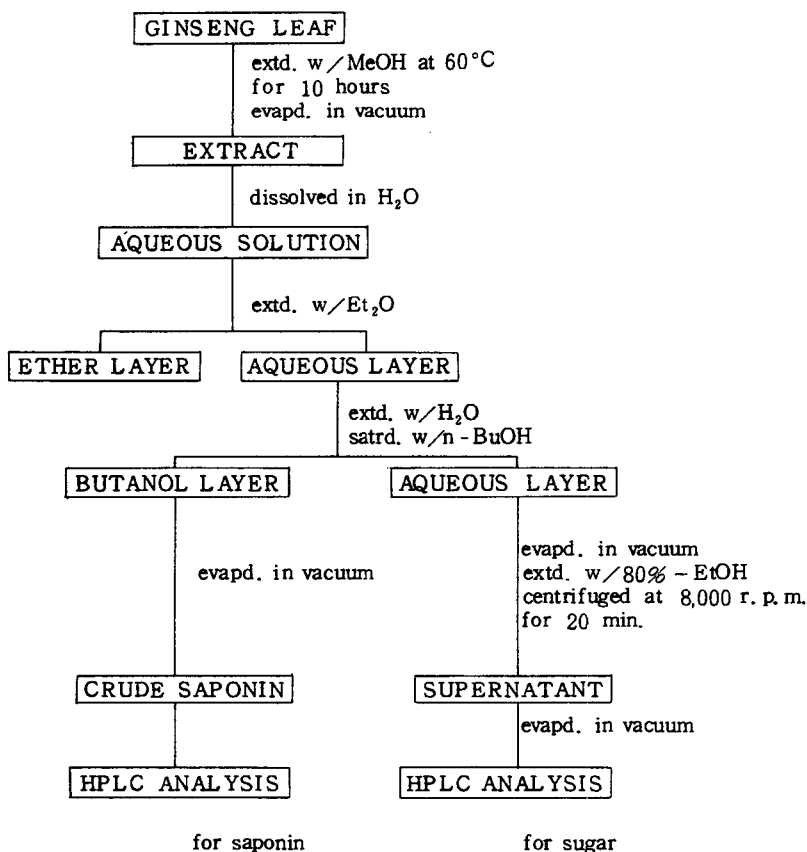


Fig. 1. Flow chart of extraction and analysis of ginseng leaf

다.

受光率(LTR)이 相異한 條件下에서 生育한 人蔘生葉을 採取하여 60°C에서 24時間 乾燥시킨 後 粉碎하여 2g씩 正確히 秤量하여 methanol 30 ml씩으로 reflux condenser를 부착한 抽出裝置에서 4時間씩 3回 抽出하여 東洋濾紙 No.5A로 濾過한 後 rotary vacuum evaporator로 50°C에서 減壓 濃縮하여 이를 carotencid, chlorophyll, saponin 및 遊離糖의 測定 試料로 使用하였다.

또한, 受光率의 差異에 따른 carotenoid와 chlorophyll의 패턴을 比較하기 위하여 carotenoid는 hexane으로, chlorophyll은 ethyl ether로 各各 抽出하여 UV Spectrophotometer-200S(Shimadzu Co., Japan)를 使用 400~700nm에서 scanning 하였다.

carotenoid와 chlorophyll을 測定한 後에 試料를 다시 evaporator로 減壓濃縮한 後 Fig.1에 따라 증류수 30ml에 녹여 水溶液으로 만들고 ethyl ether 20 ml로 脂溶性 成分을 抽出, 이를 除去한 後 水層에 水飽和 butanol 30 ml로 抽出하여 butanol層을 다시 水洗한 後 evaporator로 50°C 以下에서 減壓濃縮, 乾燥한 後 methanol 2 ml로 定溶하여 saponin 定量用 檢體로 使用하였다. 또 水洗한 溶液을 包含한 水層을 50°C에서 減壓濃縮한 後 80% ethanol 20 ml을 加하여 8,000rpm에서 20分間 遠心分離하여 除蛋白한 後 上澄液을 다시 evaporator로 減壓濃縮, 乾燥시킨 後 증류수 2 ml로 定容하여 遊離糖 定量用 檢體로 使用하였다.

遊離糖과 saponin 定量은 analytical HPLC/ALC-244(Waters Associates Inc., Milford, Mass., U.S.A.)를 使用하여 崔等^{5,6)}의 方法에 따라 定溶된 試料를 10 ml씩 injection하여 peak height로써 同一條件의 standard sugar 및 major saponin을 各各 5 mg/ml의 증류수 및 methanol에 녹여 injection하여 얻은 peak height의 calibration curve로써 比較定量하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. carotenoid 및 chlorophyll 含量 變化

受光率의 差異가 人蔘葉에서의 carotenoid 含量에 미치는 影響을 調査한 結果 Fig.2에서 보는 바와 같이 carotenoid 吸光帶인 423nm에서 peak를 나타내었다. 423nm에서의 optical density(OD)를 比較해 보면 受光率이 많을 수록 減少되는 傾向을 보였는데 그 傾向은 5% LTR(Light Transmittance Rate)와

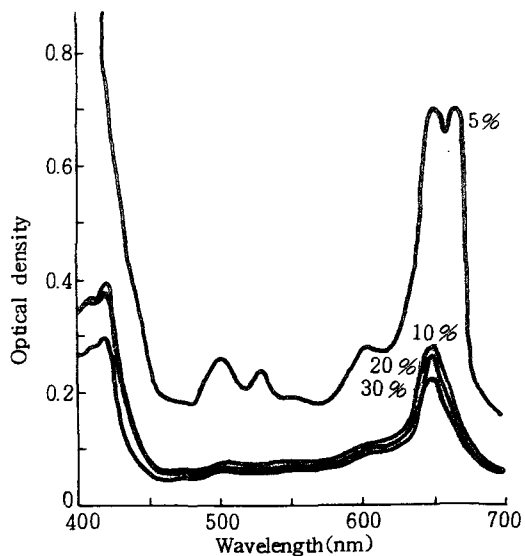


Fig. 2. Visible spectra of carotenoids extracted with hexane from ginseng leaf grown at different light transmittance rate (LTR)

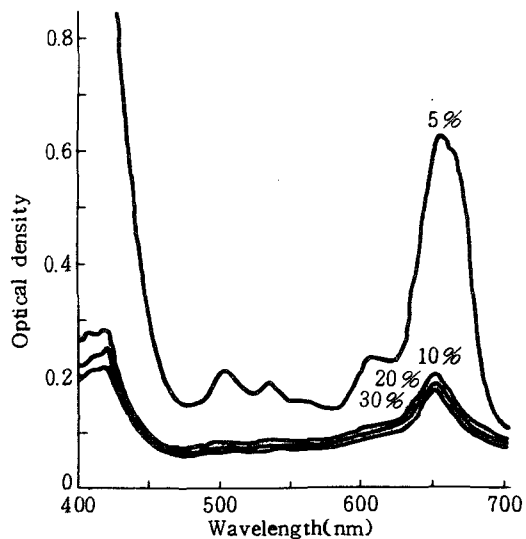


Fig. 3. Visible spectra of chlorophylls extracted with ethyl ether from ginseng leaf grown at different light transmittance rate (LTR)

10% LTR 間에는 顯著하였으며 10%, 20% 및 30% LTR 間에는 그 程度가 微微하였다. 또한 chlorophyll의 吸光帶 660 및 643 nm의 中間인 653 nm에서 最大吸收를 나타내고 있으며, 그 패턴은 carotenoid와 같은 傾向을 보였는데(Fig.3) 이는 어느 限界 以上の 높은 光度에서는 人蔘葉內의 carotenoid

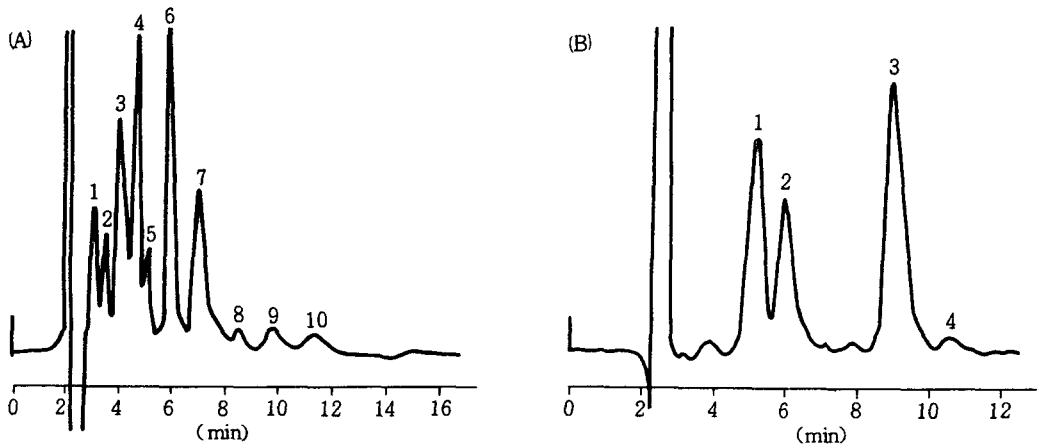
와 chlorophyll 含量的 급격한 減少를 招來한다는 金⁷⁾, 李⁸⁾들의 研究結果와 一致하였다.

2. saponin 含量的 变化

受光率의 差異가 人蔘葉의 saponin 含量에 미치는 影響을 究明하고자 Analytical HPLC/ALC-244를 利用 carbohydrate analysis column을 使用하고 mobile phase로서 Acetonitrile-Water-butanol system (86:14:10)을 使用하여 10ml씩 injection했을 때의 HPLC chromatogram은 Fig. 4-A와 같다. 이때 分離能은 아주 良好하였다. Standard ginsenosides를 같은 條件으로 測定한 calibration curve를 作成하여 定量하였고, ginsenoside-Rf, -Rg₂, -Rg₃는 ginseno-

side-Rg₁의 calibration curve를 利用 定量 하였는데 그 結果는 Table 1과 같다. 受光率에 따라 ginsenosides 含量變化가 상당한 差異를 나타내고 있었던 바 total saponin 含量을 보면 20% LTR에 비해 오히려 低下되는 傾向을 나타내고 있다.(Fig. 5).

이러한 事實은 共試人蔘葉에서의 圃場 光合成量의 패턴(Table 2 參照)과 거의 一致되는 結果로서 saponin 含量은 光合成 產物量에 依해 決定되며, 또한 人蔘뿌리의 saponin이 앞에서 만들어져 뿌리로 移行되는 것으로 생각된다. 따라서 saponin 合成에 必要한 最適受光率은 20% LTR 內外일 것으로 判斷된다. 各 ginsenoside 別로 그들의 含量을 보면 diol 系에서는 -Rd(2.14-4.12mg/g. d. u.)가 가장 많이



(A) 1. Rh₁, 2. Rg₃, 3. Rg₂, 4. Rg₁, 5. Rf, 6. Re, 7. Rd, 8. Rc, 9. Rb₂, 10. Rb₁,
(B) 1. Fructose, 2. Glucose, 3. Sucrose, 4. Maltose

Fig. 4. HPLC chromatogram of ginsenosides(A) and sugars(B) in ginseng leaf grown at 10% LTR

Table 1. Change of ginsenoside contents(mg/g, d. w.) of ginseng leaf grown at different light transmittance rate(LTR)

LTR (%)	Panaxadiol(PD)					Panaxatriol(PT)				
	Rb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Re	Rf	Rg ₁	Rg ₂	Rg ₃	Rh ₁
5	T	T	0.07	2.14	1.28	0.50	1.06	0.62	0.24	0.52
10	T	0.19	0.10	2.74	4.00	0.58	2.60	1.92	0.78	0.64
20	T	0.22	0.13	3.40	4.42	0.80	3.70	3.30	1.64	1.10
30	T	0.19	0.13	4.12	3.76	0.84	3.60	2.36	1.06	0.74

T: Trace LTR: Light Transmittance Rate

含有되어 있었으며 triol 系에서는 -Re(1.28-4.42) > -Rg₁(1.06-3.70) > -Rg₂(0.62-3.30) 順으로 많이 含有되어 있었다(Table 1).

光度別로는 diol 系 saponin(-Rb₁ + -Rb₂ + Rc + -Rd) 總量은 受光率이 많을 수록 增加되었는데(Fig

Table 2. Change of photosynthesis of ginseng leaf grown at different light transmittance²⁾

Photosynthesis (mg CO ₂ /dm ² /hr)	L. T. R.			
	5	10	20	30
	1.23	1.72	1.96	1.27

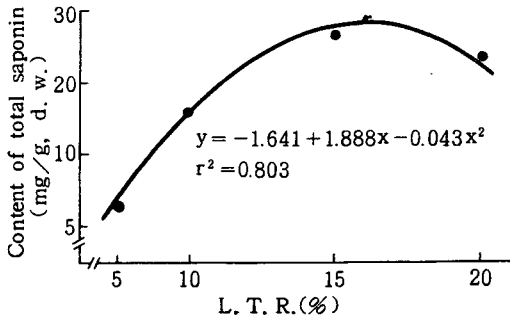


Fig. 5. Change of total saponin content of ginseng leaf grown at different light transmittance rate(LTR)

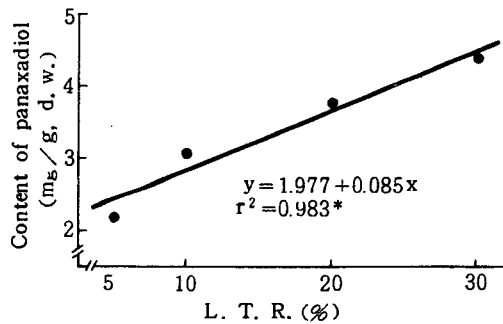


Fig. 6. Change of panaxadiol content of ginseng leaf grown at different light transmittance rate(LTR)

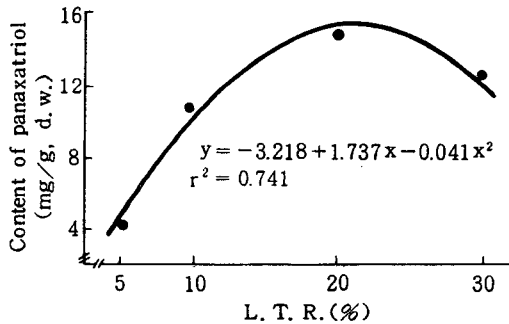


Fig. 7. Change of panaxatriol content of ginseng leaf grown at different light transmittance rate(LTR)

6) 이는 受光率이 많을 수록 -Rd 含量이 增加되었던데 原因이 있었다.

한편, triol系 saponin(-Re + -Rf + -Rg₁ + -Rg₂ + -Rg₃ + -Rh₁) 總量은 20% LTR까지 受光量이 많을 수록 增加되다가 30% LTR에서는 오히려 20% LTR에 비해 약간(2.60mg/g d. w.) 減少되었

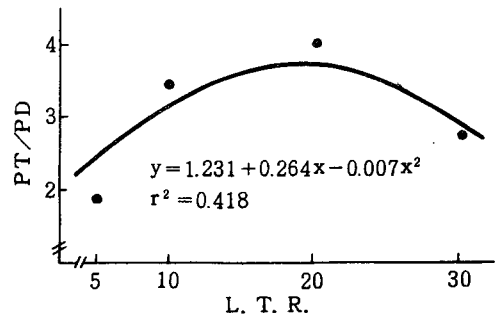


Fig. 8. Change of PT/PD Value of ginseng leaf grown at different light transmittance rate (LTR)(PT: Panaxatriol, PD: Panaxadiol)

으나 5%나 10% LTD에 比하여는 8.14 내지 1.84 mg/g. d. w. 이 많았다(Fig. 7).

diol系 saponin 含量에 對한 triol系 saponin 含量의 比를 보면 20% LTR區까지는 透光率이 많을 수록 增加되다가 30% LTR區에서는 오히려 減少되었고, 10% LTR보다도 적어졌는데(Fig. 8) 이는 30% LTR에서는 diol系 saponin은 增加된 반면 triol系 saponin은 오히려 減少되었기 때문에 볼 수 있다.

그런데 Sanada 等¹⁵⁾은 人蔘根 saponin의 PT/PD 比는 0.35 程度라고 報告하였는데 人蔘葉 saponin의 PT/PD의 比가 1.9~3.9 程度의 높은 값을 나타낸 것은 흥미있는 사실로서 人蔘葉에서 合成된 saponin이 뿌리로 移行될 때 triol系 saponin의 一部分이 diol系 saponin으로 變換된 것으로 생각된다.

3. 遊離糖含量의 變化

受光量의 差異에 따른 遊離糖含量의 變化를 調査하기 위하여 analytical HPLC/ALC-244를 利用하여 測定한 遊離糖의 HPLC chromatogram은 Fig. 4-B와 같으며 standard sugar의 calibration curve에 의하여 定量한 遊離糖의 含量變化는 Table 3과 같다.

Table 3. Change of sugar contents(mg/g) of ginseng leaf grown at different light transmittance rate(LTR)

Sugars ^{a)}	L. T. R. (%)			
	5	10	20	30
Fructose	19.4	20.0	26.0	24.0
Glucose	17.0	22.6	25.0	24.2
Sucrose	48.4	43.4	40.0	44.8

a) Sugar content(mg/g) indicates dry base of ginseng leaf

Table 4. Correlation coefficient between total saponin content and free sugar content

	Fructose	Glucose	Sucrose
Total saponin	0.878	0.992**	-0.879

遊離糖含量的變化는 saponin 含量的變化와 거의 비슷한 패턴을 보여 20% LTR까지는 受光量の增加에 따라 Fructose, Glucose 含量은 增加하나 30% LTR에서는 減少 현상을 나타내고 있다. 그러나 sucrose 는 20% LTR까지는 受光量の增加에 따라 오히려 減少되다가 30% LTR에서는 다시 增加되었다. 人蔘葉에서의 遊離糖含量과 total saponin 含量과의關係는 Table 4와 같다. Glucose 含量과 total saponin 含量間에는 $r=0.992^{**}$, Fructose 含量과 total saponin 含量間에는 $r=0.878$, Sucrose 含量과 total saponin 含量間에는 $r=-0.879$ 였는데 Sucrose 含量과 total saponin 含量間에 負(-)의 相關關係를 보인 것은 sucrose 는 saponin 合成에 直接 關與하지 않는 것으로 생각된다. 또한 Glucose 含量과 total saponin 含量間에 높은 正(+)의 相關이 認定된 것은 人蔘 saponin은 triterpenoid의 glycoside로서 aglycone인 sapogenin의 C-3位와 C-20位, C-6位와 C-20位에 糖이 glycoside bond에 依해 結合되는 것으로서 glucose는 모든 saponin 合成에 關與하고 있다는 事實과 一致하였다.¹³⁾ 또 triol group saponin이 多い 것은 glycoside 結合時에 C-3位 보다 C-6位부터 먼저 Glucose가 結合되는 것으로 생각된다.

以上の 結果에서 보는 바와 같이 人蔘의 有效成分인 saponin의 含量이 受光量에 따라 큰 差異를 보이고 있어 saponin 含量이 높은 人蔘을 生産하기 위하여 圃場이 日覆改良이 重要な 것으로 생각된다.

IV. 摘 要

受光率의 差異가 人蔘葉內的 saponin과 遊離糖含量 및 Panaxatriol(PT)/Panaxadiol(PD) 比에 미치는 影響을 究明코자 受光量이 自然光의 5, 10, 20, 30%의 受光率(LTR) 下에서 4年生 人蔘葉에서 이들을 調査하였던 바 그 結果는 다음과 같다.

1. Ginsenoside 別 含量은 PD系 사포닌에서는 -Rd가 가장 많았고, PT系 사포닌에서는 -Re, -Rg₁, -Rg₂ 順으로 많았다.

2. Total 사포닌과 PT系 사포닌含量과 PT/PD의 比는 20% LTR까지 受光率이 많을 수록 增加되다가 30% LTR에서는 약간 減少되었고, PD系 사포닌 含量은 受光率이 增加할 수록 많아졌다.

3. Glucose, Fructose 含量은 20% LTR에서 가장 많았으나 sucrose 含量은 오히려 20% LTR에서 가장 적었다.

4. Total 사포닌 含量과 Glucose 含量間에는 正(+)의 相關($r=0.992^{**}$)이 認定되었다.

引用 文 獻

- Brekman, I. I.(1957) *Panax ginseng*, Mediz. Leningard.
- 崔鎮浩, 金友政, 裴孝元, 吳成基, 大浦彥吉(1980) 高速液體 크로마토 그래피에 依한 ginsenoside -Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Rd, -Re 및 -Rg₁의 大量分離. 韓國農化學誌. Vol. 23(4):199.
- _____, _____, 洪淳根, 吳成根, 大浦彥吉(1980) 高速液體 크로마토 그래피에 依한 ginsenoside -Rf, -Rg₂ 및 -Rh₁의 分離. 韓國農化學會誌. Vol. 23(4):206.
- _____, _____, _____, _____, _____, (1981) 高速液體 크로마토 그래피에 依한 ginsenoside -Rh₁ 및 -Rh₂의 分離. 韓國食品科學會誌. Vol. 13(1):57.
- _____, 張長奎, 朴吉龍, 朴明漢, 吳成基(1981). 高速液體 크로마토 그래피에 依한 人蔘 및 人蔘製品中の 遊離糖의 定量. 韓國食品科學會誌 Vol. (2):107.
- _____, 金友政, 梁宰源, 成絢淳, 洪淳根(1981) 熱處理에 依한 紅幕 엑기스의 成分變化. 韓國農化學會誌. Vol. 24(1):50.
- Kim, J. H.(1962) Physiological and ecological studies on the growth of ginseng plant(*Panax ginseng*) 1. Environment and productive structure. Kongju T. C. Review of Professors' Vol. 1:149-171.
- Lee, J. C., S. K. Cheon, Y. T. Kim and J. S. Jo (1980) Studies on the effect of shading material on the temperature, light intensity, photosynthesis and the root growth of the Korea ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). J. Korean Soc. Crop Sci. Vol. 25(4):91-98.

9. Lee, J. C., C. H. Lee, S. K. Cheon, Y. T. Kim and S. B. Ahn (1982) Studies on the optimum light intensity for growth of *Panax ginseng*. (I) Effect of light intensity on the growth of shoots and roots of ginseng plants. Korean J. Ginseng Sci. Vol. 6(1): 38-45.
10. Nagai, Y., Tanaka, O. and Shibata, S. (1971) Chemical studies on oriental plant drugs. (XXIV) Structure of ginsenoside -Rg₁, a neutral Saponin of ginseng root, Tetrahedron, 27:881.
11. Otsuka, H., Morita, Y., Ogihara, Y. and Shibata, S. (1977) The evaluation of ginseng and its congeners by droplet counter current chromatography (DCC), Plant Medica, 32:9.
12. Quarriques, S. (1854) Ann. Chem. Pharm. 90: 231.
13. (a) Sanada, S., Kondo, N., Shoji, J., Tanaka, O. and Shibata S. (1974) Studies on the saponins of ginseng. (I) Structure of ginsenoside -Ro, -Rb₁, -Rb₂, -Rc and -Rd, Chem. Pharm. Bull., 22 (2): 421.
14. Sanada, S. and Shoji, J. (1978) Studies on the saponins of ginseng. (III) Structures of ginsenoside -Rb₃ and 20-gluco-ginsenoside -Rf, Chem. Pharm. Bull., 26(6):1694.
15. Sanada, S. and Shoji, J. (1978) Comparative Studies on the saponins of ginseng and related crude drugs, Shoyakugaku Zasshi, 32(2):96.
16. Sanada, S., Shoji, J. and Shibata, S. (1978) Quantitative analysis of ginseng saponins, Yaku-gaku Zasshi, 98(8):1048.