韓作誌(Korean J. Crop Sci.) 31(3) : 286~292(1986)

人蔘의 種子開匣時와 苗生育初期의 Ginsenosides 및 遊離糖의 變化

朴貴姬*·李美京**·朴 薰**

Change of Ginsenosides and Free Sugars in Seeds During Stratification and Seedling During Early Growth Stage of *Panax ginseng*

Qui Hee Park*, Mee-Kyoung Lee and Hoon Park****

ABSTRACT

For the elucidation of saponin synthesis during ontogeny changes of ginsenosides and free sugars in seeds during stratification and seedlings in early growth stage were investigated with high performance liquid chromatography. Embryo plus endosperm at 40-day stratification showed 80% decrease of total saponin, disappearance of Rc, Rb_2 and Rb_1 and appearance of Rg_3 (probable) and 20-Glc-Rf (probable). Leaf ginsenoside F_3 was found not in fruit plup but seed and decreased during stratification. Both decomposition and synthesis of saponin seemed to occure during stratification. Ginsenosides in endosperm and embryo might be originated from fruit pulp by penetration. In seedling saponin appeared first in shoot and in root about one month later. Ginsenoside Rc, Rb_2, Rb_1 appeared in root at the last investigation (June 30) indicating normal saponin synthetic capacity of root. Saponin synthetic rate was twice in leaf than in root. Leaf ginsenoside F_3 was found in seedling root. Root saponin Rg_3 and 20-Glc-Rf were found in leaf and stem in seedling and decreased with growth suggesting that rate saponin is not such in certain growth stage. Total saponin content was negatively correlated with PT/PD in seeds and arial parts of seedling due to greater change of PD. than PT. Seed at 70days stratification showed high sucrose content. In seedling glucose was main sugar in stem all the while and sucrose in root at early stage while glucose, fructose and sucrose were found in leaf.

緖 言

人蔘saponin에 관한 연구는 효능과 분자구조에 관한 것이 대부분이고 生合成에 관한 것은 극히 드물다.[1] 生合成은 인삼의 모든 부위에서 일어나는 것으로 보고 있으나[2,3] 보문이 적기 때문에 좀더 추구 되어야 할 것이다. 生合成에 관한 연구 방법으로는 個體發生學的인 면에서 검토하는 것도 効果的일 수 있다. 따라서 우선 種子의 發育段階와 苗의 初期發育段階에서의 saponin 構成分인 ginsenosides들의 變化를 조사하므로써 生合成 硏究의 最適時期와 部位에 관한

* 現住所(Present address) : Bioengineering Center, University of Washington, Seatle, U.S.A.
** 韓國人蔘煙草硏究所, 大德硏究團地(Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Science Town, Daejeon 300, Korea)〈'86. 5. 27 接受〉

情報를 얻고자 수행되었다.

材料 및 方法

1. 試料의 採取 및 調製:

7月 中旬 紅熟果와 綠色果를 分離 採取하여 成熟 및 未成熟 種子로 보았다. 開匣過程中의 試料는 7月末 채취종자를 냉장고에 두었다가 8월 20일부터 개갑처리 후 40일과 70일에 채취하였다. 果肉과 種皮를 除去하고 胚乳와 胚芽部 生體를 90% methanol에 담가 추출시까지 냉장고에 보관하였다. 苗蔘은 出芽始인 4월 20일과 展葉完了가된 5월 29일, 地上部 生長完了期인 6월 30일의 세 시기에 養直苗圃에서 각각 4.33g, 4.53g(15本), 8.13g(15本)씩 採取하여 잎, 줄기, 뿌리로 分離하여 生體를 使用하였다. 出芽始의 시료는 잎과 줄기(苗蔘에서는 掌葉柄을 줄기로 봄)가 區分하기에 너무 적어서 區分하지 않았다.

2. 사포닌抽出 및 分析[4]:

種子는 抽出前에 乳鉢에 海砂를 넣고 마쇄하였으며 苗蔘은 그대로 추출하였다. 抽出은 60~65℃ 水槽에서 換流 冷脚裝置를 사용하여 90% methanol로 3시간씩 3回 추출하여 合하여 50℃ 이하에서 감압건조하였다. 증류수로 녹여 分液깔대기에 옮기고(5 ml씩 4回), ethyl ether(50ml, 1回)와 chloroform(50ml씩 3回)으로 非極性 物質을 除去한 후 水飽和 n-Butanol로 抽出(50ml씩 3回)하여 합한 것을 물로 씻어(50ml씩 3回) 糖과 水溶性物質을 除去한 후 50℃에서 감압 건조하여 high performance liquid chromatography(HPLC) 分析用 組사포닌 시료로 하였다. 組사포닌을 약 5%(W/V)되도록 HPLC用 methanol에 녹여 millipore filter로 여과한 후 20μl을 HPLC機(Waters Associate Model 224)에 注入하였다. 分析條件은 다음과 같다. μ-Bondapak Carbohydrate analysis column, RI detector, Acetonitrile/H_2O/n-Butanol(80 : 20 : 15) solvent, 2.0ml/min. flow rate, Attenuator 8X, Data module, 1.0cm/min. chart speed. Chromatogram의 各 peak는 標準化 saponin의 chromatography에 依하여 同定하고 未知 leaf saponin은 root saponin과의 peak位置[5] 및 보고된 分子構造를 감안[6,7] 추정하였다. 각 ginsenoside의 含量은 Rg_1을 標品을 使用하여 Rg_1 equivalent로 계산하였다.

3. 遊離糖의 抽出 및 分析[8]:

사포닌 抽出과 同一하며 사포닌抽出하고 남은 물층을 HPLC用 millipore filter로 濾過한 후 10~50μl를 inject하여 분석하였다. HPLC分析 조건은 solvent system을 CH_3CN/H_2O(80 : 20)로, flow rate 1.0ml/min로 한 것 以外는 saponin과 同一하다.

結果 및 考察

綠色果皮를 갖는 未熟種子와 紅熟種子의 種皮를 除去한 部分(胚乳 및 胚)과 이들의 40일 및 70일간의 개갑 후에 본 사포닌의 HPLC는 그림 1과 같고 여기에서 各 ginsenoside를 계산하여 紅熟種子의 果肉部의 그것과 比較한 것은 表 1과 같다. 果肉이 種子

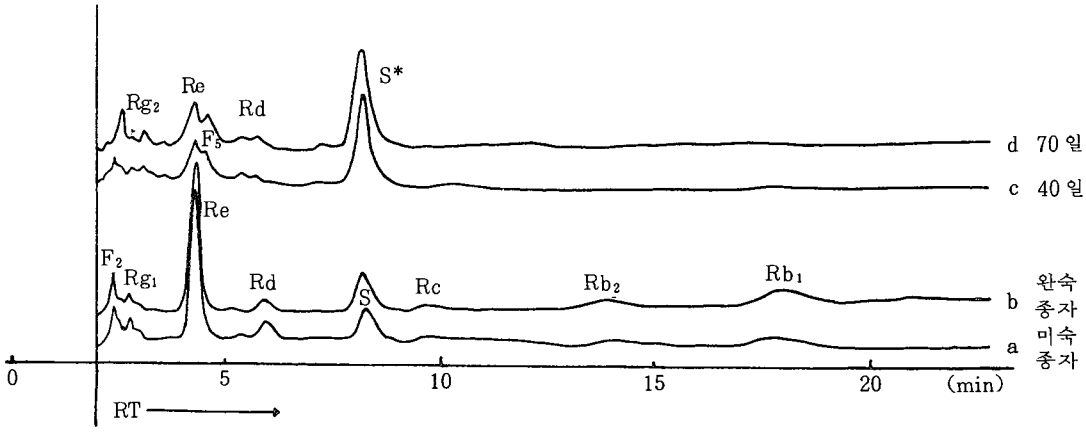

Fig. 1. High performance liquid chromatogram of saponin in *Panax ginseng* seed during stratification. S*: proable sucrose

Table 1. Content of ginsenosides in ginseng seed during stratification. (ug/g Fw)

	F_3	Rg_2	Rg_1	F_4	Re	F_5	Rd	Rc	Rb_2	Rb_1	TS	PT	PD	PT/PD	S
Fruit															
Red pulp(A)	–	–	604	–	4116	–	818	695	564	245	7042	4720	2322	2.03	–
Embryo and Endosperm															
green seed(B)	25.0	T	16.7	T	292	–	61.5	36.0	40.4	85.8	557.4	333.7	223.7	1.49	107.7
red seed(C)	23.5	T	9.8	T	252	–	36.3	33.3	53.6	122	530.5	285.3	245.2	1.16	117.6
Stratification															
40 days	7.5	T	4.0	4.8	39.2	27.5	4.2	–	–	–	87.2	78.2	9.0	8.69	125.2
70 days	T	23.3	T	9.2	55.1	35.2	5.8	–	–	–	128.6	113.6	15.0	7.57	143.5
B/A(%)	–	–	3.0	–	7.1	–	7.6	5.2	7.1	35	7.9	7.1	9.6	–	–
C/A(%)	–	–	1.6	–	6.1	–	4.4	4.7	9.5	50	7.5	6.0	10.6	–	–

– ; No peak T ; trace s ; likely sucrose
PT; $F_3 + Rg_2 + Rg_1 + Re + F_5$ PD ; $F_4 + Rd + Rc + Rb_2 + Rb_1$

보다 總 saponin 함유율이 훨씬 높다. 果肉의 乾物率이 7.94%이고 胚乳의 乾物率은 57.3%이므로 乾物率當으로는 果肉이 월등히 높은 것을 알 수 있다. 紅熟種子의 胚乳와 胚에서 saponin함량은 未熟種子의 그것보다 약간 적은 경향이다. 開匣處理 40일 후에 약 84%가 감소되었으며 70일 후에는 40일 후보다 약 50%의 증가를 보였으나(表 1), saponin의 生合成 때문이라고 단정하기에는 충분치 않다. 開匣初期에 saponin 含量이 크게 감소하는 것은 灌水에 依한 세척용탈된 때문이라고 볼 수 있는데 親水性基가 많은 panaxa diol系(PD)가 96%로 대부분 없어진데 반하여 triol(PT)은 약 73% 감소하였기 때문이다.

開匣過程에서의 ginsenosides의 變化를 보면(表 1) 種子에서와 상당히 다른 것을 알 수 있다. 表 2는 이들 *ginsenoside pattern*의 類似度를 단순상관으로 본 것이다. 果肉과 種子는 類似度가 높으나 開匣種子와는 멀고 開匣期間이 길어지면서 더 멀어져서 種子와 70日간 開匣種子 사이에는 유사도에 유의성이 없음

Table 2. Saponin pattern similarity among seed during stratification.

	Embryo and Endosperm			
	red *fruit* pulp	green seed	red seed	*Stratification* 40 days
Green seed	0.958***			
Red seed	0.886****	0.976****		
Stratification				
40 days	0.690**	0.655**	0.574*	
70 days	0.661**	0.616*	0.536	0.892****

****, ***, **, * ; P = 0.001, 0.01, 0.05 and 0.1

을 알 수 있다. 果肉과 種子의 높은 類似度는 果肉에서 種子로 사포닌이 침투해 들어오는 것이라고 생각할 수도 있으나 人蔘種子는 脂質이 많아 saponin의 침투가 용이하지 않은 것으로 보인다. 表 1에서와 같이 果肉에는 發見되지 않은 ginsenoside F_3가 뚜렷하게 나왔고 Rg_2와 F_4도 trace로 나타난 것도 endosperm內에서 사포닌 합성이 이루어지고 있는 것으로 볼 수 있다. 그러나 種子 ginsenoside의 果肉의 것에 대한 百分率(表 1)은 가장 친수성인 Rb_1이 35~50%로 가장 높고 기타는 10% 以下이나 diol 系가 높고 Rg_1이 특히 적은 점 등은 침투 가능성도 있는 것으로 보인다. 부분적으로 生合成하고 몇 개는 침투 이전 될 수도 있을 것으로 보인다.

開匣過程에서는 Rc, Rb_2, Rb_1의 diol系 ginsenoside가 모두 없어지고 F_5와 trace로 있던 F_4가 새로 나타났다. Rg_3(F_4)는 diol系의 分解 産物로 나온 것으로 볼 수 있으며 특히 개갑 초기에 ginsenoside의 糖을 에너지원으로 活用하는 때문으로 보인다. F_5는 20-gluco-Rf로 추정되는데 이것은 Rg_1에서 合成될 수 있을 것으로 보이며 개갑 과정에서 Rg_1은 줄어들고 F_5는 증가하므로 가능성을 보인다. Rg_3과 20-Glc-Rf는 根에서만 보고되어 있으며[7] 개갑종자에서는 조사보고 된 바가 없어 알 수 없다. F_3는 개갑과정에서 감소하였으며 Rg_2는 trace이던 것이 증가하였다. 이들 역시 前者는 葉과 花雷에서 後者는 根에 存在하는 것으로 보고되었고[7] 種子나 開匣過程에 존재함은 처음인 것이다. Rg_2는 Re에서 glucose가 떨어짐으로 생성될 수 있는데 Re는 개갑초기에 많이 감소하고 개갑 중 40日~70日 사이에 조금 증가하였다. 개갑과정 및 種子의 紅熟過程에서 sucrose로 인정되는 peak이 커지는 경향을 보였다(그림 1). 種

子에 sucrose가 많아서(Table 8) 추출시에 남았기 때문으로 보이나 확인하지는 못하였다.

發芽後 生育初期의 苗蔘中 saponin 含量은 表 3과 같고 pattern은 그림 2와 같다. 4월 20일은 줄기가 지상부에 나와 잎이 펴지기 전이므로 잎이 너무 적어 잎과 줄기를 구분하기가 어려울 때이다. 이 때의 줄기의 全사포닌 함량은(表 3) 개갑종자에서 보다 많아져서 發根後 줄기의 生長과 동시에 사포닌이 합성된다고 볼 수 있다. 그러나 4월 20일의 根에서는 peak로 볼 수 있는 것이 3개 있었으나 이들은 사포닌으로 볼 수 없었으므로 根에서의 saponin生合成은 상당히 늦게 시작하는 것으로 보인다. 그후 約

Table 3. Content of ginsenosides in ginseng seedlings. (ug/g Fw)

		FW(%)	F_1	F_3	Rg_1	F_2	F_4	Rf	Re	F_5	Rd	F_6	Rc	Rb_2	Rb_1	TS	PT	PD	PT/PD
Leaf																			
May	29	43.1	211	748	1118	1212	1756	T	2420	1406	751	670	–	–	–	10292	5903	4389	1.35
Jun.	30	35.6	448	845	1988	1446	1445	T	2948	1052	1578	776	294	332	–	13152	7281	5871	1.24
Stem																			
Apr.	20	61.9	–	–	64	–	69	72	111	93	–	–	–	–	–	409	340	69	4.93
May	29	38.9	81	–	125	–	261	T	144	382	–	68	–	–	–	1061	732	329	2.22
Jun.	30	28.0	–	–	411	–	162	T	430	126	55	39	–	–	–	1223	967	256	3.78
Root																			
Apr.	20	38.1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
May	29	18.0	–	72	113	–	73	59	181	94	132	137	–	–	–	861	519	342	1.52
Jun.	30	36.4	–	134	185	–	109	60	360	211	238	227	173	168	222	2087	950	1137	0.84

* ; stem + leaf T ; trace – ; No peak

PT ; $F_1 + F_3 + Rg_1 + Rf + Re + F_5$ PD ; $F_2 + F_4 + Rd + F_6 + Rc + Rb_2 + Rb_1$

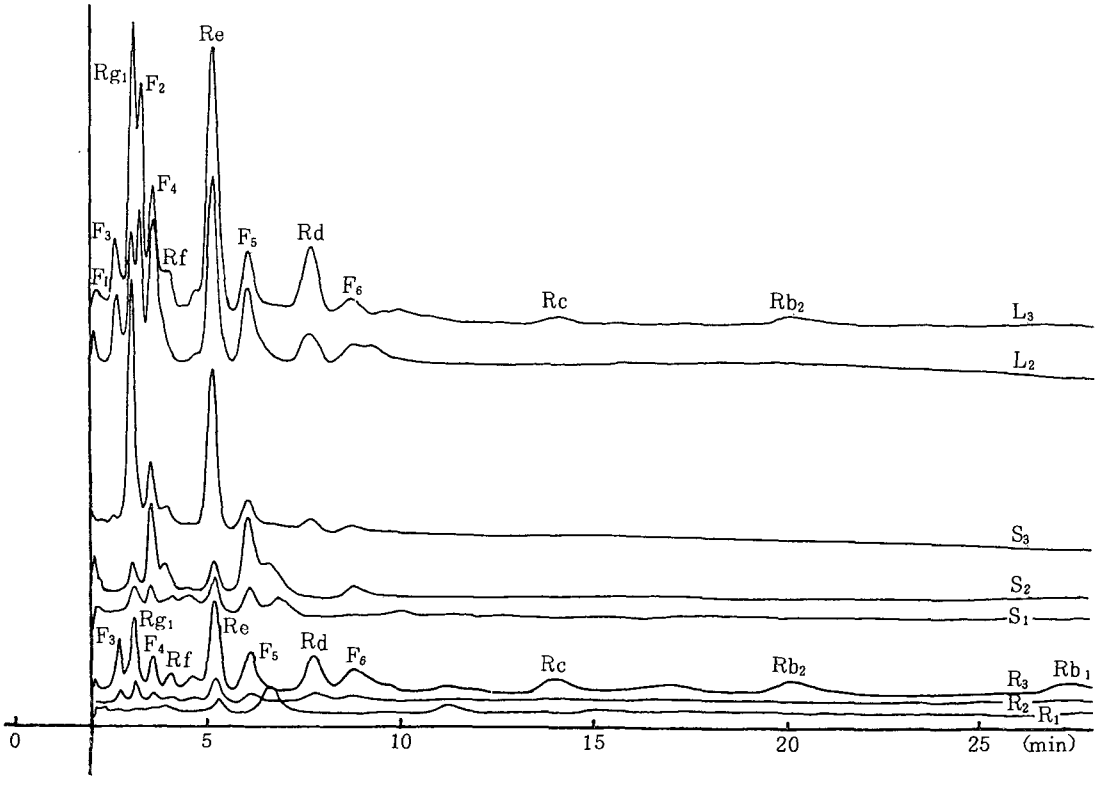

Fig. 2. High performance liquid chromatogram of saponin in *Panax ginseng* seedling at early growth stage. R,S,L ; Root, Stem and Leaf. 1, 2, 3 ; April 20, May 29 and June 30.

40일 즉 줄기의 生長이 거의 끝나는 5월 29일조사에서 根의 사포닌이 861㎍/g FW로, 4월 20일 최초로 검정한 때 줄기의 약 2倍가 되었다. 그러나 이때도 줄기보다 함량이 적고 잎의 8.4%에 不過하였다. 잎의 生長이 完了되어 地上部 生育이 完了되는 6월 30일에는 뿌리의 saponin 含量이 줄기보다 많아져서 본격적인 saponin 合成段階에 들어섰다고 볼 수 있다. 6월 중의 saponin 合成速度와 生體增加速度를 보면 表 4와 같다. 生合成 속도(日當生體重當 사포닌 함량)는 잎에서 89로 뿌리의 두배이고 生重增加速度는 苗蔘根이 葉의 2배가 더 되어 植物體部位別 苗當 saponin合成量은 葉과 根에서 차이가 없다. 줄기의 saponin 生合成 속도는 뿌리의 1/8정도였다.

苗蔘에서 時期別로 各 部位의 saponin pattern을 보면(表 3) 4월 20일 줄기에서 개갑종자에 나타나지 아니하였던 Rf가 처음 나타났다. 기타 ginsenoside에서는 그 傾向이 개갑종자에서의 그것과(表 1) 유사하여 表 5에서 보면 初期의 것이 가장 높은 相關을 보였다. 이것은 개갑과정에서도 사포닌이 생합성 되고 있음을 의미하는 것 같은데 개갑초기가 후기보다 높은 상관도를 보이는 것은(表 5) 이에 대한 신빙성을 적게 한다. 苗蔘部位間 pattern은 類似度가 比較的 높은데(表 6) saponin을 本格的으로 根에서 合成하는 6월 30일의 뿌리가 특별히 다르다는 것을 알 수 있다. 그것은 6월 30일에 가서야 뿌리에서 Rc, Rb_2, Rb_1의 diol系가 合成되기 때문이다. 잎에서도 그때에야 Rc와 Rb_2가 생긴다. Rf는 줄기에서 5月부터는 적어져서 trace로 되어 버린다. 葉 ginsenoside로만 알려진 F_3가 5月부터 根에 나타났고 6月에 약 倍로 증가한 사실은 뿌리에서도 합성되는 것인지 또는 葉에서 전류된 것인지의 문제를 남기며 뿌리에서는 언제 이것이 사라지는지도 의문이다. F_6은 5월부터 모든 部位에 나타났는데 잎에서만 미량으로 보고된 것으로[6] 이때는 잎에서 Rd양과 거의 같고 6월 30일에는 Rc, Rb_2보다 두배 이상 크고 뿌리에서도 크다. 잎에서 보면 根에서만 보고된 F_5도 6월 30일에 적어지고 F_6도 다른 ginsenoside 보다 증가율이 적어서 고년근 성숙기의 잎에서는 상당히 적어질 가능성을 보인다. 葉 ginsenoside인 F_1 F_2 F_3도 F_1이 F_2나 F_3보다 두배로 되어 있는데[6] 6월 30일에도 F_2가 F_1의 3倍가 되므로 생육시기에 따라 saponin pattern이 변하고 있음을 알 수 있다. 5월에

Table 4. Rate of growth and saponin synthesis in ginseng seedling during early stage.

	mg FW/100 plants, day	ug saponin/g FW, day	ug saponin/100 plants, day
Leaf	197	89.4	17.6
Stem	109	5.1	0.56
Root	445	38.3	17.0

Table 5. Saponin pattern similarity between seed and seedling.

	Leaf		Stem			Root	
	May 29	Jun. 30	Apr. 20	May 29	Jun. 30	May 29	Jun. 30
Embryo and endosperm							
green seed	0.491*	0.587**	0.405	0.016	0.575**	0.479*	0.690***
red seed	0.392	0.465*	0.340	−0.025	0.495*	0.357	0.679***
stratification							
40 days	0.761***	0.670**	0.755***	0.615**	0.656**	0.633**	0.585**
70 days	0.641**	0.528*	0.674***	0.538**	0.564**	0.490*	0.467*
Red Fruit pulp	0.560**	0.687***	0.488*	0.081	0.683***	0.550**	0.679***

****, ***, **, * ; P = 0.001, 0.01, 0.05 and 0.1

Table 6. Saponin pattern similarity at early growth stage.

		Leaf		Stem			Root
		May 29	Jun. 30	Apr. 20	May 29	Jun. 30	May 29
Leaf	Jun. 30	0.902****					
Stem	Apr. 20	0.676**	0.539*				
	May 29	0.633**	0.376	0.709***			
	Jun. 30	0.745***	0.839****	0.735***	0.477*		
Root	May 29	0.567**	0.721***	0.563**	0.375	0.683***	
	Jun. 30	0.370	0.451	0.399	0.199	0.539*	0.673**

****, ***, **, * ; P = 0.001, 0.01, 0.05 and 0.1

비하여 6월에 F_1이 유난히 2倍 이상 증가하여 성숙기에는 F_1이 가장 많아질 가능성이 보이고 있다. F_6는 분자구조까지 보고되어 있으나[6] 최근의 綜合報告[7]에서 發見되지 않은 점은 이상하다.

苗蔘에서 saponin이 增加할 때에는 PT보다 PD 系 ginsenoside의 增加가 큰 것으로 나타났다(表 3). 따라서 全 saponin과 PT/PD關係를 보면(表 7) 胚乳 및 胚에서 가장 有意性이 크게, 苗蔘의 地上部에서 有意性있는 負相關을 보였고, 기타의 경우에도 有意性은 없지만 負相關을 보인다. 이러한 결과는 N.P.K의 양분수준을 달리한 條件에서 saponin의 變化가 심했고 이는 PD에 依存하여[8] 이상과 같은 결과가 나왔음과 一致한다. saponin 代射의 主役은 diol 系라고 볼 수 있을 것이다.

이상의 결과로 볼 때 苗蔘의 saponin 構成은 特殊性이 있는 것으로 보이며 高年根에서도 生育時期를 달리하므로서 未知의 希貴 ginsenoside가 發見될 可能性을 보여준다.

開匣過程과 苗蔘에서의 遊離糖을 보면 表 8과 같다. 개갑처리 70일 후에는 sucrose는 아직 많으나 glucose는 흔적, fructose는 없는 것으로 나타났고 arabinose로 추정되는 당이 존재하였다(그림 3). 苗蔘에서는 部位別로 특징이 있어서 잎에서는 세개의 당이 다 있으나 sucrose외는 6月에 적어졌으며 줄기에는 glucose만 특히 많이 존재하고 뿌리에는 glucose가 가장 귀한 것으로 되어 있다. 初期 뿌리에는 sucrose가 수확시 種子에서 보다 많다가 뿌리가 왕성히 자라면서 흔적으로 밖에 존재하지 않는 것을 알 수 있다. 遊離糖은 채취일의 환경조건에 의하여 영향받기 쉬울 것으로 보이나 部位別 固有性이 나타난 것으로 보아 變異가 그렇게 큰 것 같지는 않다. 개갑과정이나 苗蔘에서 당이 흔적으로 존재하는 것은 遊離糖의 수요가 크다는 것을 나타내며 이는 개갑종자에서 saponin의 糖基를 잘라서 糖의 원천으로 사용할 가능성을, 苗蔘에서는 saponin 合成에 糖을 소모해야 하는 부담을 나타낸다. 特殊한 ginsenoside의 生成과 消滅은 이러한 糖의 供給方式과 관계 된 것인지 검토해 볼 필요가 있을 것이다.

個體發生 段階別 saponin 變化는 saponin 生合成의 始點과 始點場所를 찾을 수 있고 이에 의하여 세포단위에서의 生合成 정보를 얻을 수 있을 것이다. 이상의 조사결과로 보아 줄기에서는 본 조사의 4월 20

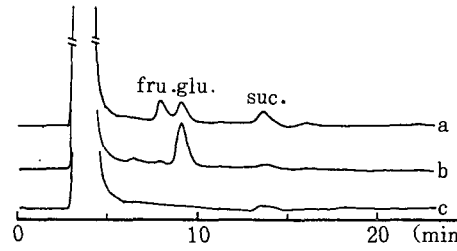

Fig. 3. High performance liquid chromatogram of sugar in leaf(a), stem(b), and root(c) of *Panax ginseng* seedling on May 29.

Table 7. Linear correlation between total saponin and PT/PD in ginseng.

Plant part	r	p	n
Leaf, stem	−0.813	0.1	5
Leaf, stem, root	−0.494	NS	7
Embryo and Endosperm(seed)	−0.994	0.01	4
Seed, seed pulp Leaf, stem, root	−0.422	NS	12

NS : not significant

Table 8. Free sugar content of seed and seedling of panax ginseng. (mg/g FW)

		Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Embryo and endosperm					
at harvest		1.29	2.13	24.6	28.02
70 days stratified		(1.02)	T	20.0	21.02
Seedling					
Leaf	May 29	3.98	4.51	3.12	11.61
	Jun. 30	0.58	0.44	3.13	4.15
Stem	*Apr. 20	T	5.39	T	5.39
	May 29	T	10.4	T	10.4
	Jun. 30	T	1.16	T	1.16
Root	Apr. 20	T	T	27.2	27.2
	May 29	T	T	T	T
	Jun. 30	1.46	T	T	1.46

( ) : probable arabinose. * : stem + leaf T : trace

일보다 앞당겨 조사할 필요가 있을 것으로 보이며 뿌리는 4월 20일 이후 5월 중순 전에 조사해야 되리라고 본다.

saponin 含量을 生體重으로만 보는 것은 時期別 水分含量의 差異로 乾物當으로 보는 것이 타당할 것이나 이상의 증감의 검토에는 이점을 고려하였다. 개갑완료시에는 개갑초기 43%의 수분이 60%로 올라가게 되므로 실제 사포닌이 변화하지 아니하여도 생체당 감소로 나타나게 되나 그 이상이었다. 苗蔘에서도 初期에는 잎에서 86.7% 줄기 94.5%, 뿌리 93%의 水分을 보이며 5월 29일에는 84.4%, 91.5% 86.8%로 되어 자라면서 수분이 감소되는 것을 알 수 있다. 이 정도의 변화는 saponin 變化幅보다 적다.

摘　　要

Saponin生合成의 個體發生學的 情報를 얻기 위하여 人蔘種子의 開匣過程과 苗蔘生育初期에 saponin 및 遊離糖의 變化를 HPLC로 調査하였다. 개갑처리 40일 후에 약 80%의 saponin이 없어졌으며 Rc, Rb_2, Rb_1이 없어지고 PD가 더 많이 없어졌다. 70일 후에는 40일 후보다 증가하였으며 Rg_2와 Rg_3(추정), 20-gluco Rf(추정)의 증가는 분해용탈 외에 生合成 가능성을 배제하지 아니하였다. F_3(추정)는 果肉에 없고 未熟胚乳와 胚에 있고 개갑과정에서 적어졌다. Rg_3는 果肉에 없고 胚乳와 胚에 흔적으로 있으나 개갑에서 증가되었다. 20-gluco Rf는 개갑 중 胚乳와 胚에서만 나타났다. 4월 20일의 苗蔘根에서 saponin은 없었으나 줄기에서는 개갑시보다 많았다. 根의 saponin 생성은 5월 29일에 나타났으나 6월 30일에야 Rc, Rb_2, Rb_1이 처음 생기며 본 궤도에 이르는 것 같다. 6月中 단위 生重當 saponin 生合成 속도는 뿌리보다 잎에서 倍가 높았다. 잎사포닌 F_3와 F_6가 뿌리에서 발견되고, 根 saponin Rg_3와 20-gluco-Rf가 葉에서 나타났으나 점점 감소하였다. Saponin함량의 變化에는 PD가 主役이여서 PT/PD는 saponin 含量과 負相關을 보였다. 개갑처리 70일에도 sucrose 의 함량이 높았으나 glucose는 흔적, fructose는 없었다. 苗蔘의 잎은 sucrose보다 glucose와 fructose가 초기에는 많았으나 후에는 상당히 적어졌다. 줄기는 glucose가 많고 기타는 흔적 정도였으며 뿌리는 초기에 sucrose가 종자에서 보다 높았으나 그후 모든 당이 거의 흔적 뿐이었다.

引 用 文 獻

1. Abstracts of Korean Ginseng. 1981－1983. World-wide Collected Billiography. Vol. Ⅱ. 1984. Korea Ginseng and Tohaco Research Institute. 423p.
2. Staba, E.J. 1974. Plant biochemistry of ginseng saponin(Ⅲ). radioactive studies(Ⅰ). sodium acetate-U-C^{14} feeding experiment. Proceedings of International Ginseng Symposium. 101－113. The Research Institute Office of Monopoly. Korea.
3. 주충노 • 곽한식 • 이휘봉 • 이종화. 1983. Biosynthesis of saponins in *Panax ginseng* C.A. Meyer. Korean J. Ginseng Sci. 7(2) : 108－114.
4. Park, H., Q. Park-Lee and K.J. Yoo. 1982. Relationship between ginsenoside content and stem color intensity of panax ginseng. J. Korean Agric. Chem. Soc. 25 : 197－203.
5. Bombardelli, E., A. Bonati, B. Gabetta and E.M. Martinelli. 1978. Evaluation of the saponin content in ginseng extracts by gas chromatography-mass spectrometry. Proceedings of The 2nd International Ginseng Symposium 29－40. Korea Ginseng Research Institute. Seoul Korea.
6. Tanaka, O. 1978. Chemistry of ginseng-saponins : Aerial parts of *Panax ginseng* and its related plants. New natural sources of biologically active dammarane-saponins. Ibid. 145p.
7. 熊谷朗 • 大浦彦吉 • 奥田拓道編. 1985. 藥用人蔘'85－その基礎. 臨床醫學研究－共立出版株式會社. 東京 : 日本.
8. 金萬旭 • 朴來正. 1981. 水蔘 물 抽出物의 褐變反應中 아미노酸과 糖類變化. 高麗人蔘學會誌. 5(2) : 122－131.
9. 李美京 • 閔珍淑 • 朴薰. 1986. 無機營養變化에서 人蔘根 ginsenoside의 상호관계. 同誌. 10(1) : 101－107.