

## 無機營養變化에서 人蔘根 Ginsenoside의 相互關係

李美京 · 閔珍淑 · 朴薰

韓國人蔘煙草研究所

(1986年 4月 19日 接受)

### Relationship among Ginsenosides of *Panax ginseng* Root under the Variation of Mineral Nutrients

Mee-Kyoung Lee, Jin-Sook Min and Hoon Park

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute

(Received April 19, 1986)

#### Abstract

Relationships among ginsenosides, panaxadiol(PD), panaxatriol(PT), and total saponin(TS) in *Panax ginseng* root (2nd year) grown with culture solution different in nitrogen, phosphorus and potassium level were analyzed by simple correlation, multiple regression and standard partial regression coefficient. The closeness between ginsenosides by simple correlation was closely related with the similarity of molecular structure. The content of PT was much attributed to Re and Rg<sub>1</sub>. The contribution order of ginsenosides for PD was Rb<sub>1</sub>>Rb<sub>2</sub>≥Rd>Rc. There was significant positive correlation between PT and PD but PD increased more rapidly than PT. Thus total saponin depended much on PD and PT/PD decreased with the increase of total saponin content. All ginsenosides, especially Re showed decreasing tendency with the increase of root weight.

#### 緒 論

人蔘의 効能成分이 사포닌만은 아니지만 効能研究의 대부분이 사포닌과 관련되고있다<sup>1)</sup> 때문에 사포닌 함량은 人蔘製품의 品質기준이 되어있으나 사포닌함량 결정의 직접요소 즉 構成ginsenoside들의 사포닌 함량과의 關係가 거의 해석되지아니 하였다. 사포닌 분석이

까다로울뿐 아니라 이와 같은 해석을 위한 충분한 조건과 시료의 선택이 어렵기 때문일 것으로 보인다. 苗蔘의 營養液栽培에 의하여 양분변화가 각ginsenoside 함량에 미치는 영향을 본바있다<sup>2)</sup>. 본 연구는 ginsenoside 상호간의 관계와 이들의 總사포닌함량과의 관계를 해석한것이다. 영양조건만을 여러가지로 달리한조건하에서 사포닌생성관계를 본 예이다. 여러 환경조건별로 이와 같은 관계가 밝혀짐으로써 재배조건에 의한 사포닌의 생산을 계획 조절할수있을 것이다.

## 材料 및 方法

苗蔘을 N.P.K의 농도를 달리하여 pot 재배한후 根의 사포닌을 분석한 자료<sup>2)</sup>를 사용하였다. 단순상관, 다중상관 및 편상관分析에 依하여<sup>3,4)</sup>各ginsenoside 함량과 PD, PT 및 全사포닌 함량과의 關係를 해석하였다.

## 結果 및 考察

各ginsenoside와 根重과의 單純相關은 Table 1과 같다. 9個의 養液處理 平均值(n=9)로 본相關(Table 1의 상반부)과 處理별 3반복으로 본(n=27) 相關(Table 1의 하반부)간에는 약간의 차이가 있다. 영양액변동 조건을 부여하려면 처리구 平均值로 본 相關이 옳을것도같다. 같은 처리내에서의 변이는 영양액차이에서 야기 된것이기 보다는 기타의 환경요인 차이로볼 수 있기 때문이다. 그러나 경향에는 두가지 방법이 유사하다.

### 根重과 ginsenoside와의 關係

根의 生育이 좋을수록 各 ginsenoside가 다줄어드는 관계(負相關)이나 平均值로 볼때는 有意性이 없다. 그러나 반복 수치를 보면 Re와 5%에서 有意性을 보인다. 有意性은 없다고 하더라도 상관계수의 크기로보면 triol系인 Rg<sub>2</sub> 및 Rg<sub>1</sub>과가 diol系보다 높다. triol系총량과는 10%의 有意性을 보였는데 Re와의 관계 때문이다. 이결과는 triol이 diol보다 根生育과 關係가 깊은것을 알 수있다. 總사포닌 含量과 根重과 有意負相關을 보인 경우는 phytotron에서 溫度를 달리하여 栽培한 뿌리에서 었다<sup>5)</sup>.

### Ginsenoside 相互關係

單純相關의 有意性만으로 보면 Rg<sub>2</sub>와 Rd만이 1%이고 기타는 모두 0.1% 水準이다(平均值에서는 Rb<sub>2</sub>와 Rd도 1%수준)그러나 相關수치로 보면 diol系ginsenoside는 서로 더 가깝고 diol과 triol과는 먼관계를 나타낸다. 相關係數가 클수록 밀접한 관계로 보고 밀접도를 분자구조와 같이보면 그관계는 그림1과 같다. 밀접도는 分子構造의 類似도와 一致하는것으로 보인다. 卽 가장 밀접도가 높은 Rb<sub>2</sub>와 Rc는 aglycone의 C<sub>20</sub> 위치에 결합된 당의 조성이 같고 다만 말단당 arabinose가 pyranose와 furanose라는 점만 다르다. Triol에서 가장 밀접한 Re와 Rg<sub>2</sub>는 C<sub>20</sub> 자리에 Re는 glucose가 붙어 있는데 Rg<sub>2</sub>는 없다. Re에서 이 glucose가 떨어져 나가면 Rg<sub>2</sub>가 되는 것이다. 合成되는 경로는 역으로 Rg<sub>2</sub>에 glucose가 붙어서 Re로 될가능성이 크다. Triol系와 diol系間에 가장 밀접하게 나타난 Rb<sub>1</sub>과

Re 및 Rc와 Rg<sub>1</sub>과의 關係는 構造式에서의 關係로 보기 어렵다. 그러나 triol系와 diol系間 셋째로 가까운 Rg<sub>1</sub>과 Rd( $r=0.784$ )는 R<sub>3</sub>위치에 glucose한개씩을 가지고 있는 점이 공통이다, Rg<sub>1</sub>과 Rg<sub>2</sub>의 관계보다 Rg<sub>1</sub>과 Rd의 관계가 더 가까운 것으로 나타나는 것은 糖의 유사성과 관계가 있는 것 같다. Fig. 1의 關係는 ginsenoside의 生成過程의 밀접도를 나타내는 것 같다. 平均值로 본 경우도 Rb<sub>2</sub>와 Rg<sub>2</sub>가 밀접한 것으로 나왔을 뿐 기타는 Fig. 1과 동일하다. 그러나 美國蔘에서 C<sup>14</sup> acetate를 吸收시켜 각 ginsenoside에 합성된 C<sup>14</sup> acetate의 百分율자료에서는 panaquin B(0.58%)와 C(0.15%)간 또는 E(0.55%)와 G-2(0.13%)간에 차이가 커서 美國蔘인 때문인지 高麗人蔘의 상관분석의 유사성과 일치하지 아니하였다<sup>6)</sup>.

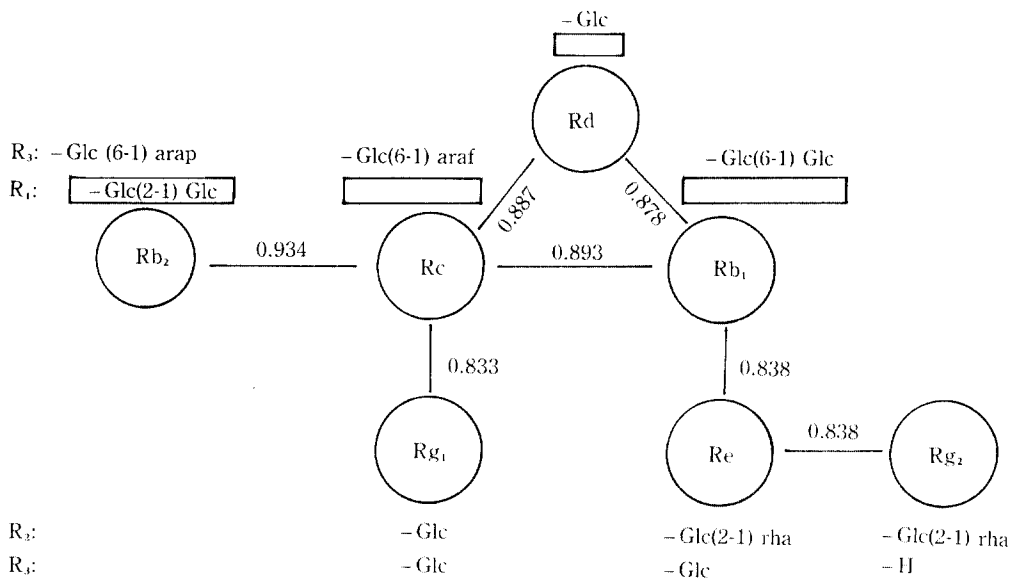


Fig. 1. Relationship( $r$ ) between ginsenosides in *Panax ginseng* root under different nitrogen, phosphorus and potassium levels in culture solution. R : sugar residues, R<sub>1</sub>: C<sub>3</sub>, R<sub>2</sub>: C<sub>6</sub>, R<sub>3</sub>: C<sub>20</sub>  
 arap: arabinopyranose, araf: arabinofuranose,  : -Glc(2-1) Glc

### 總사포닌과 ginsenoside 關係

單純相關의 有意性으로 보면 7個 ginsenoside가 모두 0.1% 이상이다. 계수의 크기로 보면 Rb<sub>1</sub> > Rc > Rb<sub>2</sub> > Rd > Rg<sub>1</sub> > Re > Rg<sub>2</sub>의 순으로 含量의 크기순과는 無關하다. Rb<sub>1</sub>은 둘째로 큰 含量의 것으로 總사포닌 변화에 가장 크게 영향을 주는 것이라고 볼 수 있다. 이상의 순서는 總사포닌 변화에 기여하는 순위로 볼 수 있을 것이다. 이 순서를 보면 diol系 4個의 ginsenoside가 triol系 3個 ginsenoside보다 모두 앞에와서 diol의 기여도가 triol보다 큰 것을 알 수 있다.

### Triol總量(PT)과 ginsenoside 와의 關係

PT는 triol系 ginsenoside와 더 높은 상관계수를 갖는다(Tabe 1). Triol系의 순서는 Re >

Rg<sub>2</sub> > Rg<sub>2</sub>로 total saponin에서의 triol系 순서와는 다르다. 평균치에서 본 total saponin과의 상관 순위와 같다. 多重回歸式에서보면(Table 2) 단순상관에서의 순서와 같이 Re,

**Table 1.** Correlation among the contents of ginsenosides in ginseng roots grown with different N.P.K levels

	Rg <sub>2</sub>	Rg <sub>1</sub>	Re	Rd	Rc	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>1</sub>	PT	PD	PT/PD	TS	RW
Rg <sub>2</sub>		****	***	****	****	****	****	****	****	**	****	
	0.917		0.923	0.838	0.903	0.929	0.890	0.938	0.914	-0.712	0.927	-0.369
Rg <sub>1</sub>	****		****	****	****	****	****	****	****	**	****	
	0.782		0.944	0.919	0.972	0.944	0.937	0.980	0.943	-0.693	0.961	-0.478
Re	****	****		****	****	****	****	****	****	***	****	
	0.838	0.699		0.957	0.960	0.919	0.972	0.982	0.981	-0.808	0.986	-0.470
Rd	****	****	****		****	****	****	****	****	***	****	
	0.518	0.784	0.612		0.917	0.821	0.974	0.955	0.963	-0.781	0.964	-0.355
Rc	****	****	****	****		****	****	****	****	**	****	
	0.695	0.833	0.758	0.887		0.969	0.950	0.972	0.984	-0.843	0.984	-0.405
Rb <sub>2</sub>	****	****	****	****	****		****	****	****	***	****	
	0.660	0.696	0.689	0.800	0.934		0.896	0.929	0.912	-0.843	0.942	-0.376
Rb <sub>1</sub>	****	****	****	****	****	****		****	****	****	****	
	0.733	0.804	0.838	0.878	0.893	0.837		0.959	0.990	-0.878	0.983	-0.274
PT	****	****	****	****	****	****	****		****	****	****	
	0.899	0.907	0.933	0.738	0.854	0.750	0.887		0.986	-0.766	0.992	-0.474
PD	****	****	****	****	****	****	****	****		****	****	
	0.702	0.822	0.785	0.932	0.968	0.928	0.967	0.864		-0.868	0.997	-0.345
PT/PD				****	****	****	****		****		****	
	-0.067	-0.261	-0.123	-0.670	-0.599	-0.687	-0.547	-0.191	-0.641		-0.834	0.021
TS	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****		
	0.804	0.884	0.870	0.887	0.955	0.889	0.968	0.947	0.980	-0.485		-0.396
Rw			**					*				
	-0.272	-0.287	-0.410	-0.117	-0.220	-0.092	-0.191	-0.380	-0.170	-0.267	-0.259	

\*\*\*\*, \*\*\*, \*\*, \*: p=0.001, 0.01, 0.05 and 0.1. PT: Triol, TS: Total saponin, Rw: Root weight, PD: Diol.

**Table 2.** Multiple regression and correlation of ginsenosides

	Regression equation	R <sup>2</sup>
TS	TS = 1.0058 PD + 0.9817 PT + 0.7439	0.9994
	(0.6408) (0.3895)	
PT	PT = 1.0000 Rc + 0.9999 Rg <sub>1</sub> + 1.0000 Rg <sub>2</sub>	1.0000
	(0.5382) (0.4454) (0.0819)	
PD	PD = 0.9882 Rb <sub>1</sub> + 1.0900 Rb <sub>2</sub> + 1.0880 Rd + 0.7270 Rc + 0.2162	0.9598
	(0.4128) (0.2369) (0.2211) (0.1537)	
PT/PD	PT/PD = -0.1170 PD + 0.1415 PT + 0.8450	0.9916
	(1.2574) (0.9414)	

( ) : Standard partial regression coefficient.

\*\*\*, \*\*: p=0.01, 0.05 by F test. TS=total saponin. n=27.

Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>의 順이며 회귀계수의 F檢定에서의 有意性은 0.1% 이상으로 같으나 standard partial regression coefficient로 相對的 기여도를 보면 Re가 가장 크고 Rg<sub>1</sub>이 Re보다 약간 떨어지나 Rg<sub>2</sub>는 다른 두개와 비교해보면 기여도가 1/5에 불과하다. 平均值에서의 關係(Table 3)는 Rg<sub>2</sub>의 기여도가 더 적게 나왔으나 순서는 總사포닌과의 상관 관계순으로 Rg<sub>1</sub> > Re > Rg<sub>2</sub>이다. PT도 構成하는 각 ginsenoside의 계수가 모두 1.0인점은 이들이 영양조건의 변동에 서로 달리 변화하지 않는다는 것을 나타낸다.

Table 3. Multiple regression and correlation

	Regression equation	R <sup>2</sup>
	$TS = 0.9908 PD + 1.0174 PT - 0.0298$ <p style="text-align: center;">(0.6259)                      (0.3719)</p>	0.9999
	$PT = 1.0024 Rg_1 + 0.9905 Rc + 1.0320 Rg_2 + 0.0123$ <p style="text-align: center;">(0.4738)                      (0.4732)                      (0.0752)</p>	0.9999
	$PD = 1.0310 Rb_1 + 1.0713 Rc + 0.9200 Rb_2 + 0.9410 Rd + 0.0166$ <p style="text-align: center;">(0.4239)                      (0.2266)                      (0.1934)                      (0.1934)</p>	0.9999
	$PT/PD = -0.1422 PD + 0.1810 PT + 0.7923$ <p style="text-align: center;">(3.0379)                      (2.0308)</p>	0.9423

( ) : standard partial regression coefficient.

\*\*\*: p = 0.01. n = 9. TS = total saponin.

### Diol總量(PD)과 ginsenoside와의 關係

單純상관에서 有意性은 모두 같아 0.1% 이상이다. 계수크기로보면 Rc > Rb<sub>1</sub> > Rd > Rb<sub>2</sub>이다. 평균치에서는 Rb<sub>1</sub> > Rc > Rd > Rb<sub>2</sub>로 바뀌나 Rb<sub>1</sub>과 Rc가 유사하고 나머지 둘이 유사한 계수를 보이기 때문이다. 多重回歸를 보면(Table 2,3) 量이 가장 많은 Rb<sub>1</sub>이 가장 기여도가 커서 Rb<sub>2</sub>나 Rd의 두배가 되며 Rc는 Rd보다 함량이 많음에도 기여도가 떨어지며 偏回歸系數의 F檢定에서도 다른 세개에(1%) 比하여 5%로 낮다.

### 總Saponin과 PT 및 PD와의 關係

單純相關(Table 1)에서 有意性은 같으나 PD와 總saponin과의 상관계수가 높다. 多重相關을 보면(Table 2,3) PD의 기여도가 PT의 1.6배가 된다. 偏相關係數를 보면 PT를 고정하고 總사포닌(S)과 PD는 r<sub>SD,T</sub> = 1.0000으로 0.1%에서 有意性을 갖는데 r<sub>STD</sub>는 0.9325로 1%에서 有意性을 보인다. 이는 總사포닌의 變化는 PD의 變化에 의존됨을 나타낸다. 따라서 總saponin과 PT/PD와의 關係를 보면 saponin이 많을수록 PD가 많아지기 때문에 Table 1 및 Fig. 2에서와 같이 負相關을 보인다. 반복수치에서는 PT/PD = -0.0194 TS + 1.063 으로 有意性이 약간 떨어지게 나왔다(Table 1, r = 0.485\*\*).

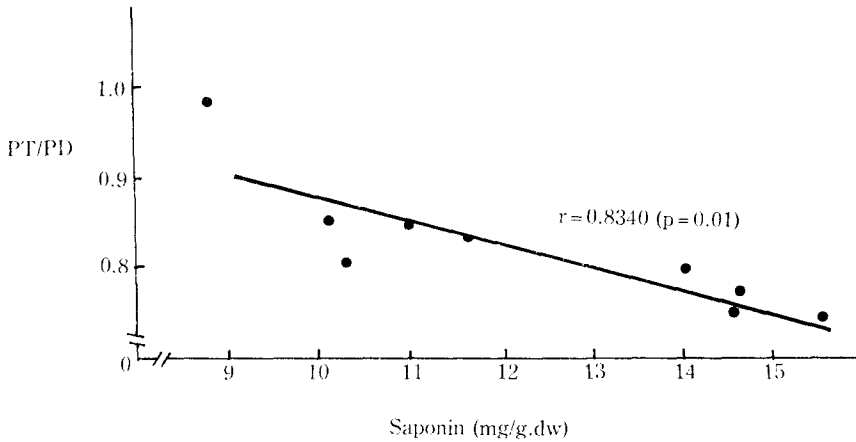


Fig. 2. Correlation between total saponin content and PT/PD in ginseng roots grown with nutrient solution of different N.P.K. levels.

#### PT/PD와 ginsenoside와의 關係

PT/PD의 變化는 PD에 依存하는 바가 더 큰 多重回歸式(Table 2.3)에 依하여 알 수 있다. 單純相關에서(Table 1) 平均值와 반복수치를 사용한 두 방법간에 가장 차이를 보이는 것이 PT/PD와의 關係이다. 平均值에서도 PT는 PD보다 有意성이 낮았으며 반복을 포함한 전수치의 경우에는 PD는 平均值에서와 차이가 없다. Triol系 各 ginsenoside도 반복수치계산에서는 PT/PD와 有意相關을 보이는 것이 없다. 平均值에서 PT가 PT/PD와 負相關을 보이는 것도 PT가 커지면 PD가 더 커지기 때문이다. PD와 PT와의 關係는  $n=27$ 일때  $PD = 1.3880 PT - 0.8154$ 이고  $n=9$ (平均值)일때  $PD = 1.71298 PT - 2.6017$ 이므로 PT보다 PD가 훨씬 커지고 있음을 보여준다.

이상의 關係는 질소·인산·칼리의 養分環境이 변화한 조건에서의 상호關係로 溫度나 水分等 기타 環境요인의 變化에서 오는 關係는 앞으로 조사 되어 本결과와 比較하므로서 各 ginsenoside 대사경로에 대한 環境영향을 알 수 있을 것이다.

#### 要 約

養分組成(N. P. K)을 달리하여 養液栽培한 人蔘根(2年生)에서 ginsenoside, triol(PT), diol(PD) 및 總saponin(TS)과의 關係를 單純, 多重回歸 및 standard partial regression coefficient의 檢정으로 分析하였다. ginsenoside 相互間의 밀접도는 分子構造의 類似度와 關係가 깊은것으로 나타났다. PT는  $Re$ 와  $Rg_1$ 에 의존하였으며 PD의 變化는  $Rb_1 > Rb_2 \geq Rd > Rc$ 의 순으로 의존하였다. TS도 PD에 依存도가 커서 TS가 클수록 PT/PD가 적어졌다. PT가 커지면 PD는 더 커지므로 PT와 PT/PD는 負相關을 보였다. 根重이 커지면 모든 ginsenoside는 감소하는 傾向이며  $Re$ 와는 有意성이 있었다.

### 引用文獻

1. Abstracts of Korean ginseng studies (1981-1983). Vol. I. H. Korea Ginseng and Tobacco Res. Inst. (1984).
2. Park, H., M. K. Lee, and C. H. Lee : Korean J. Agric. Chem **29(3)**, In press (1986)
3. Snedecor, G. W. and W. G. Cochran : in Statistical Methods, Iowa State University Press, pp. 593 (1974).
4. Gomez, K. A. and A. A. Gomez : Statistical Procedures for Agricultural Research, John Wiley and Sons, pp. 680 (1984).
5. 李鍾華, 李美京 : 人蔘研究報告書, 韓國人蔘煙草研究所, p. 187 (1982).
6. Kim, Jung Yun and E. J. Staba : Plant biochemistry of ginseng plants(III), Radioactive studies (2). Sodium acetate-U- $C^{14}$ . Proceedings of International Ginseng Symposium. The Research Institute of Office of Monopoly (1974).