

# 養液栽培人蔘에서 無機成分과 Ginsenosides 含量과의 關係

朴 薰 · 李 美 京

韓國人蔘煙草研究所  
(1987년 5월 9일 수리)

## Relationship between Ginsenosides and Mineral Contents in Panax Ginseng Grown with Nutrient Solution

Hoon Park and Mee-Kyoung Lee

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Science Town, Dajeon, Korea

### Abstract

Relationship between the contents of ginsenosides in root and minerals (N,P,K,Ca,Mg) in leaf and root of and year Panax ginseng grown with solutions of various N,P,K levels was investigated by simple, multiple and partial regressions. In root K,N, and P in decreasing order showed significant negative correlation with each ginsenosides. In leaf K,N, and P in decreasing order showed significant positive, negative and both correlation with root ginsenosides, respectively. Relationship between K and root ginsenosides in the minus K plot did not follow that in other plots. The ratios of K,N, and P, in leaf to root in decreasing order showed positive correlations that were greater than in leaf or root. Mg was negatively while Ca was positively correlated in root but these were reverse in leaf and always non-significant in both parts. Ginsenoside Rd, Re and Rb<sub>1</sub> were most affected by mineral contents. The effect of minerals on PT/PD was least.

### 緒 言

人蔘의 有效成分으로 가장 많이 연구된 saponin은 化學構造와 効能에 關한 것으로 人蔘의 無機成分과의 關係에 關한 것은 거의 없다. 人蔘 部位間에서 무기성분과 총 saponin 함량과의 關係를 본 것<sup>1)</sup>이 있을 뿐이다. 三要素의 양을 달리한 水耕栽培에서 총 saponin 함량과 ginsenosides 조성비에는 차이를 보였었다<sup>2)</sup>. 養分환경의 차이에 의한 ginsenosides의 양적 변화는 무기양분의 체내 차이에 基因한 것으로 사료된다. 養液栽培한 人蔘에서<sup>2)</sup> 根部와 잎의 無機 養分含量과 각 ginsenoside 함량과의 關係를 單純·多重 및 偏相關으로 檢討한 것을 보고하고자 한다.

### 材料 및 方法

養液栽培 條件은 前報<sup>2)</sup>와 같이 N.P.K 三要素만을 달리한 것이다. 뿌리의 ginsenosides 함량은 前報<sup>2)</sup>의 것이다. 뿌리와 잎의 無機 成分含量은 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HClO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O (1:18:11 v/v) 혼액으로 습식분해하여 분석한 결과<sup>3)</sup>를 100 g 건물당 miliequivalent로 계산하여 사용하였다.

### 結果 및 考察

根의 無機 養分含量과 ginsenosides 함량과의 相關은 表 1과 같다. 삼요소와는 모든 ginsenoside가 負相關인데 Rd를 除하고는 모두 K, N, P의 順으로 相關係數가 적어졌다. Rd는 N, K, P의 順이

**Table 1.** Linear Correlation between ginsenosides and mineral contents in root of *P. ginseng* grown with solutions of 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	TS	PT/PD
N	-.7368 **	-.7653 **	-.8723 ***	-.9359 **	-.7683 *	-.6682 ***	-.9005 **	-.8310 ***	-.8574 ***	-.8514 ***	-.7458 **
P	-.5315	-.7575 **	-.7105 *	-.8403 ***	-.6295 *	-.4871	-.7523 **	-.7361 **	-.7111 **	-.7231 **	-.5301
K	-.8026 **	-.8560 ***	-.9056 ***	-.8866 ***	-.9117 ***	-.8191 **	-.8816 **	-.8950 ***	-.9000 ***	-.9019 ***	-.7187 **
Ca	.0157	.4036	.2457	.4414	.2773	.1276	.3324	.3099	.3104	.3115	-.2731
Mg	-.4360	-.1577	-.3634	-.2736	-.2113	-.2211	-.2950	-.2786	-.2663	-.2718	.1790
N+P	**	**	***	****	**	*	***	***	***	***	**
N+P+K	**	**	***	****	**	*	***	***	***	***	**
Ca+Mg	-.2769	.0838	-.1232	.0258	-.0095	-.0851	-.0386	-.0382	-.0300	-.0331	-.0096

n=8 ; \*\*\*\*, \*\*\*, \*\*, \* : Significant at p=0.001, 0.01, 0.05 and 0.1

PT : Triol saponin ; PD : Diol saponin ; TS : PT+PD

다. Rg<sub>2</sub> 와 Rb<sub>2</sub> 만이 P 와 有意性이 없을 뿐 모두 N, P, K와 有意이 높아서 根中에 이들 중 어느 하나가 많아도 각 ginsenoside의 含量이 적어짐을 알 수 있다. 相關係數 크기의 順은 N, P, K에 따라 다르며 ginsenoside의 含量順과는 큰 관계가 없다.

養分 環境變化에 가장 예민하였던 Rd와 가장 둔감하였던 Re가 모두 비교적 높은 相關을 보이고 있음은 ginsenoside 生合成에 미치는 무기영양의 영향이 복잡함을 나타낸다. 根環境의 양분이 根體의 養分含量에 영향을 줄 것이며 根體의 양분이 ginsenoside에 영향을 줄 것이므로 根中의 養分이 더욱 중요한 요인이 될 것이다.

Mg 은 N, P, K와 같이 모두 負相關이나 有意性이 없으며 Ca은 모든 ginsenoside와 正相關이어서 Mg과 對照가 된다.

무기양분의 합도 各養分효과의 相加的 영향을 보

이며 Rd와 Rb<sub>1</sub>이 N+P 또는 N+P+K와의 관계에서 뚜렷하게 나타난다. Ca+Mg는 Mg의 편이 우세하여 거의 負相關을 보인다.

Diol系나 triol系 총량 및 총 saponin에 있어서도 같은 정도의 負相關이나 triol系와 diol系の 比에는 正相關을 보인다. 즉 N, P, K가 많으면 많을 수록 total saponin이 적어지고 이때 相對的으로 diol系가 더 畵이 적어지므로 PT/PD값이 커지게 된다.

잎의 무기양분과 ginsenosides와의 相關은 表 2와 같다. 질소는 뿌리에서와 같이 負相關이나 有意性은 없으며 K는 뿌리에서와 반대로 正相關이며 Rd, Rb<sub>1</sub> 및 Re와 有意性을 갖는다. P와는 正相關인 것도 있고 負相關의 경우도 있어 一定치않다. Ca나 Mg도 根에서와는 反對로 되어 있어 모든 양이온 양분이 잎과 뿌리간에 반대되고 있는 것은 흥미롭다.

**Table 2.** Linear correlation between ginsenoside in root and minerals in leaf of *P. ginseng* grown with solutions of 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	TS	PT/PD
N	-.2367	-.2783	-.4187	-.5633	-.2796	-.1891	-.5094	-.3474	-.4214	-.3964	.5050
P	.1726	-.1784	.0010	-.1471	.0149	.1558	-.0299	-.0722	-.0074	-.0308	-.1450
K	.5308	.4914	.6477 *	.7192 **	.4433	.3511	.6683 *	.5790	.5856	.5856	-.5065
Ca	-.4593	-.4229	-.5056	-.4810	-.3675	-.2643	-.4289	-.4742	-.4049	-.4315	.0427
Mg	.0390	.0629	.2466	.3330	.2535	.2050	.3517	.1487	.3072	.2513	-.5503

n=8 ; \*\*, \* : Significant at p=0.05 and 0.1

PT : Triol saponin ; PD : Diol saponin ; TS : PT+PD

**Table 3.** Linear correlation between ginsenoside in root and mineral ratio in leaf/root of *P. ginseng* grown with solutions of different N,P,K levels.

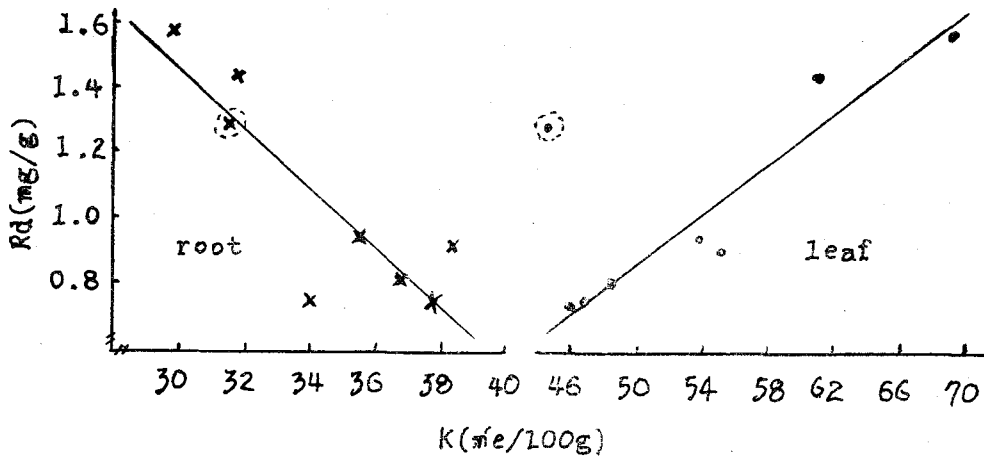
	Rg <sub>2</sub>	Rg <sub>1</sub>	Re	Rd	Rc	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>1</sub>	PT	PD	TS	PT/PD
N	*** .8774	*** .8423	*** .9021	*** .8669	*** .8389	** .7668	*** .8525	*** .8925	*** .8583	*** .8741	*** -.5809
P	** .7292	.5498	** .7293	* .7035	* .6274	.6180	** .7264	* .6601	* .6989	* .6878	* -.6381
K	** .7095	* .6908	** .8278	*** .8738	* .6736	.5692	** .8308	** .7724	** .7762	** .7780	* -.6313
Ca	-.1714	-.4874	-.4416	-.6027	-.3746	-.1740	-.4810	-.4536	-.4342	-.4430	.2445
Mg	.2765	.1664	.4290	.4676	.3524	.3025	.4847	.3016	.4299	.3854	-.5682
Ca+Mg	.1425	-.0788	.1855	.1597	.1448	.1764	.2239	.0598	.1909	.1444	-.4192
N+P+K	*** .8544	** .8216	*** .9139	*** .9087	** .8150	** .7296	*** .8840	*** .3863	*** .8673	*** .8777	*** -.6292

n=8; \*\*\*, \*\*, \*: Significant at p=0.01, 0.05 and 0.1  
PT : Triol saponin ; PD : Diol saponin ; TS : PT+PD

無機 養分含量的 葉/根 比, 即 葉으로의 無機養分의 轉流度와 ginsenosides 含量과의 關係는 表 3 과 같다. N, P, K, Mg가 正相關을 보이나 Mg은 有意性을 보이는 것이 없으며 Ca은 有意性이 없는 負相關이다. K는 葉/根의 含量比가 根中의 含量보다 낮은 相關관계이므로 轉流의 程度가 ginsenosides 含量에 크게 영향을 주지 못한다고 볼 수 있다. 그러나 질소와 인산은 根中含量보다 葉/根의 比가 더 높은 相關을 보여 轉流가 크게 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 특히 질소에서 Rb<sub>1</sub>이나 Rd와 같이 적어진 것도 있으나 대부분 有意성이 根이나 葉에서 보다 크다.

칼리는 根에서와 마찬가지로 葉에서도 가장 높

은 ginsenosides와의 相關을 보였으며 代表的인 Rd에 關하여 보면 그림 1과 같다. 表 1과 2에서 보는 것 같이 根에서의 相關係數는 r=-0.887로 p=0.01에서 有意性을 갖는데 葉에서는 r=0.719로 p=0.05의 有意性으로 根에서 보다 떨어진다. 그러나 그림 1에서 보는 바와 같이 칼리 결계구 때문이며 이를 제거하고 보면 r=0.959로 p=0.001의 有意性으로 根에서 보다 훨씬 밀접한 關係를 갖는다. 根에서는 -K구보다 3P구가 전체경향에서 예외적으로 벗어나고 있어 -K구를 제외하고 계산하면 r=-0.877(p=0.01)로 有意性은 낮아지지 않으나 계수가 적어진다. Rb<sub>1</sub>의 경우는 r=-0.863(p=0.05) Re의 경우는 r=-0.892(p=0.01)



**Fig. 1.** Relationship between ginsenoside Rd in root and potassium in root and leaf of *P. ginseng* grown with solutions of various N,P,K levels. Circled spot is minus potassium plot. Regression line in leaf does not include circled spot.

**Table 4.** Linear correlation between ginsenoside in root and potassium in leaf and leaf/root in *P. ginseng* grown with solutions of 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	TS	PT/PD
Leaf	0.732*	0.786**	0.926***	0.959****	0.860**	0.740*	0.959***	0.869**	0.923***	0.907***	-0.820**
Leaf/Root	0.796**	0.840**	0.959****	0.977****	0.916***	0.791**	0.968****	0.915***	0.951****	0.942***	-0.784**

n=7; -K plot was eliminated; \*\*\*\*, \*\*\*, \*\*, \*: Significant at p=0.001, 0.01, 0.05 and 0.1  
 PT : Triol saponin ; PD : Diol saponin ; TS : PT+PD

로 상관계수는 모두 적어지고 유의성은 같거나 떨어진다. 그러나 잎과 葉/根의 比에서 -K구를 제외하고 보면 表 4와 같이 葉에서 모두 有意性을 보이며 葉/根에서도 有意性이 대부분 커진다. 이러한 현상은 칼리 결제구와 기타구에서의 칼리와 ginsenosides와의 관계가 다르다는 것을 말한다. N나 P의 결제구를 제외하고 N나 P와 ginsenosides와의 관계를 보면 상관계수가 더 낮아져서 K와 같지 않다. 칼리 결제구를 除하고 보면 葉/根의 比는 칼리 경우에도 N나 P의 경우보다도 葉이나 根에서 보다 상관계수가 더 높아 K의 葉에로의 轉流 정도가 根 ginsenosides 含量의 增大에 크게 기여함을 알 수 있다. 칼리 결제구와 기타구에서 K의 전류와 ginsenosides간의 관계가 다른 것은 N나 P와는 달리 K는 결제시에 地上部로의 轉流에 특이한 성질을 갖고 있는 때문이며 根部 K보다 葉/根 比가 더 깊은 관계임을 볼 때 高K와 低K에 따라 ginsenosides 生成에 달리 관여한다고

볼 수 있어 좀더 조사 되어야 한다.

PT나 PD 및 총 saponin과 轉流와의 관계도 각 ginsenoside에서의와 같이 밀접하다(表 3) N+P+K 전체의 轉流도와 각 ginsenosides 含量과의 관계에서(表 3) 各養分에서 보다 相關係數가 높은 경우가 많으므로 N, P, K의 전류의 영향은 相加的인 것이라 볼 수 있다.

무기양분의 ginsenosides 含量에 미치는 영향은 養分들이 乾物重에 영향을 주기 때문에 ginsenosides의 회석효과일 수도 있으나 본 시험의 경우 처리간 根重變化에 有意差가 없었으므로<sup>2)</sup> 회석효과는 아니며 養分이 직접 ginsenosides의 生成에 영향을 주는 것으로 보아야 할 것이다.

李<sup>1)</sup> 등은 人蔘뿌리에서 部位別로 볼 때 K와 Ca가 많은 部位에서 粗 saponin이 많다고 하였으며 地上部에서는 N가 많을 수록 또 K가 적을 수록 많은 것으로 나타나 본 시험의 결과와 一致하지 아니한다. 본 시험은 영양조건이 다른 전체 뿌리

**Table 5.** Multiple regression of ginsenoside contents with N,P,K, contents in *P. ginseng* root grown with solutions of different N,P,K levels.

	N	P	K	C	R <sup>2</sup>
Rg <sub>2</sub>	-6.493×10 <sup>-4</sup>	-1.825×10 <sup>-4</sup>	-0.0125	0.9016	0.6719*
Rg <sub>1</sub>	4.479×10 <sup>-3</sup>	-0.1546	-0.1068	5.6863	0.8717**
Re	-3.459×10 <sup>-3</sup>	-0.0530	-0.0823*	6.6215	0.8996***
Rd	-2.749×10 <sup>-3</sup>	-0.0778**	-0.0483***	3.4312	0.9852****
Rc	1.067×10 <sup>-3</sup>	-0.0520	-0.0906**	4.6205	0.8597**
Rb <sub>2</sub>	9.367×10 <sup>-3</sup>	-0.0141	-0.0820	4.5702	0.6737*
Rb <sub>1</sub>	-6.693×10 <sup>-3</sup>	-0.0950	-0.1046	7.4521	0.9064***
PT	0.400×10 <sup>-3</sup>	-0.2083	-0.2019**	13.2177	0.8909***
PD	-9.582×10 <sup>-3</sup>	-0.4206	-0.3259*	20.0853	0.8878***
TS	-7.919×10 <sup>-3</sup>	-0.4471	-0.5274	33.2917	0.8939***
PT/PD	1.472×10 <sup>-3</sup>	-3.340×10 <sup>-3</sup>	8.053*×10 <sup>-3</sup>	0.3854	0.6029

n=8; \*\*\*\*, \*\*\*, \*\*, \*: Significant at p=0.001, 0.01, 0.05 and 0.1  
 PT : Triol saponin ; PD : Diol saponin ; TS : PT+PD

Table 6. Partial correlation coefficient among ginsenoside content and N,P,K, contents in *P. ginseng* root grown under 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	TS	PT/PD
N.P	.6079	.4268	.7224*	.8266**	.5703	.5275	.7608**	.6063	.6880*	.6648	.6263
P.N	.1025	.3984	.0979	.4997	.0751	.0736	.1828	.2522	.1309	.1793	.1242
N.K	.2841	.2786	.6006	.8289**	.1872	.0576	.7033	.4507	.5454*	.5219	.4167
K.N	.5294	.6364	.7206*	.6785*	.7762**	.6383	.6362	.6983*	.7043*	.7117*	.3158
P.K	.1944	.6684	.6190	.9276***	.3951	.0916	.6942*	.6720*	.6123	.6480	.2425
K.P	.7231*	.8081**	.8809**	.9478***	.8741**	.7564**	.8568**	.8728**	.8716**	.8793***	.6059

n=8; \*\*\*, \*\*, \*: Significant at p=0.01, 0.05 and 0.1

PT : Triol saponin ; PD : Diol saponin ; TS : PT+PD

이므로 部位間的 현상과 반드시 일치한다고는 볼 수 없다.

根部의 N, P, K 함량과 각 ginsenoside와의 多重回歸은 表 5와 같다. PT/PD 만을 제외하고 모든 多重相關係數가 有意성을 갖는다. 各回歸係數의 有意성을 보면 N는 有意성이 없고 P는 Rd에서만, K는 Re, Rd, Rc에서만 有意성을 보인다. 이러한 사실은 단순상관에서 칼리와의 관계가 가장 컸던 것과 같이 ginsenoside 生合成에는 칼리가 N나 P보다 뚜렷하게 관여하는 것이라고 볼 수 있다.

葉에서의 多重相關은 K 缺除區의 특이성 때문인지 그 구를 除하지 아니한 경우 有意성이 있는 것은 하나도 없었다. 葉에서의 무기 양분함량이 뿌리의 ginsenosides 함량에 영향을 직접 준다고 보기는 힘들지만 지상부에서의 유기양분의 공급과 根中 무기양분의 양적조절에 의한 간접영양은 무시할 수 없을 것이다. 잎에서도 K가 主役을 담당하는데 K 缺除區를 除外하고 검토해 볼 필요가 있을 것 같다.

뿌리에서 Rd에 미친 P와 K는 K쪽이 有意성이 높고 standard partial correlation coefficient를 보면 P가 -0.3728, K가 -0.4665로 K가 25% 정도 기여도가 높다.

偏相關에 依하여 N, P, K와 ginsenosides와의 관계를 보면 表 6과 같다. 각 ginsenosides와의 관계에서 N보다 K가 P보다 K가 밀접하게 관계되었으나 Rd에서는 P와 K가 유사하고 K보다는 N이 더 밀착되어 있다. N과 P사이에서도 Rb, Rd, Re에서도 N가 有意성있게 P보다 밀착되어 있음을 나타낸다. 칼리의 ginsenosides에 대한 가장 밀

접한 관계는 vermiculite를 사용하여 재배한데 연유될 것은 없을 것으로 보이며 인삼 자생지인 우리나라 토양이 일반적으로 칼리가 많다는 것과 관련될 것 같다.

단순상관, 다중상관 또는 편상관계수로 볼 때 Rd가 가장 영향을 크게 받으며 Re 및 Rb<sub>1</sub>의 순으로 이 세개가 무기양분과 밀접한 것들이라 볼 수 있다. Rd는 무기 양분환경에 대해 그 함량변이가 가장 컸던 것이며 Rb<sub>1</sub>이 다음이었고 Re는 가장 적었던 것이다. 含量으로는 Rb<sub>1</sub>은 diol系에서 최대량 Rd는 최소량의 것이며 Re는 triol 中에 최대량의 것이고 Rb<sub>1</sub>보다 많다. 따라서 무기양분에 의한 영향은 양이나 무기영양 환경에서의 함량변이와 꼭 일치하지는 아니한다고 하겠다.

人蔘 각 ginsenosides의 含量比가 人蔘 효능에 영향을 줄 수 있다면 재배환경과 재배관리의 방법에 따라서 크게 변화될 수 있음을 알 수 있다. 생산지별 품질차이도 무기 영양면에서 검토될 수 있을 것이다. PT/PD의 比에 대하여는 무기양분의 영향이 비교적 적은 편인데(表 5 및 6) 各系 최대성분인 Re 및 Rb<sub>1</sub>가 거의 같은 정도로 영향을 받기 때문일 것이다.

본 자료의 계산을 위한 이승희씨의 노고에 감사한다.

### 要 約

N, P, K 水準을 달리하여 養液栽培한 2年次 人蔘에서 根中 各 ginsenoside 함량과 葉 및 根中の N, P, K, Ca 및 Mg 함량과의 관계를 單純·多

重 및 偏相關으로 조사하였다. K, N, P의 순으로 根에서는 有意性있는 負相關을 보였으며 잎에서는 K는 正相關, N은 負相關이고 P는 一定性이 없었다. 葉과 根의 K, N, 및 P의 비율도 이 순으로 根의 ginsenosides가 有意正相關을 보였다.

Ca와 Mg은 어디서나 有意性은 없었으며 根에서는 Ca는 正相關, Mg는 負相關이고 잎에는 그 반대이다. 칼리 결제구는 잎의 칼리와 뿌리 ginsenosides와의 관계가 기타 처리구들의 경향에서 크게 벗어났으나 N와 P에서는 그렇지 아니하였다. Rd, Re 및 Rb<sub>1</sub>이 무기양분이 가장 영향을 받

았다. PT/PD는 무기양분의 영향을 가장 적게 받았다.

### 參 考 文 獻

1. 李鍾華·朴薰·李政明 : 韓農化誌 23 : 45 (1980)
2. 박훈·이미경·이종화 : 韓農化지 29 : 78 (1986)
3. 李鍾華·李美京 : 人蔘研究報告書(栽培分野) pp. 187~212, 韓國人蔘煙草研究所 (1982)
4. 高麗人蔘, 洪文和監修 p. 71, 韓國人蔘煙草研究所 (1983)