

영양액재배 인삼근의 진세노사이드 조성에 미치는 N. P. K. 의 영향

박 훈 · 이미경 · 이종화

한국인삼연구초연연구소

(1986년 3월 5일 수리)

Effect of Nitrogen Phosphorus and Potassium on Ginsenoside Composition of Panax Ginseng Root Grown with Nutrient Solution

Hoon Park, Mee-Kyung Lee and Chong Hwa Lee

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Science and Technology Town
Daejeon, Korea

Abstract

Panax ginseng seedlings were grown in vermiculite with nutrient solution different in nitrogen, phosphorus and potassium level. Ginsenoside contents of root were investigated by high performance liquid chromatogram. Elimination or increase of one of N.P.K. increased or decreased total saponin content. Nitrogen was most effective (15.5% for -N to 8.9% for 3N) and potassium least. Similar trend was shown in each ginsenoside. According to coefficient of variation in one nutrient treatment or among all nutrient treatments ginsenoside Re was most insensitive to nutrient change and also other environmental factors and Rd most sensitive. Diol content (PD) was more variable than triol (PT) and variation of PT/PD was about half of them. Variation of ginsenoside content by nutrient change had no relation with the ginsenoside content. Similarity of ginsenoside pattern slightly decreased with the difference of saponin content by nutrient change. Root weight was significantly small only in tap water plot.

緒 言

人蔘사포닌은 *Panax*속의 고유한 물질로 알려져 오다가 최근 수세미오이에서 두가지가 밝혀져서¹⁾ 고유성에 도전을 받게 되었다. 그러나 아직 인삼 제품의 품질관리에서 사포닌함량이 기준이 되므로

사포닌함량은 일차적 관심사이며 이의 변동요인을 밝히는 것은 중요한 일이다. 인삼시료의 구입도 어려울 뿐 아니라 사포닌경량이 쉽지 아니해서 년근에 따라 보거나^{2,3)} 生育時期別로 본것^{4,5)}도 상당히 적고 재배환경과는 거의 조사가 되어있지 않다.^{6,7)}

재배환경 요인에는 여러가지가 있으나 영양조

진이 생육에도 크게 영향을 줄 것이므로 영양조건을 달리하여 사포닌 함량에 미치는 영향을 밝히고자 우선 질소, 인산, 칼리의 삼요소 변동요인과의 관계를 養液栽培條件에서 조사하였다.

材料 및 方法

栽培 : 苗蔘을 pot當(a/5000) 7本식 3반복으로 4월 1일에 심어 7월 5일에 수확하였다. Vermiculite를 사용하고 배수가 되도록 하였으며 展葉後 일주일 간격으로 600ml 식 培養液을 주었으며 경우에 따라 증류수만 주기도 하였다.

培養液 : 표준을 N70 P30 K59ppm으로 하였으며 이들중 하나를 除하거나 3배로 한 液 또는 전부를 3배로 한 液을 만들었다. 기타성분은 모든 액에서 일정하게 Ca는 100, Mg 48, Fe 2.8, Mn 0.55, B 0.5, Mo과 Zn은 0.05, Cu 0.02ppm으로 1N NaOH로 pH 5로 調整하였다. N는 NH₄H₂PO₄, Ca(NO₃)₂·4H₂O, KNO₃, Mg(NO₃)₂·6H₂O를 使用하여 표준구는 NO₃만 기타는 NO₃와 NH₄가 共存하게 만들었다. K₂SO₄, Ca(H₂PO₄)₂, CaSO₄, MgSO₄, KH₂PO₄, MnCl₂·4H₂O, H₃BO₃, ZnSO₄·7H₂O, CuSO₄·5H₂O, H₂MoO₄·H₂O, Na₂EDTA·2H₂O, FeSO₄·7H₂O를 使用하였다.

Ginsenoside 分析 : pot別로 수확하여 葉·莖·根으로 나누어 60°C에서 熱風乾燥하여 粉碎한 후 테시케이타에 보관하였다. 根시료 1g을 70% MeOH 30ml를 加하여 60~65°C 수조에서 3시간 추출을

3회하여 합한 추출액을 50°C 이하에서 減압건조하였다. 증류수 10ml로 녹여 분액여두에 옮겨 ethyl ether 30ml로 1회, chloroform으로 30ml씩 3회 추출하여 버리고 水포화 n-BuOH로 30ml씩 3회 추출하여 50°C 이하에서 減압건조하여 HPLC 分析用 粗사포닌 시료로하였다. 粗사포닌은 1ml HPLC 용 MeOH로 녹여 millipore filter로 여과한 후 25ml를 주입하였다. HPLC 조건은 carbohydrate analysis column, RI detector에 CH₃CN/H₂O, 80/20의 용매로 1.0ml/min 流速, 1.0cm/min 記速, Attenuator 8X을 두었으며 Waters Associate Model 244를 使用하였다. 分析은 반복시료별로 1회하였다.

結果 및 考察

三要素 水準別 根收量을 보면 (表 1) N-P-K 70-30-59ppm의 中間수준에서 가장 높았으나 三要素중 1개 결제나 三要素중 1개 증비구의 수량과 有意性있는 差異는 아니었다. 三要素뿐 아니라 기타양분도 거의 없는 水道水區에서만 有意性있는 減小를 보였다. 苗蔘의 水耕栽培는 뿌리의 生育에 對한 養分の 影響이 본시험에서 보다 더 둔감한 것이^{5,7)} 보통이다.

조사포닌 含量에 對한 養分の 影響은 根生育에서 보다는 커서 처리간 有意差를 보인다(表 1). 即 三要素中 어느 하나를 除去한 처리는 三要素中 어느 하나를 높인 처리보다 사포닌 含量이 증

Table 1. Effect of mineral nutrients on saponin contents(mg/g dw) and growth of Panax ginseng root under sand culture.

	-N	-P	-K	B	3K	NPK	3NPK	3P	3N	Mean	Sd.	F test	L.S.D.	
													0.01	0.05
Total	15.51 a	14.72 ab	14.65 ab	14.09 abc	11.72 bcd	10.35 d	11.02 cd	10.13 d	8.85 d	12.34	2.70	0.01	4.10	2.99
P.D	8.92 a	8.25 ab	8.40 a	7.82 abc	6.39 bcd	5.74 d	5.95 cd	5.52 d	4.47 d	6.83	1.72	0.01	2.58	1.89
P.T	6.59 a	6.47 a	6.25 a	6.25 a	5.33 ab	4.61 b	5.06 ab	4.61 b	4.38 b	5.51	1.07	0.05	1.92	1.40
PT/PD	0.74 b	0.78 b	0.74 b	0.80 ab	0.83 ab	0.80 ab	0.85 ab	0.84 ab	0.98 a	0.82	0.11	NS	0.24	0.18
Root weight (g dw/10)	5.49 a	5.11 a	5.14 a	3.53 b	4.94 a	6.16 a	5.79 a	5.80 a	5.09 a	3.66	0.66	0.05	1.24	0.91

B : tap water only, -P : no phosphorus, N.P.K : 70, 30, 59 ppm respectively, 3P : 3 times of p (90ppm), PD, PT : panaxa diol or triol saponin, ab, etc : The same letter indicates no significance at p=0.05 by Duncan multiple range test.

가하며 양이 많거나 적거나간에 삼요소량이 비교적 고루 존재할때는 사포닌함량이 그중간에 오게 된다. 총 사포닌 함량에 미치는 영향은 질소 인산 칼리의 순으로 나타났다. -N 처리와 NPK는 N가 70 ppm의 差異로 5.16mg/g의 差인데 비하여 -P와 3P 사이는 90 ppm 差인데도 4.59mg/g의 사포닌차이를 보이고 있다. K는 N나 P와는 달리 K만 많을때에 사포닌이 증가하는 경향을 보인다(그림 1).

이상의 결과로 미루어 보면 過肥土壤에서 재배된 삼은 사포닌 함량이 감소될 가능성이 크다. 그러나 產地圃의 土壤化學性분과 全사포닌 함량과의 관계는 뚜렷한 관계를 보이지는 아니하였다.⁷⁾ 양분 이외에도 포장조건에서는 사포닌 함량에 영향주는 요인들이 많기 때문일 것이다.

사포닌 함량의 증가가 특정양분의 상대적 결핍 조건에서 더 커진다고 하는 것은 양분장애라고 볼 수 있고 사포닌은 이차대사 산물이므로 stress 下에서 커지는 것이라고 볼 수 있을 것 같고 포장조건에서도 그러한 경향을 보인 것과⁷⁾ 일치한다. NPK 보다도 3NPK에서 많은 것은 鹽類에 依한 장애일 수 있다.

Diol 系사포닌함량이나 triol 系사포닌 함량도 N과 P는 결제와 3 倍區사이에 有意差를 보였다. Panaxadiol과 triol의 比(PT/PD)는 F檢定에서는 有意性이 없었으나 Duncan multiple range test에서는 -N과 3N사이에 有意差를 보였다. 그리하여 N, P, K의 수준별로 증가하는 경향을 보였다(그림 1).

各個 ginsenoside에서도 모두 -N과 3N 사이에 有意差를 보였다(表 2). -P와 3P 사이에 有意差를 보이는 것은 R_{G1}+R_f, R_d 및 R_{b1}의 3개이다. R_e를 除하면 -N과 N사이에서 모두 有意差를 보였다. R_{G1}+R_f, R_d, R_{b2}는 -P와 P사이에서 有意差를 보이고 R_{G1}+R_f, R_c 및 R_{b2}가 -K와 K사이에 有意差를 보여 N과 P에 비하여 K의 영향은 상당히 적다. R_{G2}와 R_e는 F檢定에서 有意性이 없는 것으로 나타나 영양성분에 대한 變化성향이 다른 것보다 못하다는 것을 의미한다.

영양성분에 대한 변화는 各 영양분 처리에서의 變異係數에 의하여 비교검토될 수 있다(表 3). 養分처리에 따라 變異계수는 상당히 달랐으나 일정성이 없었다. 각 양분에 따라 ginsenoside 별로 자기 다르다. 平均 變異계수는 R_{b1}에서 가장 적어 13%였고 R_{G1}+R_f가 18.8%로 가장 컸다. 變異계수는 ginsenoside의 含量과도 관계가 없었다. 동일양분에서의 變異계수가 적은 것은 R_{b2}, R_c, R_e이고(13~14%), 큰 것은 R_{G2}, R_{b1}, R_d 및 R_{G1}+R_f(17~19%)이다. 前者는 동일영양조건에서 기타 조건의 영향이 적지만 後者는 영양조건 이외의 조건에 영향을 크게 받을 수 있음을 나타낸다.

모든 영양처리를 포함한 變異계수를 보면(表 3) 各 영양처리내에서의 변이계수의 경향과 일치하는 것은 아니다. R_e가 18.1%로 가장 적는데 각양분에서의 변이도 적었고 양분처리간에도 F검정에서 有意性이 없었던 점으로 보아 영양환경變化에는 가장 둔감한 것인데 含量이 가장 큰 ginsenoside

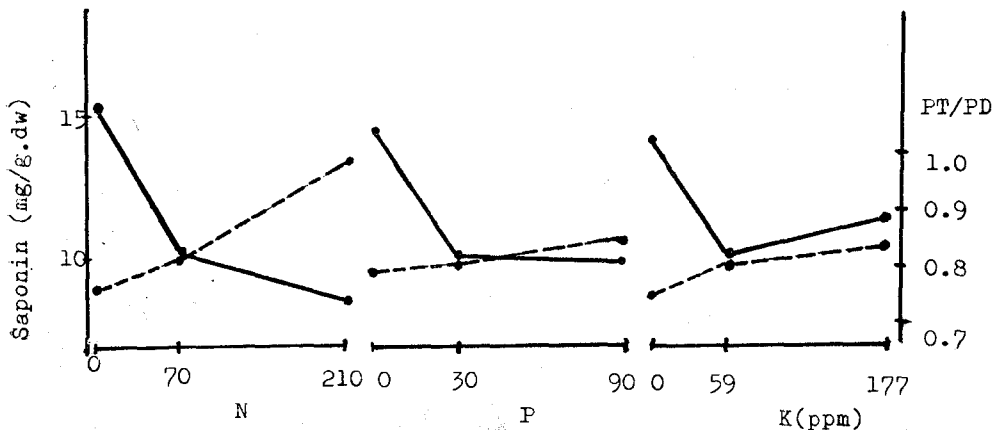


Fig. 1. Saponin content (solid line) and triol to diol (PT/PD) ratio (dotted line) in ginseng root grown with various level of nitrogen, phosphorus and potassium in culture solution.

Table 2. Effect of mineral nutrients on the content (mg/g dw) of ginsenosides in *Panax ginseng* root under sand culture.

	-N	-P	-K	B	3K	NPK	3NPK	3P	3K	Mean	Sd	F test	L.S.D.	
													0.01	0.05
Rg ₂	0.49 a	0.45 ab	0.44 ab	0.44 ab	0.40 ab	0.32 b	0.42 ab	0.33 b	0.31 b	0.40	0.09	NS	0.133	0.182
Rg ₁ +Rf	2.28 ab	2.50 a	2.29 ab	2.20 ab	1.77 bc	1.44 c	1.70 bc	1.45 c	1.46 c	1.90	0.50	0.01	0.884	0.646
Re	3.82 a	3.52 abc	3.52 abc	3.62 ab	3.16 abc	2.85 abc	2.94 abc	2.83 bc	2.61 c	3.21	0.58	NS	1.191	0.870
Rd	1.57 a	1.44 a	1.29 ab	1.28 ab	0.95 bc	0.91 bc	0.77 c	0.80 c	0.73 c	1.08	0.35	0.01	0.528	0.386
Rc	1.79 ab	1.74 abc	1.86 a	1.70 abc	1.34 abcd	1.15 d	1.30 bcd	1.23 cd	0.96 d	1.45	0.36	0.01	0.547	0.399
Rb ₂	2.01 a	1.94 ab	2.13 a	1.99 ab	1.66 abc	1.43 cd	1.76 ab	1.48 bcd	1.16 d	1.73	0.38	0.01	0.636	0.464
Rb ₁	3.55 a	3.13 ab	3.12 ab	2.86 abc	2.44 bcd	2.25 bcd	2.13 cd	2.01 cd	1.62 d	2.57	0.72	0.01	1.15	0.839

B : tap water only, -P : no phosphorus, N.P.K : 70, 30, 59ppm respectively, 3P : 3 times of P, PD, PT : Panaxa diol or triol saponin, ab, etc : The some letter indicates no significance at P=0.05 by Duncan multiple range test.

Table 3. Coefficient of variation (%) of ginsenosides in nutrient condition.

	Rg ₂	Rg ₁ +Rf	Re	Rd	Rc	Rb ₂	Rb ₁	PT	PD	PT/PD	Total
Mean	17.1	18.8	14.4	18.5	14.1	13.2	17.6	14.1	14.9	10.3	13.6
Maximum	13.1	29.7	27.7	30.2	23.2	24.2	28.2	21.7	21.2	24.9	18.9
Treatment	B	3N	NPK	-K	3N	-P	NPK	3K	-K	3K	-K
Minium	1.17	13.7	4.40	7.53	6.09	4.04	10.2	4.88	6.58	4.29	9.90
Treatment	-N	-P	-N	3NPK	NPK	3NPK	3K	-N	3NPK	3P	-N
All treatments	22.5	26.3	18.1	32.4	24.8	22.0	28.0	19.4	25.2	13.4	21.9

이다. Re보다 함량이 약간 적은 Rb₁은 變異係數가 두번째로 커서 28%나 되며 이것은 동일양분내에서도 변이가 큰 편이었다. 가장 양분조건에서 變異가 큰것은 Rd로 32.4%이다. 이것은 Rb₁의 半이 못되는 함량으로 diol에서는 가장 적은 함량의 것이다. 即 養分環境變化에 依한 진세노사이드 함량變異의 크기는 Rd>Rb₁>Rg₁+Rf>Rc>Rg₂≥Rb₂>Re 이므로 diol系 總량의 變異(25.2%)가 triol系의 變異(19.4%) 보다 크다. PT/PD의 變異는 13.4%로 상당히 적었다. 根重의 變異係數는 18.0%로 어느 ginsenoside 보다 적었다. 無機養分環境이 뿌리의 生育보다 ginsenoside의 代謝에 影響하는 바가 훨씬 큰것을 의미한다.

各 ginsenoside 함량 변이가 서로 다르기 때문에

사포닌 구성 ginsenoside의 組成 即 ginsenoside 구성 pattern에 變化를 가져올 것으로 예측된다. pattern의 類似度를 단순상관에 依하여 본 결과 表 4와 같다. 양분처리에 의하여 함량차이가 커질수록 類似度가 떨어지는 것을 알 수 있다. 即 총사포닌 함량의 變化는 組成의 變化를 수반한다. 그러나 그 조성의 變化는 현저한 것은 아니다.

이상의 결과로 볼때 산지포장에서 토양의 양분 함량이 증가되면 사포닌 함량이 감소될 가능성이 크다. 사포닌함량을 증가시키기 위하여 재배조건 별로 각 진세노사이드의 함량변화에 주는 영향을 검토하여 최고의 사포닌재배조건을 도출할 수 있을 것이다.

Table 4. Effect of mineral nutrients on the ginsenoside pattern (simple correlation coefficient) of *Panax ginseng* root under sand culture.

	-P	-K	B	3K	NPK	3NPK	3P	3N
-N	0.987	0.986	0.983	0.979	0.986	0.947	0.963	0.937
-P		0.991	0.989	0.979	0.974	0.957	0.962	0.952
-K			0.993	0.987	0.982	0.975	0.977	0.949
B				0.997	0.992	0.986	0.991	0.977
3K					0.996	0.990	0.996	0.981
NPK						0.978	0.992	0.972
3NPK							0.993	0.976
3P								0.984

요 약

버미큐라이트 포트 시험으로 苗蔘의 養液栽培에서 N.P.K.의 水準을 달리하여 근중 ginsenoside의 含量變化를 調査하였다. 이들 중 어느 하나의 결계 또는 증가는 사포닌 含量의 증가 또는 감소를 보였다. 사포닌 함량에 영향을 가장 크게 주는 것은 질소이고(15.5%에서 8.9%) P, K의 順이었다. 각 ginsenoside 함량에서도 類似한 결과를 보였다. 양분환경변화에 의한 含量變異의 順位는 $Rd > Rb_1 > Rg_1 + Rf > Rc > Rg_2 \geq Rb_2 > Re$ 로 Re가 가장 둔감하며 다른 요인에 관하여도 둔감할 것으로 보였다. Diol 총량이 triol 총량보다 민감하나 이들의 比는 절반의 변이계수를 보였다. 영양조건에 의한 각 ginsenoside의 變異는 그 含量과는 無關하였다. Ginsenoside pattern의 類似度는 총 사포닌 함량에 차이가 큰 처리간에서 낮아졌다. 뿌리의 生育은 水道水區에서만 유의성있게 적었다.

參 考 文 獻

1. Takemoto, T., Arihara, S., Yoshikawa, K.,

Kusumoto, K., Yano, I. and Hayashi, T.: *Yakugaku Zasshi*, 104 : 246(1984).
 2. 李鍾華·南基烈·金明秀·裴孝元 : 韓國農化學會誌, 21(1) : 58(1978).
 3. 張辰奎·李光承·權大源·南基烈·崔鎮浩 : 韓國食糧營養學會誌, 12 : 207(1983).
 4. Kim, S.K., Sakamoto, I., Morimoto, K., Sakada, M., Yamasaki, K. and Tanaka, O.: *Proc. 3rd International Ginseng symposium (Seoul)*: 5, Korea Ginseng Res. Inst. (1980).
 5. 朴 薰·尹鍾赫·李美京·趙炳九·卞貞洙·李鍾律 : 栽培條件이 原料蔘의 內空內白素質에 미치는 影響研究, pp.165, 韓國人蔘煙草研究所(1984).
 6. 李鍾華·朴薰·李美京·趙炳九·朴玟錫 : 物質代謝에 關한 研究, 人蔘의 營養生理에 關한 研究, 153, 韓國人蔘煙草研究所(1983).
 7. 朴薰·尹鍾赫·李美京·趙炳九·張永鎮·李鍾律 : 栽培條件이 紅蔘品質에 미치는 影響研究 人蔘研究報告書(栽培分野) : 215, 韓國人蔘煙草研究所(1985).