

## 生理障害 人蔘의 Saponin 含量과 組織 및 細胞學的 特性

案 相 得

江原大學校 農科大學 資源植物開發學科  
(1992年 2月 25日 접수)

### Saponin Contents, Histological and Cytological Characteristics of Ginseng Root with Physiological Disorder

Sang Deuk Ahn

Dept. of Resources Plant, Kang Weon National Univ. Chuncheon 200-701, Korea  
(Received February 25, 1992)

**Abstract**□This study investigated ginsenosides and tissue characteristics of roots injured by physiological disorder, rusty and rough skin. After separation to cortex and stele parts of healthy, rusty(red) and rough skin roots, respectively, the contents of saponin and ginsenosides were analyzed. And also, the histological and cytological characteristics of cortex and stele parts were investigated. Crude saponin contents were little different among healthy, rusty(red) and rough skin root, and ginsenosides as  $-R_{g1}$ ,  $-R_c$  and  $-R_{b1}$  were largely detected both in stele and cortex part. The ratio of PT/PD showed about 1:1 in three kinds of root. In histological study, destoryed cells in epidermis of rusty(red) root, and those in epidermis and exoderms of rough skin root were observed. The cells in cortex of rusty(red) and rough skin root have generally nucleus with unfixed shape, unequal cell wall, large number of vacuole and mitochondria, and unidentified dark substances compared to healthy root. But in cell of stele tissue, most of organells seem to be normal except a small number of cell in rough skin root.

**Key word**□Physiological disorder, rusty root, rough skin root, saponin, ginsenosides, cortex, stele

### 서 론

健全한 人蔘根의 表皮는 미황색으로 病蟲害가 없어야 하는데 收穫한 人蔘중에는 表皮色이 赤色으로 變色된 赤變蔘, 表皮色은 健全蔘과 같으나 表皮가 파괴 또는 벗겨졌다가 새로 形成되는 過程이 反復되면서 表皮가 거칠고 울퉁불퉁한 隱疲蔘이 발생한다.

이와같이 不健全한 人蔘은 栽培圃의 土壤環境에 기인한 生理的疾病으로서 人蔘의 品質과 賞品價値를 저하시키므로 이의 發生을 防止하거나 減少시키기 위한 研究가 進行되고 있다.

睦,<sup>1)</sup> 金 등<sup>2)</sup>은 赤變蔘의 發生原因은 鹽類濃도가 높은 圃地, 암모니아態 窒素의 過多, 土壤 pH 6.0 圃場에서 赤變發生이 높다고 하였으며 李 등<sup>3)</sup>은 Na<sup>+</sup>

鹽類, NH<sub>4</sub>-N 및 유기산처리에 의해 실제로 赤變을 誘發하였다.

隱皮蔘 發生에 關한 睦,<sup>1)</sup> 李 등<sup>3)</sup>의 報告에 의하여 隱皮의 發生은 傾斜地, 赤黃色土, 특히 乾燥할 경우에 심하게 發生한다고 하였다.

이와같은 赤變蔘과 隱皮蔘은 紅蔘製造를 위한 原料蔘으로 使用하지 못하고 製品原料用이나 別途의 用度로 處分하지 않으면 안된다.

製品原料로 使用할 경우 saponin 含量이 중요시되며 saponin 含量은 cortex 部分이 stele 部分보다 월등히 높다는 것이 이미 확인된 사실이다.

따라서 본 實驗에서는 生理的 疾病으로 發生한 赤變蔘과 隱皮蔘의 cortex와 stele를 健全蔘과 比較 調査하여 製品原料蔘으로서의 평가를 위한 資料를 얻

고자 하였던바 그 결과를 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

供試材料는 韓國人蔘煙草研究所 試驗圃場에서 栽培한 紫莖種 6年根 人蔘을 收穫하여 健全蔘, 赤變蔘, 隱皮蔘을 각각 2 Kg씩 20~30 本씩골라 實驗材料로 使用하였다.

### 1. Saponin 含量 및 Ginsenoside 分離

健全蔘, 赤變蔘, 隱皮蔘의 saponin 含量을 比較調査하기 위하여 이들 뿌리의 胴體部分을 cortex와 stele로 分離하여 50~55°C의 dry oven에 5일간 乾燥한 후 粉碎하여 分析試料로 使用하였다.

粗 saponin 抽出은 Shibata<sup>4,5)</sup>方法에 의하여 80~85°C에서 乾燥한 후 각 試料의 乾燥粉末 5g 씩을 취하여 80% methanol로 3시간씩 3회 抽出한 후 抽出溶液을 합하여 減壓濃縮機 50°C에서 濃縮乾燥시켰다.

乾燥된 抽出物은 증류수로 녹여 separating funnel에 옮기고 ethylether로 非極性物質을 除去한 후, H<sub>2</sub>O로 飽和된 n-butanol을 加하여 2회 分離하였으며 n-butanol層을 H<sub>2</sub>O로 다시 씻어 糖과 같은 水溶性物質을 除去한 후 再濃縮하여 crude saponin을 얻었다.

Ginsenoside의 分離는 위에서 抽出한 粗 saponin 溶液을 Millipore filter(pore size 0.5 μ)로 여과하여 HPLC 分析用 試料로 使用하였는데 分析條件은 다음과 같다.

HPLC : Waters Associate Model 244

Column : μ-Bondapak Carbohydrate Analysis Column

Solvent system : Acetonitril/H<sub>2</sub>O/n-BuOH(81/20/2)

Flow rate : 1.2 ml/min.

Detector : RI detector

Attenuator : 8X

Chart speed : 1.0 cm/min.

### 2. 組織 및 細胞學的 特性

健全蔘, 赤變蔘, 및 隱皮蔘의 皮層細胞 특히 表皮部分의 細胞學的 差異를 觀察하기 위하여 胴體部分을 cortex와 stele로 分離하여 cortex 部分만을 5×5 mm 크기로 切斷한 후 Farmer's solution에 固定하여 一般常法에 의해 paraffin 切片을 만들어 safranin과 fast green으로 染色하여 光學顯微鏡으로 觀察하였다.

Cortex와 stele 組織細胞의 特性을 調査하기 위하여 상기 試料組織을 2 mm로 切斷하여 2.5% paraformaldehyde-glutaraldehyde에 4°C에서 2時間 前固定한 後 1% O<sub>3</sub>O<sub>4</sub>로 後固定하였다. 그 다음 Millonig's phosphate buffer로 3회 洗滌하여 etanol 濃度 上昇順으로 脫水한 後 propylene oxide로 置換하여 Epon-Araldite 混合液에 包埋하였다.

切片은 Sorvall Porter Blum MT-II Ultramicrotome으로 은색절편을 만들어 uranyl acetate 및 lead citrate로 染色한 後 JEM 100 CX-II 電子顯微鏡(80 KV)으로 觀察하였다.

## 結果 및 考察

### 1. Saponin 含量의 特性

試料人蔘의 cortex와 stele를 分離하여 粗 saponin 및 ginsenosides의 含量을 比較한 結果는 Table 1과 같다.

朴 등<sup>7)</sup>도 健全蔘, 隱皮蔘 및 赤變蔘의 胴體中心部와 주피부의 saponin 含量을 조사한 結果 周皮部分가 胴體部보다 많은 saponin이 檢出되었고 健全蔘이나 赤變蔘에 비해 隱皮蔘의 saponin 含量이 가장 적은 것은 본 實驗과 같은 傾向이었으나 赤變蔘은 健全蔘보다도 saponin 含量이 더 많아 본 實驗과는 差異를 보였다.

粗 saponin의 ginsenoside 分離 結果 -R<sub>gl</sub>, -Re, -Rb<sub>1</sub> 등의 saponin 分劃이 他 saponin 分劃들 보다 健全蔘과 非健全蔘 共히 많이 含有되었으며 stele보다 cortex 部位에 含量이 많았는데 朴 등<sup>7)</sup>의 實驗에서도 본 實驗과 같은 傾向을 보여 生理障害로 인한 非健全蔘일지라도 saponin 分劃의 pattern에서는 差異를 보이지 않았다. 그러나 朴 등<sup>7)</sup>의 研究에서 隱皮蔘은 triol系 saponin이 diol系 saponin보다 增加된 傾向을 보여 본 實驗과 대조적이었다.

本 實驗에서 特異한 점은 健全蔘과 赤變蔘에서는 cortex部位가 stele部位보다 saponin 分劃의 總量이 월등히 높아 粗 saponin의 分析 結果와 같은 傾向을 보인 反面 隱皮蔘에서는 stele의 saponin 分劃의 總量이 cortex部位보다 오히려 높았다는 事實인데 그 原因은 生育 中 隱皮蔘의 發生, 進行 또는 回復 등의 代謝過程에서 皮層部分細胞나 組織의 破壞, 變形, 治療 등의 過程을 거치면서 配糖體인 saponin의 化學的 變化, 分解 등 saponin 蓄積上의 異常으로 cortex部

**Table 1.** Comparison of crude saponin and ginsenosides contents in cortex and stele tissue of healthy and unhealthy roots

Roots	Parts	Content of crude saponin (%)	Content of ginsenosides( $\mu\text{g/g.D.W.}$ )								
			-Rg <sub>2</sub>	-Rg <sub>1</sub>	-Rf	-Re	-Rd	-Rc	-Rb <sub>2</sub>	-Rb <sub>1</sub>	Total
Healthy root	Cortex	6.0 $\pm$ 0.8	667	8,410	662	2,146	794	1,898	1,348	8,932	24,857
	Stele	3.4 $\pm$ 0.5	334	2,165	384	1,094	436	523	135	2,927	7,998
Rusty root	Cortex	6.2 $\pm$ 0.5	684	5,490	601	2,917	726	1,762	1,366	5,680	19,226
	Stele	2.4 $\pm$ 0.6	245	1,812	142	1,297	1182	125	47	1,299	6,149
Rough skin root	Cortex	6.0 $\pm$ 0.5	319	2,253	410	1,286	400	393	526	3,082	8,669
	Stele	3.4 $\pm$ 0.4	301	2,183	174	1,620	1725	773	353	2,281	9,410

**Table 2.** Ratio of protopanaxatriol and protopanaxadiol in cortex and stele tissue of healthy and unhealthy ginseng roots (unit:  $\mu\text{g/g.D.W.}$ )

Roots	Parts	Protopanaxatriol (PT)	Protopanaxadiol (PD)	Ratio (PT/PD)
Healthy root	Total	15,862	16,994	0.93
	Cortex	11,885	12,973	0.92
	Stele	3,977	84,021	0.98
Rusty root	Total	13,189	12,185	1.08
	Cortex	9,692	9,533	1.01
	Stele	3,497	2,652	1.31
Rough skin root	Total	8,546	9,532	0.89
	Cortex	4,268	4,401	0.97
	Stele	4,278	5,131	0.83

位的 含量이 낮아진 것이 아닌가 싶다.

또한 分離된 saponin 分割 PT/PD 比를 보면 Table 2와 같다.

健全蔘과 隱皮蔘에서는 panaxadiol系 saponin이 panaxatriol系 saponin보다 含量이 多少 많은 傾向이 있으나 赤變蔘에서는 panaxatriol系 saponin含量이 多少 높았다. 그러나 PT/PD 含量比는 健全蔘과 非健全蔘 共히 대체로 1:1의 比率를 나타내어 Woo,<sup>8)</sup> 韓,<sup>9)</sup> 洪 등<sup>10)</sup>의 많은 學者들이 saponin 含量의 絕對值 뿐만 아니라 PT/PD의 比率를 重要시 하고 的약적 價値를 부여한 점으로 볼 때 赤變蔘이나 隱皮蔘도 의견상의 商品的 價値를 排除한다면 效能面에서는 그 價値가 충분히 認定될 수 있을 것으로 思料되었다.

## 2. 組織 및 細胞學的 特性

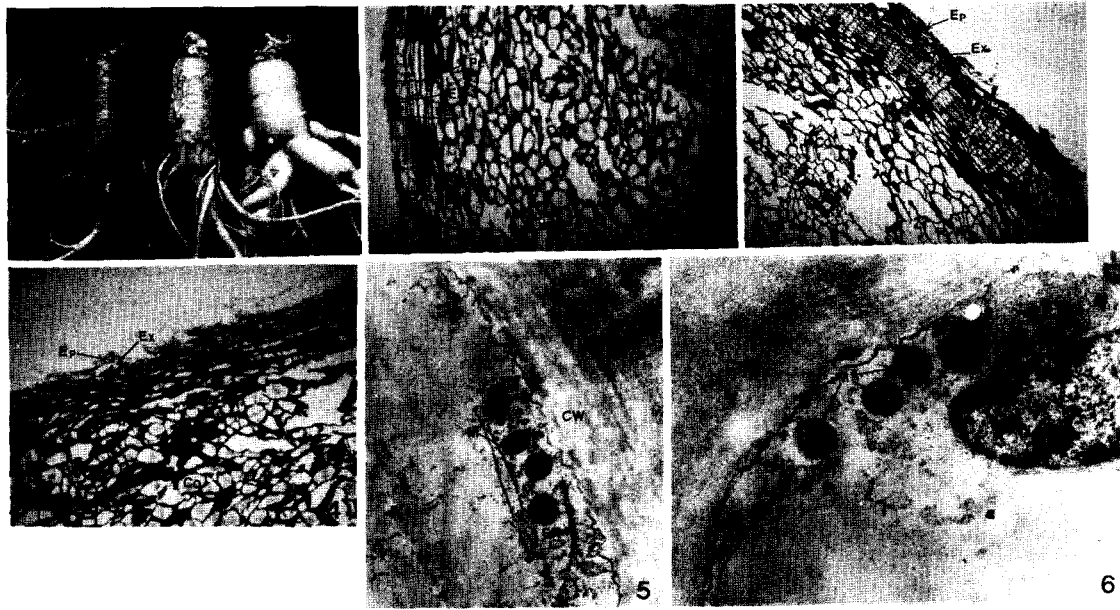
人蔘生育에 土壤環境의 不良은 비록 病原菌에 의한 疾病을 誘發하지 않더라도 根發育의 異常을 초래하여 뿌리의 收穫을 目的으로 하는 人蔘에 있어서는 치명적이라 할 수 있다.

지금까지 밝혀진 生理的 疾病인 赤變蔘의 發生은 土壤內 無機 및 有機養分の 不均衡과 깊은 關係가 있고 특히 Fe/Mn의 不均衡시 赤變現象이 促進되는 것으로 報告되었으며,<sup>1,2,11)</sup> 隱皮蔘의 경우는 有機磷酸의 不足, 微量要素(특히 B)의 缺乏, 鹽類過多 등으로 알려져 있으나<sup>1,2,3,11)</sup> 아직까지 精確한 原因은 究明되지 못한 상태이다.

더욱이 赤變이나 隱皮症狀에 대한 組織 및 細胞化學的인 相異點에 研究가 遂行되지 못하여 生理的 疾病 發生中에 일어나는 根內部的 生理的 교란상태에 대하여 전혀 알려진 바 없다.

本 實驗에서는 赤變 및 隱皮蔘이 皮層의 異常現象을 나타내는 것이므로 皮層組織에 대한 光學顯微鏡 觀察을 실시하였고, 皮層과 中心柱의 細胞內容物 特性을 電子顯微鏡으로 觀察하였다.

**光學顯微鏡觀察:** 人蔘의 周皮組織은 根冠의 남작한 사각형 始原細胞로 부터 竝層分裂로 派生한 여러層의 發達한 細胞層을 形成하고 있으며(Fig. 2~4) 각 細胞



**Fig. 1.** Ginseng roots of rusty root (left), diseased root with rough skin (Eun-pi, center) and healthy root.  
**Fig. 2.** Cortex tissue of healthy root by light microscope.  $\times 40$ . Epidermis (EP) cells were normal.  
**Fig. 3.** Cortex tissue of rusty (red) root by light microscope.  $\times 40$ . Epidermis cell were partially wounded.  
**Fig. 4.** Cortex tissue of diseased root with rough skin (Eun-pi) by light microscope.  $\times 40$ . Epidermis cells were mostly wounded, and Exodermis cells were also partially wounded.  
**Fig. 5~7.** Electron micrographs of cells in cortex tissue of healthy root.  $\times 10,000$  (Fig. 5),  $\times 12,250$  (Fig. 6),  $\times 7,500$  (Fig. 7). A large number of mitochondria of globular or semi-globular shape and middle lamella were remarkably observed.

CHP : Chromoplast	Mb : Microbody	PM : Plasma membrane
CO : Cortex	ML : Middle lamella	PW : Primary cell wall
CW : Cell wall	N : Nucleus	S : Starches
ER : Endoplasmic reticulum	NC : Nucleolus	SCW : Secondary cell wall
EP : Epidermis	NE : Nuclear envelope	T : Tonoplast
EX : Exodermis	OG : Osmiophilic granules	V : Vacuole
L : Lipid	PE : Peridem	VM : Vesicule membrane
M : Mitochondria		

는 放射方向으로 分裂하여 外部側으로 코르크 細胞, 内部側으로 코르크 皮層細胞가 形成되어 있는데 健全한 人蔘根(Fig. 2)에서는 表皮細胞의 破損이 없고 주피가 健全하며 表皮나 外皮가 完全한 狀態를 보이고 있으나 赤變蔘에서는 表皮細胞의 破壞가 심한 狀態였으며 部分的으로 外皮가 破壞도 觀察되었다(Fig. 3).

隱皮蔘의 경우도 表皮와 外皮는 물론 주피층의 破損과 cortex내 細胞의 形態의 異常도 觀察되었다(Fig. 4).

Cortex 組織은 모든 人蔘에서 細胞間隙이 풍부하였으며(Fig. 2~4), 隱皮蔘에서는 細胞間隙내 異常物

質(黑色)이 集積되어 있는데(Fig. 4) 纖維質과 같은 多糖類의 일종이 아닌가 추측될 뿐 보다 精確한 것은 究明치 못하였다.

表皮細胞는 그 自體로도 養分吸收가 이루어지지만 주로 根毛를 통하여 水分과 養分을 흡수하는데 表皮細胞 및 根毛의 伸張과 老化에는  $Ca^{++}$ 이 影響을 미친다. 즉 表皮細胞壁의 硬化는  $Ca^{++}$  過多시 촉진되며 根圈의 환경불량시 pectin성 物質이 石灰化되므로서 促進된다.<sup>12)</sup>

隱皮蔘의 경우 置換性 石灰의 含量이 높은 土壤에서 表皮細胞의 硬化가 빨라 根毛의 發生과 生長이 중단

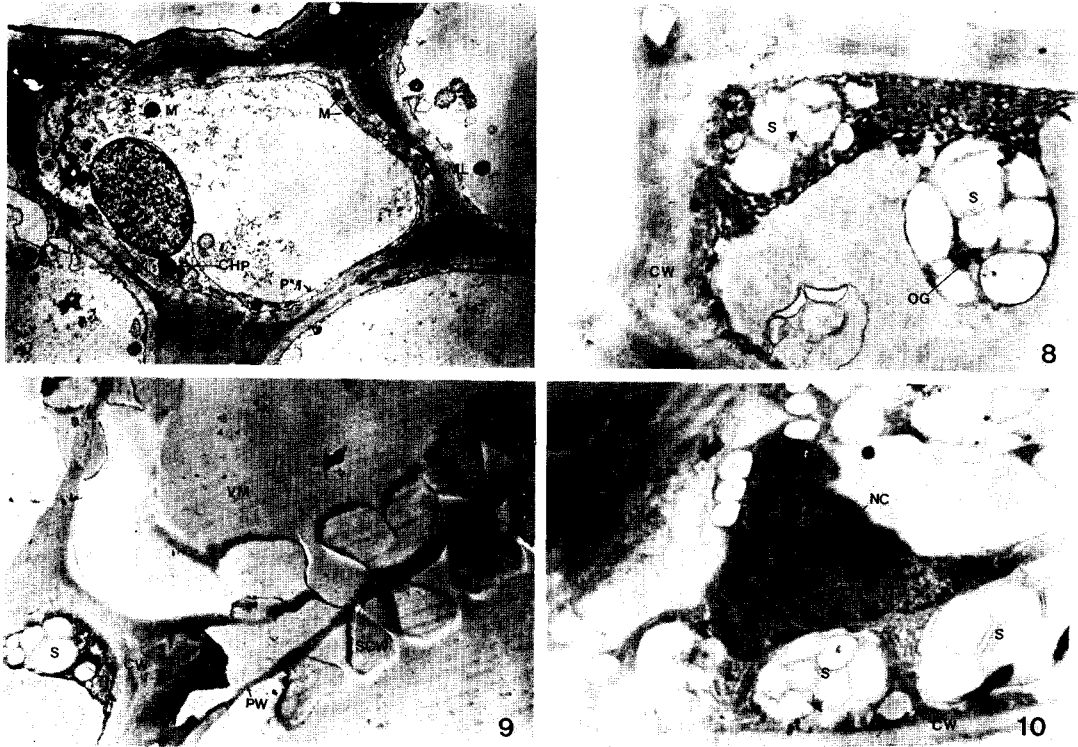


Fig. 8~10. A lot of starch grains were observed in stele tissue of healthy root.  $\times 10,000$  (Fig. 8),  $\times 5,000$  (Fig. 9),  $\times 8,750$  (Fig. 10). Secondary cell wall was forming on Primary cell wall (Fig. 9).

되며 老化 및 硬化된 表皮細胞의 離脫과 再生이 反復되므로서 表皮가 울퉁불퉁해지는 것으로 생각된다.

**電子顯微鏡觀察** : 試料人蔘의 cortex 및 stele의 組織細胞內 小器管들의 特徵을 觀察하였던바 健全蔘의 皮層組織內 細胞에서는 核, 二重膜의 球形 또는 卵形의 mitochondria, chromoplast, starch 등이 正常의 形態로 觀察되었고(Fig. 5~7) 細胞壁에는 中葉(middle lamella)도 觀察되었으며(Fig. 7), 中心柱 細胞小器管들 中에는 starch grain이 매우 많았다(Fig. 8~10). 김 등<sup>13-16)</sup>의 人蔘 근관 미세구조 및 分岐관의 구조와 기능 등에 관한 연구에서도 皮층부 세포內 각종 소기관들의 존재와 형태를 관찰하였는데 본 실험의 건전삼 皮층부 세포의 소기관들과 특이한 상이점은 없었다.

吳 등<sup>17)</sup>에 의한 人蔘뿌리에서의 澱粉分析 結果에 의하면 starch는 主로 中心柱 部分에 貯藏되고 이는 高年根에서 增加量이 크다고 하였는데 본 實驗에서도 中心柱 部位에서 starch grain이 많이 觀察되었다.

赤變蔘의 表皮는 심하게 赤變되고 硬化되는데 表皮附近의 周皮細胞는 그 모양이 不規則하고 核의 크기도 적거나 不規則하며 세포벽에 치우쳐 있었다(Fig. 11~13). 또한 液胞가 많고 cell wall은 부분적으로 肥厚되어 突起現像을 나타내었다(Fig. 11).

金 등<sup>2)</sup>은 赤變蔘 外皮層中 바깥쪽 細胞들은 거의 plasmolysis가 일어나 細胞內容物은 損失되거나 細胞膜 附近에 變色되어 부착된 것 같이 보였는데 이 現像은 表皮層으로 갈수록 짙어진다고 하며 본 實驗의 觀察結果와 같은 傾向이었다.

安<sup>18)</sup>은 線蟲의 被害를 뿌리의 細胞에서 多糖類로 構成된 不規則한 突起를 가진 두꺼운 cell wall을 形成하고 있음을 觀察하고 이러한 突起現像은 細胞가 線蟲被害를 받았을때 細胞間 物質移動을 增進시키기 위한 反應이라고 說明하였는데 본 實驗에서의 cell wall 突起現像도 表皮細胞의 破損에 대한 回復機能의 일환인 物質移動에 의한 現像이 아닌가 思料된다. 皮層內部側 細胞는 正常의 觀察되었는데 細胞後

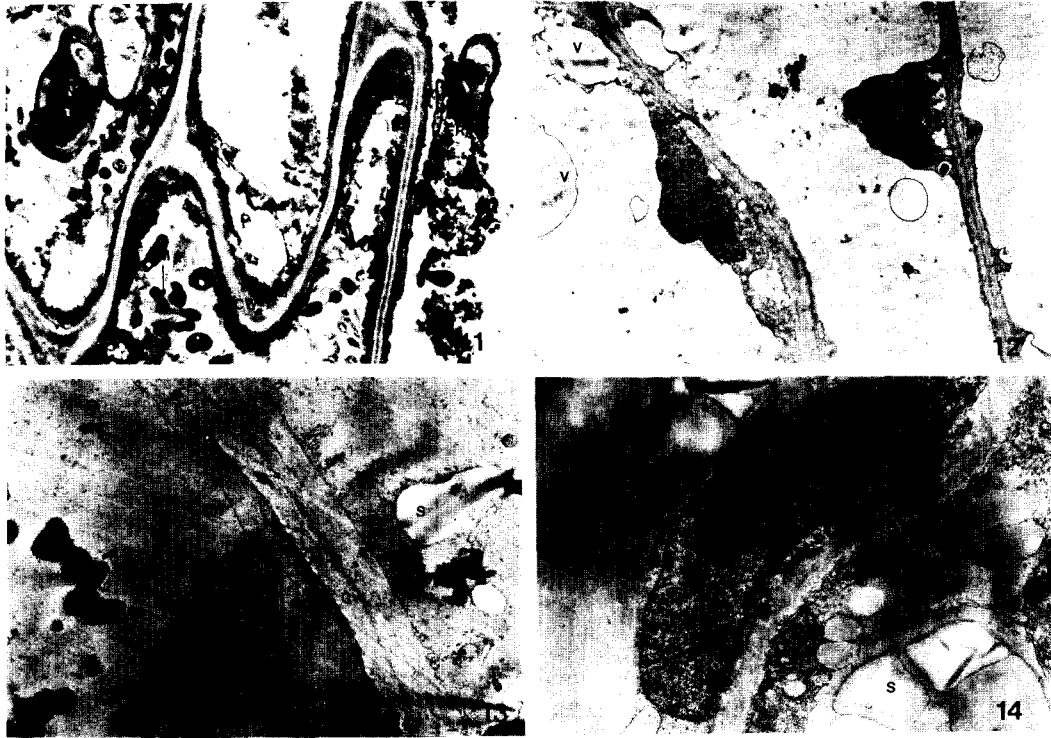


Fig. 11~13. The cells in cortex tissue of rusty (red) root.  $\times 10,000$  (Fig. 11),  $\times 5,000$  (Fig. 12),  $\times 8,750$  (Fig. 13). The shapes of cell and other membrane bound organelle are malforming and poorness (Fig. 11, 12). Unidentified dark substances were scattered in cells under epidermis.

形質인 starch grain이 역시 많이 觀察되었다(Fig. 13).

赤變蔘 中心柱에서는 核, 仁, ER, mitochondria, starch, vacuole 등이 健全蔘과 비슷하였으나 starch grain이 多少 많았다(Fig. 14~17).

隱皮蔘의 皮層組織에서 觀察된 細胞들은 不定形의 核이 많은 細胞에서 觀察되었으며 chromatin과 Nucleus envelope가 뚜렷하지 못하였다(Fig. 19). Cell wall은 部分的으로 突起가 있거나 가늘어 凹凸現象을 보이고 주위에는 異物質과 다양한 形態의 크고 작은 液胞가 많았다(Fig. 20).

隱皮蔘 皮層組織細胞에 液胞가 많이 觀察되는 것은 細胞內 液胞의 機能과 關聯이 있을 것으로 思料되는데 液胞는 老衰, 代謝物質의 集積 및 生化學的 再循環 反應에 關여하여 分泌細胞와 같은 특수화된 細胞의 分化를 일으키는 것으로 보아 이미 損傷되어 있는 表皮層의 回復作用이 細胞內에서의 呼吸과 利用 energy의 保存을 위한 作用의 일환으로 細胞內 代謝가 활발히 進行되고 있다는 事實일 것이다.

赤變蔘의 皮層細胞에서와 같이 隱皮蔘의 皮層細胞에서도 dark granule이 觀察되었는데(Fig. 13, 18) 代謝過程에서 생성된 物質인지 아니면 色素와 關聯된 phenol性이나 鐵化合物의 일종인지는 알 수가 없었으나 細胞의 破損에 의한 分泌作用이나 障害로 起因된 것이 아닌가 생각되었다.

中心柱의 細胞小器官中 後形質인 크고 작은 貯藏 澱粉이 많이 觀察되었고(Fig. 22, 23) cell wall은 좁아진 편이나 一部細胞에서는 不規則한 두께를 보여 中心柱에서도 cell wall의 肥厚化로 組織이 硬化되어 있음을 알 수 있었다(Fig. 24). 그러나 dark granule은 皮層部分과 달리 적은 傾向이었다.

## 요 약

6년근 健全蔘과 生理的 疾病으로 發生된 赤變 및 隱皮蔘의 皮層과 中心柱를 分離하여 이들의 粗 saponin함량과 ginsenoside를 分離하여 非健全蔘의 利用

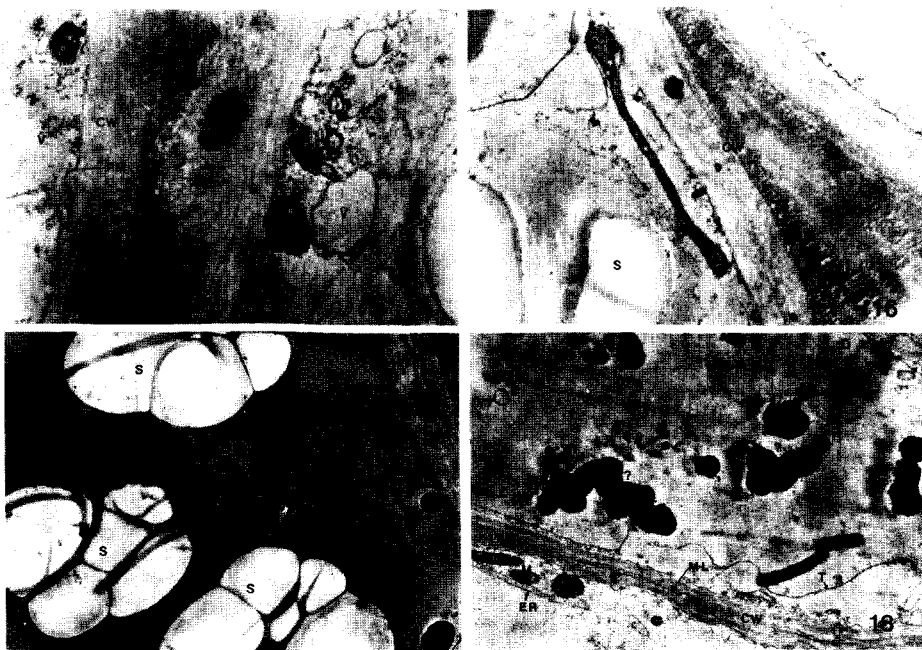


Fig. 14~17. Organelle in cell of stele tissue of rusty root are mostly normal.  $\times 10,000$  (Fig. 14),  $\times 12,500$  (Fig. 15, 16),  $\times 7,500$  (Fig. 17). A lot of starch grains like in cells of stele tissue of healthy root were seen.

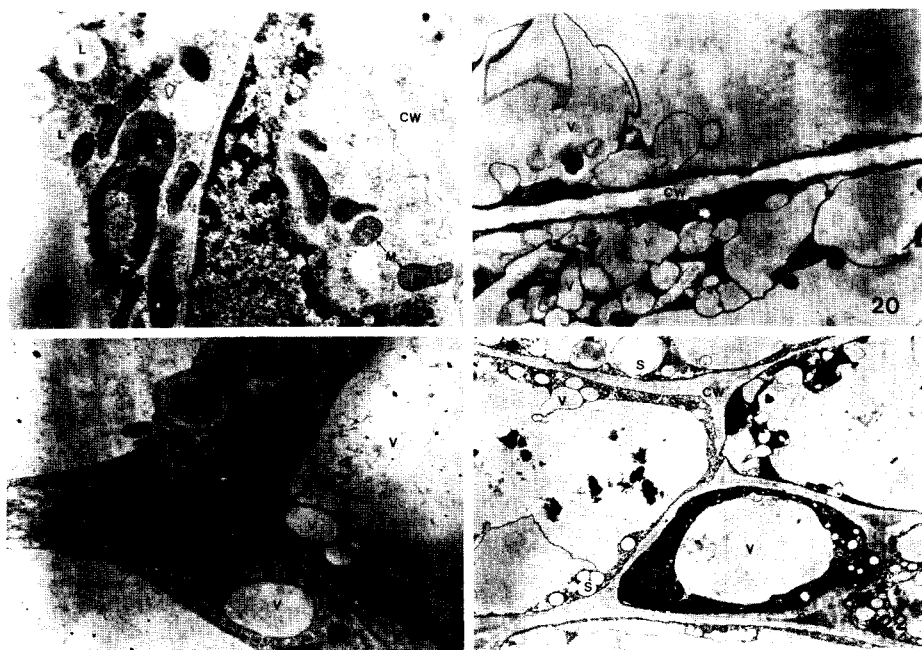


Fig. 18~21. Electron micrographs of cells in cortex tissue of diseased root of rough skin.  $\times 8,750$  (Fig. 18),  $\times 12,250$  (Fig. 19, 20),  $\times 12,500$  (Fig. 21). Irregular cell wall, a large number of big and small vacuole, diversified mitochondria and malformed nucleus indicate damaged cell due to rough skin of root. Unidentified dark substance like in cortex of rusty root was also scattered in cortex cells of rough skin.



Fig. 22~25. The cells of stele tissue of diseased root with rough skin.  $\times 5,00$  (Fig. 22),  $\times 6,250$  (Fig. 23, 25),  $\times 10,000$  (Fig. 24). Cell organelle were mostly normal. But a large number of starch grain were observed like in stele tissue of healthy and rusty root.

가능성과 가치를 조사하는 한편 이들 조직의 특성과 조직내 세포내용물의 특성을 조사하였던바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1.健全蔘과 非健全蔘(赤變 및 隱皮蔘) 間的 粗 saponin 含量에는 差異가 없었으나 cortex와 stele部位의 粗 saponin 含量은 cortex部分이 월등히 높았다.

2. 粗 saponin의 部位別 ginsenoside 分離 結果 ginsenoside 含量도 cortex部位가 stele部位보다 높아 粗 saponin 含量과 같은 傾向이었으나 total ginsenoside의 含量은 健全蔘에 비해 赤變蔘과 隱皮蔘이 월등히 낮았다.

3. Cortex와 stele에 다같이 多量 含有된 saponin 分割은  $-Rg_1$ ,  $-Re_2$ ,  $-Rb_1$  등이었으며  $-Rc$ 와  $Rb_2$ 는 健全蔘과 赤變蔘의 cortex에 많은 反面 stele에서는 적었고,  $-Rd$ 는 赤變蔘과 隱皮蔘의 stele에서 많은 반면 cortex에서는 적었다.

4. PT/PD 含量비는 건전삼과 비건전삼 共히 1:1의 比를 나타내었다.

5. 健全蔘의 皮層과 中心柱의 細胞小器官들은 정상세포들로 여러 小器官들이 觀察되었는데 cortex部位에는 mitochondria가, stele部位에는 starch grain이 많았다.

6. 赤變蔘의 皮層組織細胞는 不定形의 核과 變形된 位置, 不均一한 cell wall, 많은 Dark granule이 觀察되었으나 stele에는 細胞小器官이 정상형태였고 starch grain도 많았다.

7. 隱皮蔘의 皮層細胞에서도 不定形의 核, 不均一한 cell wall과 크고 작은 많은 液胞 및 dark granule이 觀察되었으며 mitochondria도 多數 觀察되었다. Stele 組織細胞는 赤變蔘 stele 組織細胞와는 달리 一部 cell wall이 좁거나 肥大하여 不均一하고 細胞內容物도 열악하여 變形된 비정상 細胞가 觀察되었으나 starch 含量은 다른 人蔘 stele 組織과 같이 많았다.

#### 인용문헌

1. 睦成均, 金明秀, 李鐘華: 한국인삼연구초연구소 연구보고서, 159 (1982).
2. 金明秀, 李鐘華, 李泰洙, 白南仁: 韓國人蔘煙草研究所 研究 報告書, 4 (1984).
3. 李鐘華, 睦成均, 金明秀, 白南仁: 한국인삼연구초연구소 인삼연구보고서, 95 (1983).
4. Shibata, S., Ando, T., Tanaka, O., Meguro, Y., Soma, K. and Ida, Y.: *Yakugaku zasshi*, **85**(8), 753 (1965).
5. Shibata, S., Ando, T. and Tanaka, O.: *Chem. Pharm. Bull.*, **14**(10), 1157 (1966).
6. Anderson, W.A. and Andre, J.: *J. Microscopie*, **7**, 343 (1968).
7. 朴貴姬, 李美京: 한국인삼연구초연구소 인삼연구 보고



- 서, 270 (1981).
8. Woo, L.K., Han, B.H., Baik, D.W. and Park, D.S.: *Pharm. Soc. Korea*, **17**, 129 (1973).
  9. 韓大錫, 朴萬基, 林炳基: 藥學會誌, **22**(4), 242 (1978).
  10. 洪淳根, 朴恩奎, 李春寧, 金明運: 藥學會誌, **23**(3), 181 (1979).
  11. 朴 熏, 陸成均, 李鐘華: 한국인삼연구소 연구 보고서, 173 (1980).
  12. Esau K.: *Anatomy of Seed Plants* (2nd edition), 17 (1977).
  13. 金宇甲, 유성철, 鄭炳甲: 韓國電子顯微鏡學會誌, **14** (1), 33 (1984).
  14. 김우갑, 이봉희, 오진연: 한국전자현미경학회지, **2**(1), 33 (1971).
  15. 김우갑, 김은수: 한국전자현미경학회지, **10**(1, 2), 77 (1980).
  16. Kim, W.K., Lee, B.H. and Oh, C.Y.: *The Sci. & Tech. Korea Univ.*, **14**, 71 (1973).
  17. 吳勳一, 李松載, 都在浩, 金尙達, 洪淳根: 고려인삼학회지, **5**(2), 114 (1981).
  18. 安丁淑: 高麗大 碩士學位論文 (1981).