

高溫과 栽培光度가 人蔘 잎의 脂肪酸 組成에 미치는 影響

朴 薰 · 朴 玆 錫 · 洪 鍾 旭*

韓國人蔘煙草研究所 · *慶北大學校 農化學科

(1986년 7월 14일 수리)

Effect of High Temperature and Growth Light Intensity on Fatty Acid Composition of *Panax ginseng* leaf.

Hoon Park, Hyeon Suk Park and Jong Uck Hong*

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

*Department of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University, Taegue, Korea

Abstract

Fatty acid compositions of *Panax ginseng* leaves (6 year) grown under different light intensity in field and of the detached leaves exposed to high temperature(20 hours) were investigated by gas chromatography. Linoleic, linolenic, palmitic and palmitoleic acid were the major components(80%) of leaf lipid. The higher the growth light intensity, the lower the percentage of unsaturated acids or bonds, indicating metabolic adaptation to high temperature. Pattern similarity of fatty acid composition was little changed until 20% light but significantly different at 30%, suggesting 20% as limitation light intensity. The close similarity of fatty acid composition between the leaves grown under 30% light and the one at harvest rises uncertainty between adaptation to high temperature and senescence. Total fatty acid content decreased with the increase of light intensity. Short term high temperature(25°C or 35°C) increased total fatty acid content, unsaturated acid percentage and insignificant difference in pattern similarity of composition.

緒 論

인삼이 好陰性식물이라고 알려져 왔으나, 사실은 好冷性이므로 高溫장애 때문에 낮은 光度에서 생육하는 것이어서 收量を 높이는 방법은 溫度에 따라 光度를 最大로 해 주는 것이라고 하였다¹⁾. 人蔘은 展葉期(출아후 약 1개월)에 高光에 노출시켜서 수량을 올리는 “죽조림”법이 옛날부터 시행되어 왔고²⁾ 이러한 耐高溫으로의 순화가 葉의 조직

특성과 光合成能의 조사 결과 立證되었다³⁾. 이런 結果로 高光제배의 必要性이 인식되어 해가림 장애가 벼짚에서 透光度가 높은 폴리에치렌 遮光網으로 바뀌고 있다. 遮光網제배는 地域에 따라 고온 장애를 받아 早期落葉이 문제가 되고 있다.

人蔘잎의 高溫장애에 관하여 생리, 생화학적 기작이 밝혀진다면 耐高溫으로의 순화방법이나 적정 광도가 쉽사리 찾아질 것이다. 低溫이나 高溫장애 기작의 연구에서 生體膜의 지질변화가 중요한 대상이 되므로^{4,5)} 인삼에서도 지질변화가 있을 것으

著者は 이 論文으로 常春洪鍾旭博士님 卍甲을 紀念하고 學德을 尊敬하는 뜻을 表합니다.

로 예상하여 우선재배 광도별로 지방산 조성변화를 보았고 단기간의 온도별 처리가 지방산 조성에 미치는 영향을 조사하였다.

材料 및 方法

1. 植物體 試料

曾坪시험장에서 透光率 5% (慣行일복)와 10, 20, 및 30%의 遮光網下에서 재배한 6年根 紫莖種의 잎을 8월 4일에 채취하여 生育光度別 試料로 하였다. 溫度처리별 試料는 관행재배된 6년근 자경종의 掌葉을 葉柄의 1/3정도가 물에 담기도록 비이커에 꽂아 15, 25 및 35°C의 growth chamber (conviron社)에서 20時間 방치한 후 채취하여 試料로 하였다.

2. 脂肪의 抽出

일 試料는 冷凍 건조하여 葉병을 제거하고 분쇄하여 20g을 채취하고 chloroform+methanol (2 : 2 v/v)로 20시간 진탕시켜 지질을 추출한 후²⁾ 여과하여 그 여액중 chloroform 층만 모아 감압농축시켰다. 이 粗脂肪을 400mg 취해 round flask에 넣고 0.5N NaOH 함유 methanol 6ml를 가하고 85°C에서 10분간 환류시켰다. 15% BF₃ 함유 methanol 8ml를 가하고⁷⁾ 5분간 끓였다. n-hexane 3ml를 가하고 3분간 끓인 후 냉각시키고 NaCl 포화용액 4ml를 가한 후 그 上澄液을 gas chromato-

graphy용 試料로 하였다.

3. 脂肪酸 分析⁷⁾

gas chromatography는 Varian model 3711, Detector; FID, Column; 3m×1/8" stainless steel, 10% DEGS on chromosorb W. (60~80 mesh), Injector temperature; 230°C, Column Temp; 190°C, Detector temp.; 250°C, Carrier gas; N₂였다. Peak 月定은 標品 (日本 gas chro. 工業株式會社의 fatty acid methyl ester kit와 미국 Applied Science Lab. Inc. 製 kit)을 사용하였다.

結果 및 考察

재배광도(透光率)별 지방산의 조성비율을 보면 표 1과 같다. Linoleic, linolenic, palmitic과 palmitoleic이 총지방산의 80%가 되어 多量脂肪酸으로 볼 수 있다. 人蔘의 脂肪酸분석은 金들⁸⁾外 수편이 있으나 모두 단순한 성분조사를 목적으로 한 것이고 인삼식물의 生理的 機能과 관련하여 조사된 바는 없다. 그중에도 葉의 지방산 조성은 金들⁸⁾의 보고 밖에 없는 것 같다.

조성비율이 커진것은 palmitic이고 linolenic은 감소하는 경향이다. 多量 fatty acid의 變化가 少量 fatty acid의 變化 보다 전체지방의 특성을 결정지을 것으로 보인다. Linoleic은 점질 감소하는 경향이나 극히 미미하여 多量脂肪酸中 가장 중요

Table 1. Effect of growth light intensity on the fatty acid composition of *Panax ginseng* leaf (Unit: %)

		R L I (%)				
		5	10	20	30	5*
Lauric	(12 : 0)	0.34	0.79	0.29	4.93	4.76
Myristic	(14 : 0)	0.88	1.76	1.52	5.94	5.59
Pentadecanoic	(15 : 0)	5.97	1.57	0.15	0.67	7.45
Palmitic	(16 : 0)	20.48	23.92	24.09	32.80	26.70
Palmitoleic	(16 : 1)	12.10	12.65	13.44	2.35	7.54
Heptadecanoic	(17 : 0)	3.90	3.78	4.22	2.80	2.65
Stearic	(18 : 0)	2.38	2.66	3.19	2.69	4.64
Oleic	(18 : 1)	4.91	5.92	7.07	5.94	8.33
Linoleic	(18 : 2)	26.09	26.39	25.86	25.08	17.49
Linolenic	(18 : 3)	22.94	20.55	20.17	16.8	14.85

*Sampling in the early october (Recalculated from Kim and Choi⁸⁾)

Other samples were on 4th August, 6th year.

RLI : Relative light intensity to total solar radiation at noon.

Table 2. Pattern similarity of fatty acid compositions of *Panax ginseng* leaf grown under different light intensity

	10%	20%	30%	(5%*)
5%	0.9783 ^a	0.9655 ^a	0.8214 ^b	0.8361 ^b
10%	—	0.9972 ^a	0.8893 ^a	0.8814 ^a
20%	—	—	0.8771 ^a	0.8716 ^b
30%	—	—	—	0.9563 ^a

* : October sample (Kim and Choi⁸⁾)
 a, b : Significant at p=0.001 and 0.01

한 安全變으로 작용하는 것 같다.

지방산의 조성양상의 類似度를 단순상관에 의하여 보면 표 2와 같다. 10%와 20% 광도의 것이 가장 유사하며 5%와 30% 사이가 가장 다르다. 卽 光度에 따른 지방산의 조성변화는 광도 30%에서 현저하게 달라진다고 볼 수 있고, 시료를 채취한 증평시험장에서 최대 근수량을 보인 최적 광도가 20%였던 사실⁹⁾라 일치하는 것 같다.

金들⁸⁾은 본시험과 같은 해에 증평시험장에서 10월 수확기에 채취하였으므로 본 시험결과와 비교 검토할 수가 있다. 이 중 10개 지방산에 관하여 조성을 재계산하여 (표 1) 유사도를 본 결과 (표 2) 본시험의 30% 광도에서 자란 잎과 가장 유사하였다. 이는 30%구의 잎은 고온 또는 고광도에 의하

Table 3. Change of the fatty acid content in *Panax ginseng* leaf grown under different light intensity (% to control 5% light)

	R L I (%)	R L I (%)		
		10	20	30
Lauric (12 : 0)	162	46	338	
Myristic (14 : 0)	138	91	159	
Pentadecanoic (15 : 0)	19	1	3	
Palmitic (16 : 0)	81	6	37	
Palmitoleic (16 : 1)	72	59	4	
Heptadecanoic (17 : 0)	67	57	17	
Stearic (18 : 0)	77	71	26	
Oleic (18 : 1)	83	76	28	
Linoleic (18 : 2)	70	52	22	
Linolenic (18 : 3)	62	46	17	
Total	69	53	23	

RLI : Relative light intensity, % to total solar radiation at noon. Sampling on 4th. Aug., 6 years old, plant

여 老化되어 8월 초지만 10월초의 관행구 잎과 거의 같은 정도로 되었다는 것을 의미하며 20%까지는 老化촉진이 그렇게 심하지 않다는 것을 나타낸다.

지방산조성을 포화산에 대한 불포화산의 비율로 보면 (그림 1) 20% 광도까지는 변화가 뚜렷하지

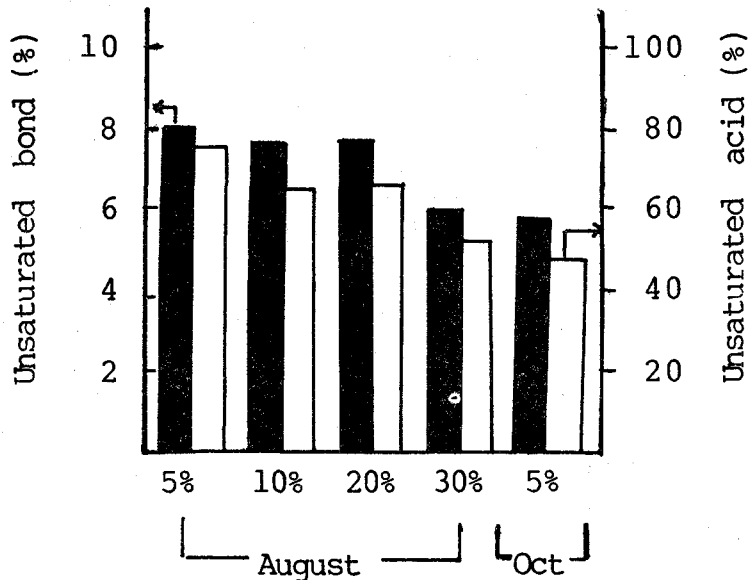


Fig. 1. Effect of growth light intensity (% to total solar radiation) on the percentages of unsaturated bond on fatty acids of *Panax ginseng* leaf lipid.

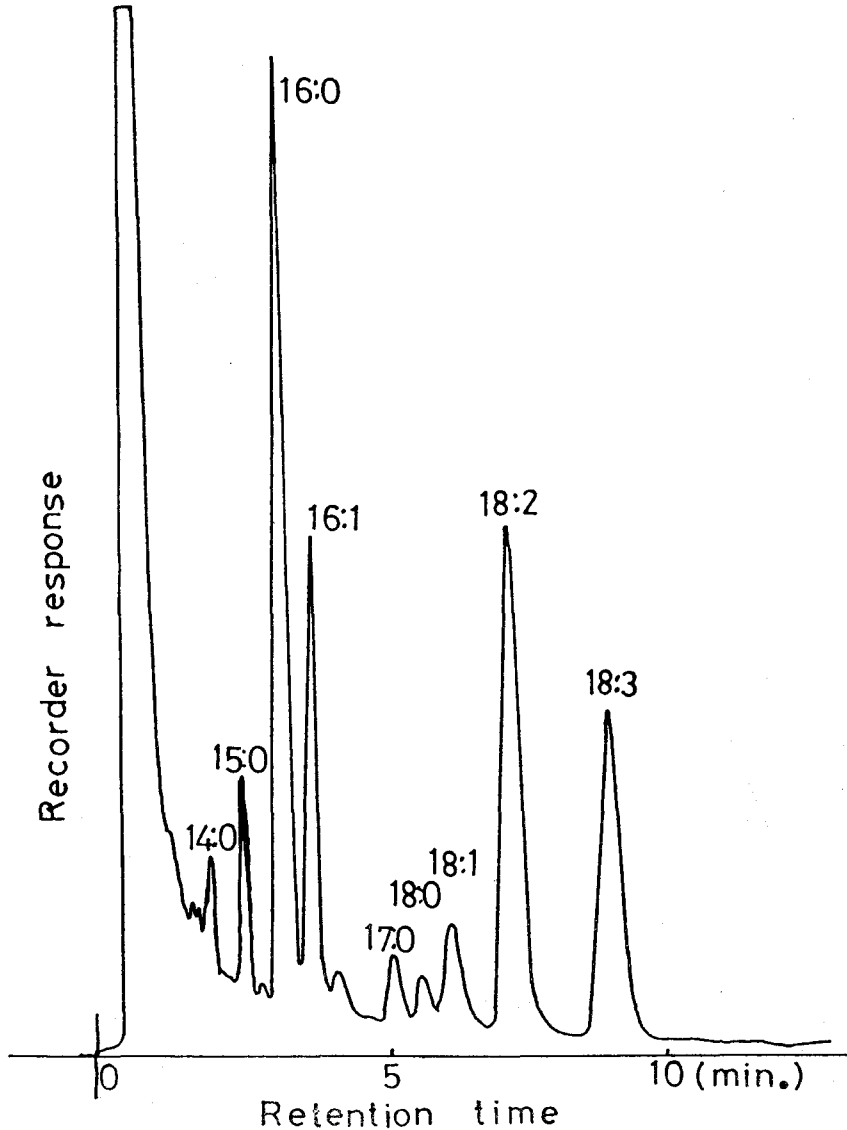


Fig. 2. Gas chromatogram of methyl esters of fatty acids from *Panax ginseng* leaf grown under 20% light.

않으나 30%에서는 16%의 현격한 차이를 보이고 있고 관행의 수확기에서는 30% 것보다 2%나 더 감소하고 있다. 不飽和帶의 比率 즉 $\sum(U_i P_i) \times 100 / \sum(B_i P_i)$ 를 보면(여기서 U_i 는 i 지방산의 不飽和帶數, P_i 는 그것의 分布率, B_i 는 i 의 全 bond數임) 그림 1에서와 같이 光度가 높아지면 적어지며 이는 불포화 지방산 비율보다 더 경향이 뚜렷한 것을 알 수 있다. 수확기 앞에서는 30% 광도구에서 보다 더 떨어졌다.

光度가 높아지면 기온이 높아지고 특히 차광망

의 경우에는 복사열에 의한 엽온의 상승이 있을 것으로 예상되어 光度의 영향은 광도자체보다 온도의 영향이라고 보아야 할 것이다. 온도가 높아지면서 지방산의 不飽和도가 떨어진다는 것은 高温에 대한 적응작용이라고 볼 수 있다. 이는 두種 植物에서 高温에 對한 光合成 적응기작으로 thylakoid막의 극성지질이 fluidity가 감소되었다는 보고⁹⁾와 일치한다. 이러한 fluidity의 감소는 두種에서 兪중 全極性지질의 不飽和도의 현저한 감소와 同伴되었기⁹⁾ 때문이다.

生育光度別 각 지방산함량의 변화를 5% 관행대비 백분율로 본것은 표 3과 같다. Lauric과 myristic만이 一定性이 없이 20% 光度에서 저하하였을 뿐 그 이상의 탄소수를 갖는 지방산은 모두 광도가 높아짐에 따라 감소하였다. 생육광도에 가장 민감한 것은 pentadecanoic으로 급격히 감소한다. 가장 안전한 것은 Oleic acid이며 多量지방산 중에서는 linoleic이나 linolenic 보다 palmitic이나 palmitoleic acid가 안전하다고 볼 수 있다. 즉 불포화도가 많은 지방산의 변화로 고온적응을 하는 것으로 볼 수 있다. 잎지질의 불포화도와 생육온도와의 관계는 열대 원산의 식물과 온대 원산의 식물들에서도 뚜렷이 구별되어 열대식물에서 不飽和酸比率이 훨씬 낮다¹⁰⁾.

지방산 총량의 변화를 보면(표 3) 5% 관행대비 10%구에서는 69%, 20%光度에서는 53%, 30%광도에서는 23%밖에 안되어 상당히 큰 차이를 보이고 있다. 이는 bond數 14인 myristic acid 以下에서 많이 증가한 경향을 보여 그 이하의 산으로 많이 존재하는 때문일 수 있다. 저분자의 지방산으로 분해되는 것인지 또는 저분자에서 고분자로 합성이 어려운 것인지는 알 수가 없다. 본 연구에서와 같이 column 온도를 190°C로 고정할 경우, 조사된 지방산 범위에서 peak 면적간의 比는 10% 이내의 오차로 합량비교에 큰 차질이 없으나 저급 지방산의 정량이 不可能한 단점이 있다¹¹⁾. 變溫方式으로 저급지방산을 분석한다면 이상과 같은 고

Table 4. Effect of 20 hour temperature treatment on the fatty acid content of detached leaf of *Panax ginseng*

		25°C	35°C
Lauric	(12 : 0)	638*	540
Myristic	(14 : 0)	197	220
Pentadecanoic	(15 : 0)	113	148
Palmitic	(16 : 0)	181	184
Palmitoleic	(16 : 1)	223	204
Heptadecanoic	(17 : 0)	104	144
Stearic	(18 : 0)	132	118
Oleic	(18 : 1)	143	129
Linoleic	(18 : 2)	158	187
Linolenic	(18 : 3)	158	229
Total		166	185

*: % to that of 15°C plot.

Table 5. Effect of temperature treatment on the fatty acid composition of *Panax ginseng* leaf(%).

		15°C	25°C	35°C
Lauric	(12 : 0)	0.23	0.82	0.62
Myristic	(14 : 0)	1.20	1.41	1.39
Pentadecanoic	(15 : 0)	4.62	3.14	3.70
Palmitic	(16 : 0)	24.43	26.53	24.31
Palmitoleic	(16 : 1)	12.79	17.11	14.10
Heptadecanoic	(17 : 0)	5.48	3.39	4.23
Stearic	(18 : 0)	4.00	3.17	2.58
Oleic	(18 : 1)	8.85	7.60	6.16
Linoleic	(18 : 2)	22.26	21.19	22.53
Linolenic	(18 : 3)	16.15	15.64	20.37

20 hours treatment, 6years old.

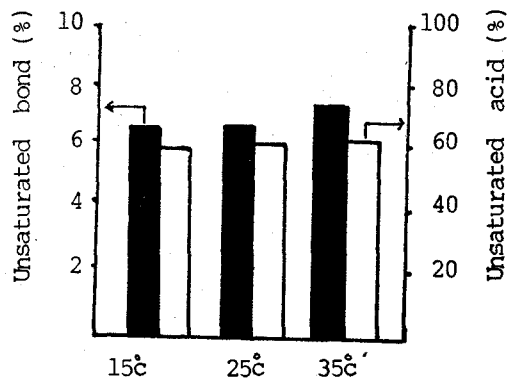


Fig. 3. Effect of 20 hours temperature treatment on the percentages of unsaturated bond on fatty acids of the lipid of detached *Panax ginseng* leaf.

온에서의 지방산 감소 원인에 대한 해답을 얻을 수 있을 것이다.

우리나라의 일반지역에서 인삼재배에 한계 광도라고 볼 수 있는 20%下的 葉에서 지방산의 gas chromatogram은 그림 2에서 보는 바와 같다. 未同定의 고급산 peak가 별로 많지는 아니하였다. 金들⁸⁾의 경우에도 12이하의 산은 보고 되지 아니하였고 20 이상의 산은 6개가 同定되었으나 그 총합은 4.6%에 지나지 아니 하였다.

Chloroform 可溶 物質(粗脂肪)이 20g 건엽중 5, 10, 20, 및 30% 光度에서 각각 5.8, 6.17, 7.23 및 6.67g 이어서 20% 광도까지는 증가하였

으며 30% 광도에서도 크게 감소하지는 아니 하였다. 粗脂肪의 양이 처리간 차이가 큰 것은 조지방 중의 비지지방산 물질의 다소에 관계 될 수 있으며 앞으로 광도에 따라 증가한 점을 증시하여 더욱 조사할 필요가 있을 것이다. 특히 표 3의 지방산 총량의 변화와는 역의 관계이므로 지방산은 줄어들고 비지지방산 물질이 엄청나게 커진다는 것을 뜻하므로 광도 또는 온도와 관련된 물질변화에 새로운 자료를 얻을 수 있을 것으로 보인다.

高生育溫度에 의한 脂肪酸變化에 관한 연구가 비교적 늦게 시작되어¹²⁾ 참고 자료가 많지 않은 실정이다. 이런 점에서 저온장해에 관한 것과는 상당히 대조적이라고 볼 수 있는데 저온장해의 경우에서의 온도간 반응이 고온장해에서도 같은 경향이 아닐까 생각된다.

이상의 光度別 조사는 長期間 出芽時부터 高光속 고온에 生育시킨것인데 短期間의 氣溫變化에는 어떻게 반응할 것인가 비교검토할 필요가 있을 것이다. 切除葉을 氣溫을 달리하여 20시간 처리한 결과 지방산의 상대함량 변화는 표 4와 같다. 長期間 처리와는 반대로 모든 지방산이 증가하였다. Lauric acid는 5~6배가 증가하였다. 全體로는 15°C에서보다 25°C에서 66% 증가하고 35°C에서는 85%가 증가하였다. 현지포장 조건에서는 35°C로 20시간 계속 경과될 수는 없을 것이며 25°C의 경우도 많지 않을 것이다. Lauric acid는 저급의 지방산이므로 측정상 오차가 있었기 때문에 큰 차이로 나타날 수도 있으나 증가하는 경향은 사실이다.

온도처리별 지방산의 조성을 보면(표 5) 양에서의 큰 차이와는 달리 뚜렷한 차이가 없는 것 같다. 조성의 유사도를 상관계수로 보아도 큰 차이가 없다. 즉 15°C와 25°C間에 $r=0.9800$, 15°C~35°C間에는 0.9821, 25°C~35°C間에는 0.9735로 모두 $p=0.001$ 에서 有意性を 보여 상당히 유사한 것을 알 수 있다. 단기간의 고온처리는 pattern의變化는 없이 양적증가만 가져온다고 볼 수 있다.

不飽和 지방산비율도 온도가 높을수록 높아졌고 不飽和 bond 比率도 높아져서(그림 3) 長期間처리 결과와는 정반대로 나타났다. 장·단기간의 이러한 逆연상은 앞으로 더욱 조사되어야만 충분한 생리적 역할과의 관련이 해석 될 수 있을 것이다.

要 約

光度가 다른 포장조건에서 자란 6년근 人蔘잎과

온도별 20시간 처리된 관행재배 6년근 切除葉中の 지방산을 gas chromatography로 분석하였다. 재배광도(온도)가 높을수록 지방산 함량이 감소하였다. Linoleic, linolenic, palmitic과 palmitoleic acid가 多量지방산으로 80%였다. 지방산 조성의 유사도는 광도 20%까지는 차이가 크지 않았으나 30%에서 차이를 보여 20%가 재배 한계 광도인 것 같다. 재배광도가 높을수록 불포화 지방산비율이나 不飽和帶의 비율이 적어져서 고온에 대한 적응기작으로 보였다. 30% 수광율과 수확기일이 지방산특성이 유사하였으며 고온적응과 老化的 관계가 不明하였다. 短時間의 고온처리(25° 및 35°C)는 지방산함량, 불포화산비율 및 불포화도의 비율을 증대시켰고 지방산 조성이 유사하여 장기 온도효과와는 반대의 결과였다.

參 考 文 獻

1. 朴燾·李鍾華·裴孝元·洪榮杓 : 韓土肥誌 12 : 49(1979).
2. 朴燾 : 高麗人蔘學會誌 7 : 172(1983).
3. Park, H : Proc. 3rd Internatl Ginseng Sym. 151, Korea Ginseng Research Institute(1980).
4. Graham D. and Patterson B. D., : Ann. Rev. Plant Physiol. 33 : 347(1982).
5. Beary J. and Björkman O., : Ann. Rev. plant physiol. 31 : 491(1980).
6. Bligh E. G. and Dyer W. J., : Can. J. Biochem Physiol 37 : 911(1959).
7. Metcalf, L. D. Schmitz, AA and pelka, J. R., : Anal Chem. 38 : 514(1966).
8. 김만옥·최강주 : 인삼성분연구 95 한국인삼연구소(1983).
9. Raison, J. K. and Berry J. A., : Carnegie Inst Washington Yearb. 78 : 149(1979).
10. Tajima K., : Proc Crop. Sci. Soc. gapan 40 : 247(1971).
11. Iverson J. L. and Sheppard A.J., : Analysis of fatty acids and their esters by chromatographic methods(Reprints of sselected articles) 505. Preston Publications Inc. Nols, IL. 60648 U.S.A. also in J. Chromato. Sci 13. October.
12. Pearcy R. W., : Plant Physiol. 61 : 484(1978).