

人蔘 잎의 脂質組成에 주는 栽培溫도의 影響

朴 薰·趙炳九

韓國人蔘煙草研究所 大德研究團地

(1987년 6월 5일 접수)

Effect of Growth Temperature on the Composition of Leaf Lipids in *Panax ginseng*

Hoon Park and Byung-Goo Cho

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Science Town, Daejeon 300-31, Korea

(Received June 5, 1987)

Abstract

Panax ginseng (6 year old) was grown 17°C/15°C and 27°C day/23°C night in the light room of phytotron for 84 days. The composition of neutral lipid(NL), glycolipid(GL), phospholipid(PL) and fatty acids were investigated in leaves. The contents of NL and GL were higher in 25°C while PL was lower. Similarity (simple correlation) of lipid composition between 16°C and 25°C was not significant for PL and GL but significant for NL($p=0.001$), indicating that PL and GL were important factors in their mostability. Similarity of fatty acid composition between growth temperatures was highly significant ($p=0.001$) for all three lipids, while similarity between lipids was significant between NL and PL ($p=0.01$) and NL and GL ($p=0.05$), but nonsignificant between GL and PL at 16°C. In NL digalactosyldiacylglycerol (3→7%) increased but monogalactosyldiacylglycerol (10%) did not change at 25°C. In PL phosphatidic acid (22 → 4%) and phosphatidylinositol (18 → 5%) decreased but phosphatidyl ethanolamine (12→16%) increased at 25°C. Percent unsaturated acid slightly decreased in NL and PL but greatly increased in GL at 25°C. Percent unsaturated bond slightly decreased in NL but did not change in PL and GL.

서 론

人蔘은 好冷植物이므로 高溫障害가 큰 것으로 나타났다^{1,2)}. 人蔘의 생산력 향상에는 고온장애를 회피해야 하고 회피방법의 수립에는 장애에 관한 생리적 이해가 필요하다. 栽培光度가 잎의 지방산 조성에 미치는 영향을 圃場栽培 조건에서 조사한 바 光度가 높을수록 불포화도가 감소하였으나 장기간의 광도는 온도효과가 더 클 것으로 생각되어

단기간의 고온처리를 한 결과 불포화도가 증가하여 광도의 경우와 역으로 나왔다³⁾.

본 시험은 온도의 영향을 살피기 위하여 人工氣象室에서 실시하고 지질의 조성 및 지방산의 조성도 비교 검토하였다.

재료 및 방법

高麗人蔘 6년근을 1/2000 a pot에 1월 30일 이식하여 16°C (17°C 낮/15°C 밤)에서 출아시켜 3월 5일 일부를 25°C (27°C/23°C) 방에 옮겼다. 인공기상실의 自然光室에서 10% 광도에서 실시하였다. 5월 29일에 人蔘잎을 채취하여 葉柄을 제거하고 냉동건조하여 7 gr을 ether로 16시간 추출하고 감압 농축하여 지방시료로 하였다. Silicic acid column chromatography⁴⁾로 chloroform을 가지고 색소와 neutral lipid를, acetone으로 glycolipid를, methanol로 phospholipid를 분리하였다. 분리된 각 lipid는 TLC로 조성을 조사하고 dual wave length TLC scanner(Shimadzu)로 각 조성분을 정량하였다.

Scanning 조건은 540 nm에서 1.25 mm height, 1.25 mm width의 slit에 10 mm/min의 scan speed로 scanning method는 單波長에 의한 reflection zig-zag하였다.

지방산조성은 Mecal⁵⁾들의 방법에 따라 정제된 지방질을 0.5 N NaOH-methanol로 가수분해시킨 후 BF₃-methanol로 메틸에스테르화하고 gas liquid chromatography (GLC)로 분석하였다. GLC 조건은 FID로 injector temperature 230°C, 管溫度 190°C, 檢定機온도는 250°C였다. 管은 3 m×1/8" stainless steel이고 chromosorb W(60~80 mesh)에 10% DEGS의 것을 충전하였고 N₂를 carrier gas로 하였으며 Varian model 3711을 사용하였다.

지방질이나 지방산은 표준(Sigma 제품)에 의하여 동정하였고 peak 면적비율을 함유 비율로 하였다. 불포화 지방산 비율은 불포화 지방산의 함량비율이다. 不飽和帶의 비율을 peak 면적을 탄소수로 나누어 지방산의 mole비를 구하고 mole비에 지방산의 總帶數를 곱하여 합한 것에 대한 mole비에 不飽和帶數를 곱하여 합한 것의 백분율로 하였다.

지방질 또는 지방산 조성의 유사도는 단순상관에 의하였다.

결과 및 고찰

지방질별 재배온도에 따른 변화는 Table 1과 같다. 중성 지질은 상당히 감소하고 당

Table 1. Contents of lipids in *P. ginseng* leaves grown at different temperature (% dw)

	16°C	25°C
Pigment and neutral lipid	5.43(54.3)	4.86(50.0)
Glycolipid	3.57(35.7)	3.43(35.3)
Phospholipid	1.00(10.0)	1.43(14.7)
Total lipid	10.00(100)	9.71(100)

(): % of total

지질은 감소하는 경향이나 인지질은 증가하였다. 이들 지질의 구성비율을 보면 역시 중성지질 4.3%의 감소, 인지질이 4.7%의 증가, 당지질은 변화가 거의 없다. 중성지질은 색소물질의 혼입으로 양의 증가가 불확실하다. 순지방량은 감소하는 경향이며 고광도 하에서의 人蔘잎이 全脂質함량이 적어졌던 결과³⁾와 일치한다. 그러나 지질함량의 변화가 미미한 것으로 보아 25°C 처리가 고온장해를 현저히 받고 있는 상태라고 보기 어렵다. 人蔘의 생육단계로 볼 때 展葉期가 끝나고 약 한달이 못되는 정도 즉 포장조건에서 6월 말경에 해당하므로 27/23°C의 온도로는 이 기간동안 고온장해를 받았다고 보기 힘들다.

각 지질의 조성을 보면 Fig. 1, 2, 3과 같고 조성의 백분율은 Table 2와 같다. 중성지

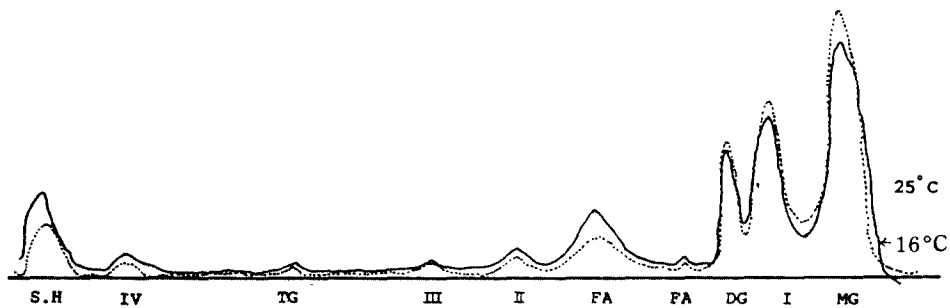


Fig. 1. TLC chromatogram of leaf neutral lipid of *P. ginseng* grown at different temperature.

MG: monoacyl glycerol, I, II, III, IV: unknown, DG: diacyl glycerol, TG: tracyl glycerol, FA: fatty acid, SH: sterol esters and hydrocarbon

질 분석은 monoacylglycerol(MG), sterol esters and hydrocarbon 그리고 unknown 1이 주로 많고 free fatty acid도 11%나 되었다. MG보다 diacylglycerol(DG)은 6%에 불과하다. 16°C, 재배에서보다 25°C 재배는 MG와 DG 및 unknown 1의 증가를 가져오나 sterol esters와 free fatty acids는 감소한다.

Glycolipid는 esterified steryl glycoside(ES)와 unknown IV가 61%나 되고 monogalactosyl diacylglycerol(MGDG)가 10%이다. sterol glycoside가 9%로 이상 네 개가 80%가 된다. digalactosyl diacylglycerol(DGDG)은 3%에 불과하다. 고온에서는 sterol glycoside가 가장 많이 증가하고 양이 가장 컸던 ES는 1/4로 감소하였다.

엽록체의 막을 구성하는 DGDG는 배이상 증가하고 MGDG는 변하지 아니하였다. 사막식물인 *Atriplex lentiformis*에서 galactolipids의 상대함량은 생육온도에 의하여 거의 변화하지 아니한 사실과는⁴⁾ 다른 결과이다.

인지질은 phosphatidic acid(PA), unknown II phosphatidyl inositol(PI)이 대부분으로 62%나 되며 phosphatidyl glycerol(PG)은 9%가 된다. 고온에서는 양이 많은 PC, PI는 현저하게 감소하고 unknown II도 반으로 감소한다. 그러나 chlorophyll을 구성하는 phosphatidyl glycerol은 9%에서 21%로 증가하며 mitochondria막을 구성하는 phosphatidyl choline(PC)과 phosphatidyl ethanolamine(PE)는 7%에서 9%로, 12%에서 16%로 증가하였다. Glycolipids와 phospholipids는 모두 16°C 보다 25°C에서

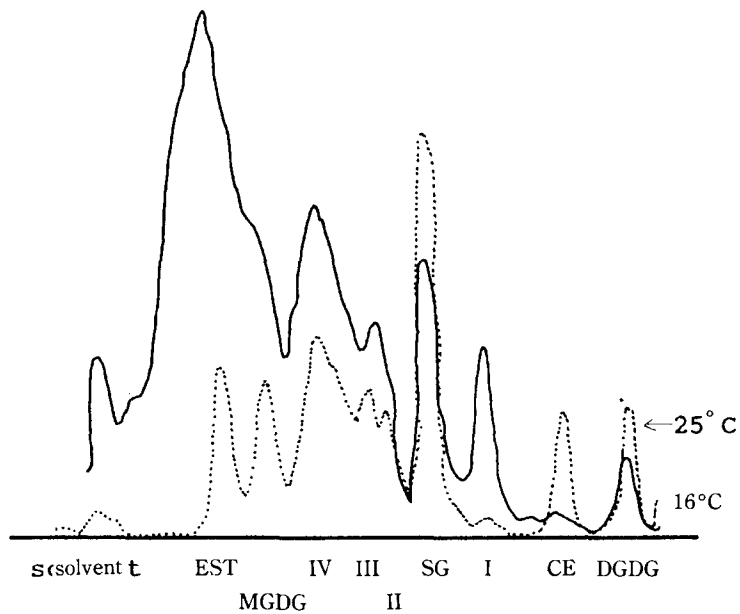


Fig. 2. TLC chromatogram of leaf glycolipid of *P. ginseng* grown at different temperatures. DCDG: digalactosyl diglyceride, CE: cerebroside, I, II, III, IV: unknown, MGDG: monogalactosyl diglyceride, ES: esterified steryl glycoside

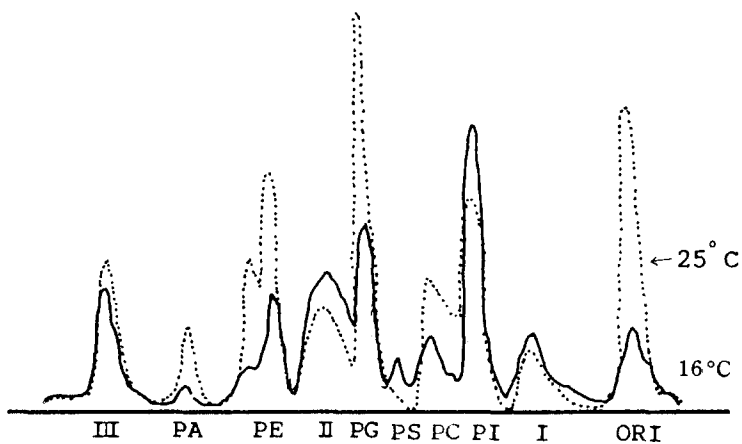


Fig. 3. TLC chromatogram of leaf phospholipid of *P. ginseng* grown at different temperatures. ori: origin, PS: Phosphatidyl serine, I, II, III: unknown, PG: Phosphatidyl glycerol, PI: Phosphatidyl inositol, PE: Phosphatidyl ethanolamine, PC: Phosphatidyl choline, PA: Phosphatidyl acid

chloroplast와 mitochondria막 구성 지질들이 증가하는 경향을 보여서 이들 두 기관의 중요성을 감안하면 생리적 고온장해를 받고 있다고 할 수 없을 것 같다. 낮 27°C/밤 23°C의 처리가 2~3개월 정도로서는 5%의 광도에서 고온장해를 뚜렷하게 받지 않기 때문일 것이다.

각 lipid의 16°C와 25°C의 지질조성의 유사도를 단순상관으로 보면 (Table 3) 중성지질은 온도간 차가 없으나 phospholipids나 glycolipids는 두 온도간 유사도가 인정되지 아니하여 크게 변화했음을 알 수 있다. Table 2와 3에서도 잘 나타난다. Chloroplast나

Table 2. Percent composition of leaf lipids of *P. ginseng* grown at different temperatures

Neutral lipid (+ pigment)			Glycolipid			Phospholipid		
Composition	16°C	25°C	Composition	16°C	25°C	Composition	16°C	25°C
Monoacyl-glycerol	25	29	Digalactosyl diacylglycerol	3	7	Oringin	7	10
Unknown I	15	18	Cerebroside	2	6	Unknown I	7	4
Diacylglycerol	6	8	Unknown I	5	4	Phosphatidyl inositol	18	5
Free fatty acids	11	8	Sterolglycoside	9	23	Phosphatidyl choline	7	9
Unknown I	3	3	Unknown II	5	11	Phosphatidyl serine	2	6
Unknown II	5	3	Unknown II	4	7	Phosphatidyl glycerol	9	21
Triacylglycerol	6	5	Unknown IV	23	22	Unknown II	22	12
Unknown IV	7	8	Monogalactosyl diacylglycerol	10	10	Phosphatidyl ethanolamine	12	16
Sterol esters and hydrocarbon	21	18	Esterified sterylglycoside	39	10	Phosphatidic acid	22	4
						Unknown III	14	12

Table 3. Composition similarity of leaf lipids between growth temperatures 16°C and 25°C in *P. ginseng*

	Neutral lipid	Glycolipid	Phospholipid
n	9	9	10
r	0.9589	0.3412	0.2872
p	0.001	NS	NS

r: Simple correlation coefficient, p: significance

mitochondria의 막 구성 지질들의 증가에 의하여 기본적인 생리기능에 큰 변화가 없을 것으로 보았으나 인지질과 당지질의 이와같은 변화는 고온의 영향이 크게 있음을 나타낸다. 본 조사에서는 생리기능 조사가 없었으므로 지질의 변화를 직접 기능과 연결시켜 해석할 수는 없다.

Table 4. Fatty acid composition of leaf lipids in *P. ginseng* grown at different temperatures (%)

		Neutral lipids		Glycolipids		Phospholipids	
		15°C	25°C	16°C	25°C	16°C	25°C
Myristic	14:0	3.25	7.32	0.13	0.19	0.24	0.17
Pentadecanoic	15:0	2.55	6.06	0.01	0.03	0.05	0.00
Palmitic	16:0	21.7	20.5	10.5	7.47	24.4	27.1
Palmitoleic	16:1	3.46	3.62	1.92	3.54	8.31	5.40
Heptadecanoic	17:0	1.38	2.88	14.3	11.2	2.80	2.01
Stearic	18:0	4.54	0.00	0.56	0.71	0.89	0.88
Oleic	18:1	5.54	7.07	2.03	0.74	5.50	8.18
Linoleic	18:2	25.1	26.4	14.5	23.0	34.2	29.4
Linolenic	18:3	32.5	26.1	56.6	53.2	23.6	26.9
Unsaturated	acid	66.6	63.2	62.0	80.5	71.6	69.9
Unsaturated	bond	8.78	7.93	11.23	11.46	8.57	8.57

각 지질분획의 지방산 조성을 보면 Table 4와 같다. 중성지질에서는 myristic, pentadecanoic acid 등 저급지방산이 高温區에서 증가하였으며 linolenic acid가 감소한 것이 특징이다. stearic acid는 고온에서 나타나지 않았다. 사막식물에서도 고온재배에서 linolenic acid의 감소가 가장 큰 변화라고 하였다⁷⁾. 인삼에서도 중성지질은 전체적으로 불포화지방산의 비율이 고온재배된 경우 적어지고 不飽和帶의 비율도 감소한다. Glycolipids는 linoleic acid의 증가가 palmitic, linolenic acid는 감소하였으며 따라서 不飽和酸率이 상당히 증가하였다. 그러나 不飽和酸率은 거의 변화가 없다. phospholipid에서는 palmitic과 linolenic이 증가하고 linoleic과 palmitoleic acid는 감소하여 그 결과 不飽和酸率이나 不飽和帶率이 크게 변화하지 않고 있다.

각 지질내에서 재배온도간 지방산의 유사도를 보면 (Table 5) 상당히 높아서 온도의

Table 5. Similarity of fatty acid composition of leaf lipids in *P. ginseng* grown at different temperatures

	between temperature				between lipids		
	NL	GL	PL		NL-GL	NL-PL	GL-PL
r	0.9559	0.9794	0.9781	16°C	0.7889	0.9115	0.5593
				25°C	0.7558	0.9540	0.6962
p	0.001	0.001	0.001	16°C	0.05	0.001	NS
				25°C	0.05	0.001	0.05

R: correlation coefficient, p: significance

영향이 없는 것 같다. 지방산의 변화는 중성지질에서 가장 큰 것처럼 보인다. 지질조성에서 인지질과 당지질에서 현저한 온도의 영향을 보였음에도 지방산 조성에서 차이가 크지 않은 것은 고온장해가 지방산보다도 지질조성에 더 관계 될 수 있을 것 같다.

사막식물의 광합성 기구의 열안정성이 지방산의 포화도의 증가와 正相關이라고 하였으나⁷⁾ 고온耐性에 대한 이 현상은 3종의 식물중 하나에서만 적중되어 이 설을 不認한例⁸⁾도 관련이 될 것 같다. 人蔘에서 全脂脂肪酸으로 본다면 포화도가 증가한 방향으로 나

타났지만(Table 4), 이것이 지질조성에서는 온도의 영향이 없었던(Table 3 類似度) 중성지질에서의 지방산 변화에 기인한다는 사실이 온도장해의 지질 변화면에서의 해석을 어렵게 하고 있다. 좀 더 장기간의 처리와 더 높은 온도의 처리에 의하여 그리고 각 지질의 지방산 조성의 분석에 의하여 재평가 되어야 할 것이다.

人蔘잎 지질간의 지방산조성 유사도를 보면(Table 5) 중성지질과 인지질이 더 유사한데 당지질은 heptadecanoic acid가 월등히 많고 palmitic acid가 이 보다 적기 때문이다. 人蔘잎의 각 지질분획별 지질의 조성이나 지방산의 조성이 싼리의 그것⁹⁾과는 상당히 다른 것으로 보인다.

Phosphatidyl choline과 phosphatidyl ethanolamine을 사과 耐寒性의 기중으로 검토한 바 있으나¹⁰⁾ 人蔘잎의 고온영향에서는 PC/PE가 16°C에서 0.583이고 25°C에서 0.563으로 큰 차이가 없었다. 고온과 관련한 지질의 변화에 관한 자료가 일반적으로 상당히 제한되어 있다¹¹⁾. 장해생리에 있어서도 고온장해는 단백질과의 관계를 보면, 지질과는 저온장해의 것에서 유추하는 정도이다¹²⁾. 인삼에서는 고온장해가 지질변화와 관련이 확실한 것으로 보이며 phospholipids와 glycolipids가 깊이 관련될 것 같다.

인용문헌

1. 朴 薰, 李鍾華, 裴孝元, 洪榮杓: 韓土肥誌 **12**, 49(1979).
2. Park, H.: Proc. 3rd Internatl Ginseng Symp. 151 Korea Ginseng Research Institute (1980).
3. 朴 薰, 朴炫錫, 洪鍾旭: 韓國農化學誌 **29**, 366(1986).
4. Vorbeck, M.L. and Marinetti, G.V.: *J. Lipid Res.* **6**, 3 (1965).
5. Metcalf, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R.: *Anal. Chem.* **38**, 514 (1966).
6. Bishop, D.G.: in "Biosynthesis and function of plant lipids." Thomson, W.W., Mudd, J.B. and Gibbs, M. ed. *Ammer. Soc. Plant Physiol.* p81 (1983).
7. Percy, R.W.: *Plant Physiol.* **61**, 484 (1978).
8. Kee, S.C. and Nobel, P.S.: *Plant Physiol. Supple.* 842 (1985).
9. 崔康注: 紅蔘 및 白蔘의 脂肪質成分의 抗酸化成分에 關한 研究, 高麗大學校 博士學位論文 (1983).
10. Kimmur, S., Saito, H. and Okamoto, T.: *Agric. Biol. Chem.* **48**, 955 (1984).
11. Mudcl, J.B.: in "The Biochemistry of plants" Vol 4. Lipid: structures and function. Stampf, P.K. and Conn, E.E. ed. Academic. Press. p276 (1980).
12. Levitt, J.: Response of plants to environmental stresses Vol 1. Chilling, Freezing and High temperature stresses Academic Press p446 (1980).