

種子の着生位置가 人蔘種子の 크기, 사포닌, 遊離糖 및 脂肪酸含量에 미치는 影響

李鍾喆*·安大鎭*·卞貞洙*·張辰奎**·黃建重*

Effect of Seed Position on Seed Size, Contents of Ginsenosides, Free Sugars and Fatty Acids in *Panax ginseng*

Jong Chul Lee*, Dai Jin Ahn*, Jeong Su Byen*,
Jin Gyu Jang** and Keon Joong Hwang*

ABSTRACT

This study was carried out to know the effect of seed position on the size, contents of ginsenosides, free sugars, and fatty acids in ginseng seeds. Seed positions were classified by the three portions as center, middle and border in a seed cluster.

Seed weight at center was light remarkably in comparison with those of seeds of at border and middle. The weight of embryo plus endosperm was in same tendency as seed weight. Percentage of single-seeded berry was smaller than that of the double-seeded, and the triple-seeded was rare. The percentage of the single-seeded increased from the border to the center. Size of the single-seeded seed was smaller than that of the double-seeded. Rate of dehiscence did not differ among different seed positions.

The major ginsenosides in seed were Re, Rb₁, and Rb₂. The contents of Rb₂ and total saponin were highest in border, least in center, but reversed in Re and Rd. Major free sugars in seed were sucrose and glucose. The sucrose content was gradually decreased according to the seed position from border to center. Major fatty acids in the seed were oleic and linoleic acid. Contents of palmitic and linolenic acid were different according to the seed position.

緒 言

種子の 크기는 일반적으로 種子の 形成期 및 成熟

期間의 氣象環境에 영향을 받기도 하고 採種母體의 營養狀態에 따라 달라진다. 그리고 同一 植物體內에서도 種子の 着生位置에 따라 種子の 크기가 다르다는 것이 일부 식물에서 밝혀져 있다. 예로 밀^{11,13)}

* 韓國人蔘煙草研究所 水原耕作試驗場 (Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Suwon Experiment Station P. O. Box 59, Suwon, Korea)

** 韓國人蔘煙草研究所, 大德研究園地 (Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Science Town, Daejeon 300, Korea) ('87.9.8 接受)

옥수수⁴⁾에서는 이삭의 下位部分에 着生한 種子가 上位部分에 着生한 種子에 비해 크며 유채⁹⁾에서는 꼬투리의 중앙에 있는 종자가 꼬투리의 아래부위나 끝 부위에 着生한 종자에 비해 큰 것으로 報告되어 있다. 또한 發芽力¹⁾ 및 Seedling vigor¹²⁾ 뿐 아니라 종자의 內容成分含量도^{3,12)} 종자의 着生位置에 따라 다른 것으로 알려져 있다.

人蔘의 경우 굵은 종자를 많이 얻기 위하여 열매송이의 중앙부를 전체의 1/2~1/3 정도 속아내도록 권장하고 있으나 着生位置에 따른 種子크기의 定量的 結果가 없고, 또 人蔘의 開花習性이 繖形花序로서 株內的 開花日數가 3~6일로 상당히 긴 특성을 갖고 있어 着生位置에 따라 種子의 크기 뿐 아니라 內容成分含量도 다를 가능성이 있기 때문에 筆者들은 着生位置別로 종자의 크기 및 內容成分含量을 조사하여 종자생산의 基礎資料로 活用코자 本 實驗을 수행하였다.

材料 및 方法

4년생의 人蔘圃에서 2, 3행에 植在된 人蔘中에서 生育이 均일한 人蔘 50株를 대상으로 하여 人蔘種子의 着生位置別로 種子의 크기 및 무게와 ginsenoside, 遊離糖 및 脂肪酸의 差異를 調査하였다.

種子의 着生位置는 열매송이의 表面을 圓이라 假定하고 그 圓의 반지름을 3等分한 圓을 各各 作圖하여 1次圓의 部分을 中央部, 2次圓을 中間部, 3次圓을 外部라고 區分하였다.

1. 種子의 크기 및 무게 조사

漿肉을 除去한 후 3시간 동안 陰乾시켜 種子의 內果皮에 물기가 없는 상태에서 100粒重을 조사한 후 그 種子의 內果皮를 除去시켜 胚乳重을 조사하였다.

種子의 폭, 길이, 무게는 Caliper(Mituty, Japon)로 측정하였다. 使用可能種子는 孔徑 4mm 篩로 選別하여 그 篩에 通過되지 않은 種子를 使用可能種子라 하였다. 種子의 開匣率調査는 同様 方法에 의해 1985年 8月 1日부터 同年 11月 10日까지 開匣處理後 조사하였다.

2. 사포닌, 遊離糖, 脂肪酸 조사

種子(胚乳+胚)를 냉凍건조시켜 乳鉢에 海砂를 넣고 마쇄하여 分析試料로 使用하였다.

가. 사포닌 抽出 및 分析

추출은 80℃ 水槽에서 換流冷脚裝置를 使用하여 80% methanol로 3시간씩 4回 抽出한 후 그들을 모두 合하여 50℃ 이하에서 減壓 건조한 다음 증류수로 녹여 分液깔대기에 옮기고(5ml 씩 4回) ethylether(50ml, 2回)로 非極性物質을 除去한 후 水飽和 n-Butanol로 抽出(50ml 씩 3回)하여 合한 것을 물로 씻어(50ml 씩 3回) 糖과 水溶性物質을 除去한 다음 50℃에서 減壓 건조하여 high performance liquid chromatography(HPLC) 分析用 組사포닌 시료로 하였다. 組사포닌을 약 5%(W/V) 되도록 HPLC用 methanol에 녹여 milipore filter로 여과한 후 20 μ l을 HPLC機(Waters Associate Model 224)에 注入하였다. 分析條件으로는 Linchrosorb NH₂(250×4mm) column, RI 8X detector, Acetonitrile/H₂O/n-Butanol: 82/15/15(v/v) solvent, 2.0ml/min. flow rate, 1.0cm/min. chart speed였으며 chromatogram의 各 peak는 標準化사포닌의 chromatography에 依하여 同定하였다. 各 ginsenoside의 含量은 Rg₁ 標準品을 使用하여 Rg₁ equivalent로 계산하였다.

나. 遊離糖의 抽出 및 分析

사포닌 抽出過程에서 사포닌을 抽出하고 남은 물층을 HPLC用 milipore filter로 여과한 후 30 μ l를 주입하여 分析하였다. HPLC 分析條件은 사포닌과 同一하였다.

다. 脂肪酸의 抽出 및 分析

W. A. Court와 Hendel의 分析法⁶⁾에 따라 抽出하였다. gas chromatography 條件으로는 5% silar 10c column를 使用하였고 injection temp. 110℃에서 10分間 유지시킨 후 190℃까지 4℃/min.으로 programing하였고 carrier gas는 30ml/min.의 N₂ gas를 使用하였으며 detector는 flame ionization detector(FID)를 利用하였다.

各 脂肪酸의 定量은 Glutaric acid를 內標準物質로 하여 個別 定量하였다.

結果 및 考察

1. 種子의 크기 및 무게

人蔘種子의 열매송이의 表面을 圓이라 假定하고 그 圓의 반지름을 3等分한 圓을 作圖하여 속에 있는 圓으로부터 中央部, 中間部, 外部와 區分하여 各 部位에 着生한 種子의 크기, 무게 및 使用可能種子

Table 1. Effect of positions in a seed cluster on the size of seed or embryo plus endosperms, and on the percent available seeds.

Position	Weight(g/100ea)		Size(mm)						Percent ^{a)} available seed
	Seed	Embryo plus endosperm	Seed			Embryo plus endosperm			
			Length	Width	Thickness	Length	Width	Thickness	
Border	5.73a ^{b)}	2.11a	5.9 ^{ns} ^{c)}	5.0 ^{ns}	2.9 ^{ns}	4.6 ^{ns}	3.7 ^{ns}	2.0a	88.8a
Middle	5.59a	2.00a	5.9	4.9	2.9	4.6	3.7	1.9a	83.7b
Center	5.25b	1.81b	5.6	4.7	2.8	4.5	3.6	1.7b	80.7b

a) : Means within a column with different letters are significantly different at 5% level by the Duncan's new Multiple Range Test

b) : Non significant

c) : Ratio of over 4mm seed

生産比率을 조사한 결과는 表 1 과 같다. 종자의 길이 폭 두께는 모두 열매송이의 中央部에 着生한 種子에서 中間部나 外部에 着生한 種子에 비해 모두 작은 傾向이었다.

胚乳의 길이와 폭은 種子의 길이와 폭에서와 같은 結果였으나 胚乳의 두께는 中央部에 着生한 種子에서 中間部나 外部에 着生한 種子에 비해 현저히 얇아 胚乳의 生長過程에서 길이나 폭의 生長에 비해 두께의 生長이 環境에 의해 크게 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

種子의 100 粒重은 外部에 着生한 種子 5.73 g, 中間部 5.59 g, 中央部 5.25g 으로 外部에 着生한 種子와 中間部에 着生한 種子間에는 有意差가 인정되지 않았으나 中央部에 着生한 種子에 비해 현저히 적었다. 胚乳重도 種子重(100 粒重)과 같은 傾向이었다.

着生位置別 使用可能種子의 生産比率은 外部에서 中間部나 中央部에서 보다 현저히 높았다. 이상의 結果에서 着生位置에 따라 種子의 크기가 다른 것은 보리, 밀, 목초, 옥수수 등에서 種子의 着生位置에 따라 種子의 크기가 다르다는 報告^{2,4,11,13)}와 같은 結果로 풀이되며 人蔘種子의 大粒種 生産比率을 높이기 위하여서는 열매송이의 中央部位를 숙아주는 것이 필요함이 立證되었다.

人蔘種子는 1 果에 들어 있는 씨앗수가 一定치 않아 着生位置別로 1 粒果, 2 粒果 및 3 粒果의 着生比率을 조사하였던 바 表 2에서와 같다. 1 粒果의 比率이 外部나 中間部에서는 36% 정도였으나 中央部에서는 49%로 中央部에서 1 粒果의 着生比率이 높음을 알 수 있었으며 3 粒果는 外部에서 0.6% 中間部에서 0.001%, 中央部에서 0%였으며 4 粒果

Table 2. Distribution of ginseng seed per berry with different seed positions in a seed cluster.

Postiton	Berry type		
	Single	Double	Triple
Border	30.0b ^{a)}	63.4a	0.6
Middle	36.3b	63.7a	0.001
Center	49.0a	51.0b	0

a) Means within a column with different letters are significantly different at 5% level by the Duncan's new Multiple Range Test.

는 모든 着生位置에서 찾아 볼 수 없어 美國蔘(*Panax quinquefolium*)에서는 種子 1 송이에 1 粒果의 着生比率이 16.3%, 2 粒果 77.0%, 3 粒果 6.5%, 4 粒果 0.2%였다는 報告⁷⁾와 差異를 보이고 있는데 이는 種(Species)의 差異에서 온 原因으로 생각 된다.

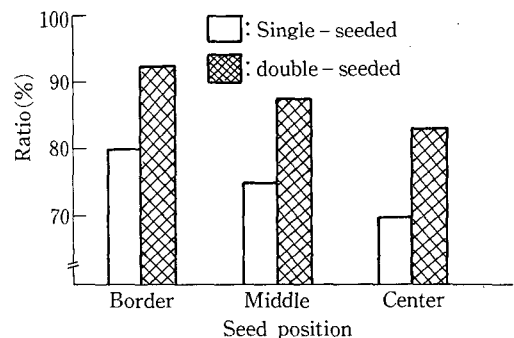


Fig. 1. Ratio of available seeds(over 4mm seeds) in single and double-seeded berry with different seed positions.

Table 3. Dehiscence rate of seeds with different seed position in a seed cluster

Positon	Replication		Mean
	I	II	
	(%)	(%)	(%)
Border	97.2	96.4	96.8
Middle	95.9	97.8	96.9
Center	97.6	87.4	92.5

Period : from August 1 to November 10.

1 粒果와 2 粒果의 種子크기를 비교하고자 各各 使用可能種子生産比率를 조사하였던 바 그림 1에서와 같이 同一 着生位置內에서 1 粒果와 2 粒果의 使用可能種子 生産 比率는 種子의 着生位置에 관계 없이 1 粒果에 비해 2 粒果에서 많았으며 그 정도는 種子의 着生位置間에 일정한 傾向이 없었다. 이상의 結果로 보아 1 果에 들어 있는 種子의 數가 다른 原因은 不分明하나 人蔘種子의 大粒種生産을 위하여는 1 粒果보다는 2 粒果가 많이 着生될 수 있는 기술 개발도 重要하리라 생각된다.

着生位置別 種子의 開匣率은 表 3에서와 같이 着生位置에 따른 種子間에 差異가 認定되지 않았다.

2. 사포닌, 遊離糖 및 脂肪酸 變化

人蔘種子內의 ginsenoside 의 差異는 表 4에서와 같다. 人蔘種子內의 ginsenoside 는 주로 Re, Rb₁, Rb₂, Rd 가 주종을 이루고 있어 朴¹⁰⁾ 등의 報告와 같은 傾向이었다. 着生位置가 다른 種子들의 ginsenoside 의 含量을 보면 Rb₂ 는 種子의 着生位置가 中央部로 갈수록 直線적으로 減少하였으며 Rb₁ 은

外部나 中間部에 着生한 種子間에는 差異가 없었으나 中央部에 着生한 種子에서는 外部나 中間部에 着生한 種子에 비해 현저히 적었다. Re, Rd, Rg₁은 오히려 着生部位가 中央으로 갈수록 많아졌으며 Rf, Rc는 着生位置間에 一定한 傾向이 없었다. 총사포닌 含量은 種子의 着生位置가 外部로 갈수록 增加되었으며 panaxa triol (PT)는 着生位置가 中央으로 갈수록 增加되었으나 panaxa diol (PD)은 오히려 外部일수록 增加되었다. PT/PD의 比는 着生位置가 中央일수록 直線的으로 增加하였다. 人蔘體內의 ginsenoside 에 대하여 朴¹⁰⁾ 등은 人蔘의 各部位別로 ginsenoside 의 종류 및 含量이 다르며 種子에서는 開匣過程에서도 胚乳內에서 사포닌合成이 이루어지는 것으로 추측하였는데 본 시험 結果에서 種子의 着生位置에 따라 種子內에 총사포닌 및 몇개의 ginsenoside 에서 含量의 差異를 보이는 原因은 不分明하며 이에 대하여는 사포닌 合成 및 代謝面에서 밝혀져야 될 것으로 여겨진다.

種子內의 遊離糖含量은 表 5에서와 같이 種子의 着生位置에 關係없이 sucrose > glucose > fructose ≈ maltose 順이었다. 着生位置別로는 sucrose 의 경우는 中央部로 갈수록 直線적으로 減少하였으며, fructose, glucose, maltose 는 外部와 中間部間에는 差異가 없었으나 中央部에서 보다는 그들 含量이 增加된 傾向이었다. 全遊離糖含量은 外部 112.70 mg/g.d.wt, 中央部 90.70 mg/g.d.wt, 中央部 64.03 mg/g.d.wt 로 열매 송이의 外部쪽에 着生한 種子일수록 增加되었다. 이상의 結果에서 人蔘種子內의 遊離糖中 sucrose 가 많이 존재한 것은 朴¹⁰⁾ 등의

Table 4. Ginsenoside content (mg/g.d.wt.) of ginseng seeds with different seed positions in a seed cluster.

Position	Rg ₁	Rf	Re	Rd	Rc	Rb ₂	Rb ₁	TS.	PT.	PD.	PT/PD
Border	170	170	239	159	77	429	162	1406	579	829	0.70
Middle	172	169	276	253	84	236	160	1350	617	733	0.84
Center	184	176	300	355	73	50	126	1264	660	604	1.09

TS. ; total saponin

PT. ; panaxatriol (Rg₁ + Rf + Re)

PD ; panaxadiol (Rd + Rc + Rb₂ + Rb₁)

Table 5. Free sugar content (mg/g.d.wt.) of ginseng seeds with different seed positions in a seed cluster

Position	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Total
Border	1.44	33.69	75.64	1.93	112.70
Middle	1.78	37.05	49.93	1.93	90.70
Center	0.64	26.89	35.54	0.96	64.03

Table 6. Fatty acid content(mg/g.d.wt)of ginseng seeds with different seed positions in a seed cluster

Position	Fatty acid				
	Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic
Border	2.43	0.04	19.69	10.64	0.49
Middle	2.26	0.04	20.37	10.34	0.50
Center	1.94	0.06	19.85	10.94	0.21

報告와 一致하며 種子의 着生位置別로 遊離糖 含量의 差異를 보인 것은 유채에서 꼬투리의 中間部에 위치한 種子在 基部나 上端部에 위치한 種子들에 비해 glucosinolate 가 많았다는 報告⁷⁾와 類似한 것으로 解析된다.

人蔘種子內의 脂肪酸含量은 表 6에서와 같다. 人蔘種子內에 含有되어 있는 脂肪酸은 種子의 着生位置에 關係없이 oleic 酸>linoleic 酸>palmitic 酸>linolenic 酸>stearic 酸順이며 脂肪酸 造成은 주로 不飽和脂肪酸인 oleic 酸과 linoleic 酸으로 造成되어 있었다. 着生位置間에는 palmitic 酸은 中央部에 着生한 種子일수록 減少되는 傾向이었고 linolenic 酸은 外部나 中間部에 비해 中央部에서 적었고 그 外的 脂肪酸에서는 差異가 없었다.

脂肪酸에 대하여 崔⁸⁾는 人蔘種子의 脂肪酸은 주로 oleic 酸과 linoleic 酸으로 매우 단순한 脂肪酸 造成을 나타내나 人蔘根部에서는 복잡한 造成으로 전환되어 있다고 하였다. 또 유채의 경우 種子의 着生位置에 따라 linolenic 酸과 erucic 酸의 含量에 差異가 있음이 報告⁹⁾되어 있는데 본시험의 結果에서 人蔘種子內의 脂肪酸이 주로 oleic 酸과 linoleic 酸으로 되어있는 것은 崔⁸⁾의 結果와 一致하며 着生位置에 따라 palmitic 酸과 linolenic 酸의 含量의 差異를 보인 것은 유채의 경우에서와 類似한 것으로 解析된다. 따라서 人蔘種子에서 種子의 着生位置에 따라 일부의 脂肪酸, 遊離糖 및 ginsenoside에서 含量에 差異가 있는 것은 人蔘의 開花習性이 繖形花序로서 열매송이의 外部에 있는 小花부터 開花하는 것으로 보아 種子內의 主要成分의 合成 및 代謝가 開花時期와 어떤 연관을 가지고 있을 가능성이 있으나 이에 대하여는 더 깊은 연구가 이루어져야 될 것으로 사료된다.

摘 要

人蔘種子의 열매송이를 圓이라 假定하고 그 圓의 반지름을 3等分한 圓을 各各 作圖하여 1次圓의 部

分을 中央部, 2次圓의 部分을 中間部, 3次圓의 部分을 外部라 區分하고 各 部位에 着生한 種子의 크기 및 ginsenoside, 遊離糖, 脂肪酸의 差異를 조사하였다.

1. 100粒의 種子重과 胚乳重은 열매송이의 外部나 中間部에 着生한 種子에 비해 中央部에 着生한 種子에서 현저히 작았다.

2. 1粒果의 種子在 2粒果의 種子에 비해 小粒이었고, 1粒果의 着生比率은 열매송이의 外部나 中間部에 비해 中央部에서 增加되었다.

3. 種子內의 主要 ginsenoside 는 Re, Rb₁, Rb₂, Rd 였고, 種子의 着生位置別로는 Rb₂ 와 총사포닌 함량은 中央部쪽에 着生한 種子일수록 減少했으나 Rd 함량은 오히려 增加되었다.

4. 種子內의 主要遊離糖은 sucrose, glucose 였고, 種子의 着生位置別로 보면 sucrose 는 열매송이의 中央部쪽에 着生한 種子일수록 그 含量이 점점 減少되었다.

5. 種子內의 主要脂肪酸은 oleic 酸과 linoleic 酸이었고, palmitic 酸과 linolenic 酸의 含量은 種子의 着生位置에 따라 差異를 보였다.

References

1. Anslow, R.C. 1964. J.Br. Grassld Soc. 19, 349-357.
2. Bean, E.W. 1980. In : Seed Production(P. D. Hebgblethwaite, ed), pp.593-604, Butterworths, London.
3. Bechyne, M. and Kondra, Z.P. 1970. Can. J. Plant Sci. 50, 151-154.
4. Bell, M.E. 1954. Iowa State College J.Sci. 29, 133-139.
5. Choi, Kang Joo. 1983. Ph. D thesis. Korea graduate school.
6. Court, W.A., and J.G.Hende. 1978. J. of Chroma. Sci. 16, 314-317.

7. Kondra, Z.P. and Downey, R.K. 1970. Crop Sci. 10, 54-56.
8. Leonard P. Stoltz and Patricia Carland. 1980. Proc. Second Natl. Ginseng Conf. Jefferson, Missouri.
9. Mendham, N.J. and Scott, R.K. 1975, J. Agric. Sci. Camb. 84, 487-502.
10. Park, Que Hee, Mee Kyong Lee, Hoon Park. 1986. Korean J. Crop Sci. 31(3), 286-292.
11. Rawson, H.M. and Evans, L.T. 1970. Aust. J. Biol.Sci. 23, 753-764.
12. Ries, S.K., Ayers, G., Wert, V. and Everson, E.H. 1976. Can.J. Plant Sci. 56, 823-827.
13. Strona, I.G. 1966. Quoted in Ovcharov.