

국내 약용자원식물의 지방산 조성과 γ -linolenic acid 탐색

김정봉 · 김용환 · 이철희* · 황영수 · 박노동*

Screening of γ -linolenic Acid Resources and Fatty Acid Composition in Korean Native Medicinal Plants Resources

Jung Bong Kim, Young Hwan Kim, Cheol Hee Lee*, Young Soo Hwang and Ro Dong Park**

ABSTRACT : Fatty acid composition analysis was carried out from 60 species of Korean native medicinal plant to screen γ -linolenic acid (GLA) resources. *Oenothera odorata*, *Symphytum officinal*, and *Lithospermum erythrorhizon* contained γ -linolenic acid with 9.5%, 3.5%, 7.2% of total fatty acid content, respectively. The vegetative organs usually contained higher level of α -linolenic acid than seeds. Some plants were found to be excellent source of unsaturated fatty acid.

지방산의 종류는 구조와 탄소수에 따라 수많은 종류가 있지만 식물체에 존재하는 형태는 주로 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid 등 5가지 형태가 주류를 이루고 있으며 특정한 식물체에 따라서는 독특한 지방산을 함유하고 있는 식물종도 있다. 이들 지방산은 체내에서 주로 free acid 형태가 아닌 triglyceride 형태로 존재하면서 생체막의 구조나 에너지대사에 관여하는 지질의 구성성분을 이룬다⁽¹⁾.

지방산의 일종인 γ -linolenic acid (GLA : all-cis-6,9,12-octadecatrienoic acid)는 불포화도가 높은 필수지방산으로서 α -linolenic acid (ALA : all-cis-9,12,15-octadecatrienoic acid)와는 달리 이를 함유한 식물이 자연계에 흔하지 않아서 특이한 지방산으로 분류되고 있으며, 지금까지는 가장 중요한 공급원 역할을 해온 Onagraceae의 달맞이꽃종자가 전체지방산의 9-15%의 GLA를 함유하고 있다. 이밖에 Boraginaceae, Scrophulariaceae

및 Saxifraceae 등의 식물에도 GLA가 분포하는 것으로 알려졌지만 천연물질로서의 대량생산에 대한 연구는 곰팡이에서 진전된 연구가 있을 뿐이다^(2,3).

GLA는 그 전구체인 18:2가 Δ -6 desaturase에 의해서 6번 탄소에 이중결합이 추가되면서 생합성되는데 docosapentanoic acid의 중간 과정을 거쳐서 최종산물인 prostaglandin E에 이른다. 국소 호르몬인 prostaglandins은 임상실험결과 혈전 제거 능력으로 인한 혈액순환, 뇌졸중, 동맥경화, 심근경색과 노화방지 등에 약리효과가 인정되면서 기능성 식품으로서 뿐만 아니라 지방산 연구에도 많은 관심사가 되어 왔다^(4,5).

본 실험에서는 국내식물들의 지방산조성을 조사하여 GLA자원식물을 탐색하고 새로운 油脂자원식물의 개발과 이의 기초자료로 활용코자 방풍 등 국내 약초 60종의 지방산 분포를 조사하였으며 몇가지의 식물에서 GLA를 확인하였다.

농촌진흥청 농업과학기술원 생화학과(Biochemistry Division, Agricultural Science and Technology Institute, RDA, Suwon, 441~707)

* 충청북도 농촌진흥원 단양마늘시험장(Danyang Garlic Exp. Station, ChungBug Prvn. RDA)

** 전남대학교 농화학과(Dept. of Agricultural Chemistry, Chonam National University Kwangju, 500~757, Korea)

材料 및 方法

지방산 조성과 함량을 측정하기 위하여 국내 자생식물의 종자, 잎, 뿌리등을 실험대상으로 하였으며 냉동건조된 시료 0.3g을 20ml 시험관에 평량하여 추출용매 5ml와 내부표준물질로 0.5mg PDA (pentadecanoic acid)/ml MeOH를 넣고 마쇄한후 초음파를 30분간 처리하여 추출 하였다. 여기에 0.58% NaCl를 넣어 잘 희석한후 원심분리(2000 rpm, 10min.)하여 상등액을 제거하고 약간의 부유물과 잔사가 남은 상태로 nitrogen flow에 의하여 건조하였다. 건조된 시료에 toluene 0.5ml, NaOH용액(0.5N in MeOH) 2ml를 가하여 온탕에서 3분간 반응시킨후 방냉하였다. 여기에 다시 BF₃용액(2N in MeOH) 2ml를 넣고 상기와 온탕수조에서 5분간 반응시켜 식힌후 이 반응액을 40ml 시험관에 옮겨

붓고 10ml의 물과 10ml의 petroleum ether를 넣고 잘 흔들어서 합성된 지방산 유도체를 petroleum ether 층으로 분리하고 이것을 무수 sodium sulfate를 넣은 여지를 통과시켜 수분을 제거한후 기체 크로마토그래피로 분석하였다. 여기에서 사용한 gas chromatography는 Hewlett-pacard 5890 series 2로서 검출기는 FID를, 그리고 분리관은 HP 20M(0.2mm, 25m, carbowax 20) capillary column으로써 섭씨 180도에서 분리하였다. 지방산함량은 표준물질의 retention time과 일치하는 6개 peak를 동정하고 이 면적의 100분비율로 함량을 표시하였다.

결과 및 고찰

들깨종자의 28종의 식물체종자를 검색한 결과 지방산 함량 및 조성은 표 1 과 같다.

Table 1. The fatty acid composition of Korean native medicinal plant seeds.

Plant	Total F.A (mg/g DW)	Composition of F.A(% by GC area)				
		16 : 0	18 : 0	18 : 1	18 : 2	8 : 3(α)
<i>Haliotidis concha</i> (석결명)	45.5	16.3	1.3	30.5	47.5	4.4
<i>Angelica clahurica</i> (백지)	134.6	4.8	0.7	55.0	39.1	0.4
<i>Scutellaria baicalensis</i> (황금)	128.9	6.4	2.6	25.1	65.2	0.9
<i>Sophora flavescens</i> (고삼)	71.0	5.2	2.0	21.4	70.4	1.0
<i>Ledebouriella seseloides</i> (방풍)	175.6	4.1	1.0	65.8	28.9	0.2
<i>Carthami flos</i> (홍화)	204.1	6.3	1.9	11.4	80.2	0.2
<i>Bupleurum falcatum</i> (참시호)	162.8	3.9	0.7	61.4	33.5	0.4
<i>Leonurus sibiricus</i> (익모초)	283.5	6.0	3.0	28.2	61.7	1.1
<i>Cornus officinalis</i> (산수유)	5.5	20.0	t	25.5	40.0	14.5
<i>Torilis japonica</i> (사상자)	113.8	5.0	0.6	76.0	18.2	0.2
<i>Lycii fructus</i> (구기자)	123.9	8.7	2.8	13.3	73.0	2.1
<i>Cassiae semen</i> (결명자)	57.1	18.7	5.1	21.9	51.1	3.2
<i>Sesamum indicum</i> (참깨)	492.8	8.2	3.2	44.9	43.3	0.4
<i>Cucurbita moschata</i> (호박)	458.2	11.3	6.8	45.9	35.8	0.2
<i>Cucumis melo</i> (참외)	283.9	10.6	6.2	13.9	69.0	0.4
<i>Allium tuberosum</i> (부추)	170.2	7.8	3.2	22.0	66.8	0.2
<i>Phaseolus radiatus</i> (녹두)	14.8	25.0	6.1	6.8	45.3	16.9
<i>Phaseolus angularis</i> (팥)	14.9	18.1	4.0	9.4	55.0	13.4
<i>Glycine max L.</i> (콩 : soybean)	196.0	12.6	2.4	31.2	47.3	6.4
<i>Glycine max L.</i> (검정콩 : black soybean)	187.2	9.6	2.7	26.6	54.3	6.8
<i>Coix lachryma-jobi L.</i> (의이인)	95.7	11.3	1.7	51.0	35.5	0.5
<i>Strychnos nux-vomica L.</i> (마전자)	67.3	9.1	50.1	27.0	13.8	t
<i>Strychnos ignatii Bergius.</i> (보두)	4.3	20.9	4.7	48.8	25.6	t
<i>Helenii radix</i> (토목향)	24.7	10.5	3.2	27.9	57.5	0.8
<i>Perilla frutescens V. japonica</i> (들깨)	400.9	6.3	t	20.1	13.4	60.2
<i>Foeniculi fructus</i> (소회향)	155.4	4.2	0.8	87.2	7.5	0.3
<i>Angelica jaluana Nakai</i> (토당귀)	20.3	21.3	12.6	5.5	55.6	5.0
<i>Firmiana simplex</i> (벽오동)	25.1	22.1	t	27.7	47.7	2.5
<i>Zanthoxylum piperitum</i> (초피)	63.1	12.5	t	36.2	25.4	25.9

Table 2. Fatty acid composition in the vegetative parts of Korean medicinal plant.

Plant	Part	Total F.A (mg/g DW)	Composition of F.A(% by GC area)				
			16 : 0	18 : 0	18 : 1	18 : 2	18 : 3(α)
<i>Cnidii rhizoma</i> (천궁)	leaf	10.2	35.1	1.3	11.6	24.2	27.8
<i>Oenothera odorata</i> (달맞이꽃)	leaf	20.1	16.9	3.3	5.3	16.9	57.6
<i>Scrophularia koraiensis</i> (토현삼)	leaf	25.2	14.4	2.6	2.8	14.2	66.0
<i>Ligustici rhizoma</i> (고분)	leaf	41.6	22.1	0.9	9.8	31.8	35.4
<i>Peucedanum japonicum</i> (갯기름나물)	leaf	17.3	21.2	t	t	32.9	45.9
<i>Ledebouriella seseloides</i> (방풍)	leaf	22.3	18.6	t	1.2	34.5	45.7
<i>Caltha palustris</i> (동의나물)	leaf	25.9	15.4	t	t	32.9	52.2
<i>Artemisia apiacea</i> (개사철쭉)	leaf	28.8	11.6	1.9	2.3	24.1	60.1
<i>Foeniculum vulgare</i> (회향)	leaf	23.7	22.8	t	0.8	30.8	21.8
<i>Menthae herba</i> (박하)	leaf	27.2	28.4	3.7	2.8	7.6	57.5
<i>Vaccariae semen</i> (왕불유행)	leaf	14.4	25.9	t	5.1	43.1	25.9
<i>Artemisia japonica</i> (제비쭉)	leaf	35.8	13.8	1.0	2.4	24.0	45.6
<i>Ruta graveolens</i> L.(운향)	leaf	26.9	20.1	2.0	3.0	32.7	42.7
<i>Scrophularia koraiensis</i> (토현삼)	stem	8.1	30.6	7.3	10.8	29.7	21.6
<i>Lycopi herba</i> (택란)	stem	4.5	19.7	1.8	5.1	37.6	35.8
<i>Ligustici rhizoma</i> (고분)	stem	13.2	22.7	3.0	3.0	49.1	22.2
<i>Leonuri herb</i> (익모초)	stem	32.6	14.3	1.3	2.4	19.6	62.3
<i>Cnidii rhizoma</i> (천궁)	stem	8.2	21.7	t	31.0	32.8	14.4
<i>Selaginelliae folium</i> (권백)	stem	12.7	19.3	t	27.5	39.9	13.3
<i>Achyranthis bidentatae radix</i> (우슬)	stem	11.8	14.9	0.7	35.1	27.1	22.2
<i>Gleditsiae spina</i> (조각자)	stem	1.1	39.1	t	9.1	43.6	8.2
<i>Curcumae longae rhizoma</i> (강황)	stem	2.8	11.6	t	8.1	75.4	4.9
<i>Zanthoxylum piperitum</i> (초피)	stem	7.6	13.6	t	10.4	46.1	29.9
<i>Polygoni cuspidati rhizoma</i> (호장근)	root	12.9	14.0	t	25.1	20.2	40.7
<i>Scrophularia koraiensis</i> (토현삼)	root	6.1	21.7	t	31.0	32.8	66.0
<i>Carthami flos</i> (홍화)	flower	8.5	33.5	10.6	t	19.5	36.4
<i>Campsis grandiflora</i> (능소화)	flower	25.2	25.6	3.2	2.7	58.3	10.20
<i>enothera odorata</i> (달맞이꽃)	immature seed	16.2	17.9	t	29.0	28.6	22.5

실험재료들은 일반적으로 stearic acid(18 : 3)와 linolenic acid(18 : 3)의 함량이 상대적으로 적게 함유하는 것으로 나타났으며 참깨, 들깨 및 호박 종자의 지방산 총량이 400mg/g dry weight(DW) 이상의 함량을 나타냄으로서 좋은 油脂源임이 확인되었다. 특히 들깨종자의 경우는 18 : 3(n-3)

의 α -linolenic acid가 전체지방산의 60%정도를 차지하는 매우 특이한 지방산 조성을 보여줌으로서 고도불포화 유지원으로서 뿐만 아니라 desaturase 등 지방산 대사관련 연구재료로 좋을 것으로 판단된다.

부위별 지방산 조성 조사에서는 식물체의 종

자를 제외한 다른 부위, 즉 뿌리, 줄기, 잎 등 영양기관의 지방산함량은 종자에 비해서 현저히 적은 양을 나타냈으며, 지방산조성에 있어서는 18:0(stearic acid)가 종자에서와 마찬가지로 아주 적은 비율을 차지하고 있었으나 18:3(linolenic acid)의 함량비율은 18:2(linoleic acid)와 같거나 오히려 높은 경우가 많았다. 본 실험의 대상작물들은 일반적으로 뿌리나 잎, 줄기 등의 영양기관에서 α -linolenic acid의 함량비율이 종자에서 보다 상대적으로 높게 나타나는 경향이 있었다.

한편 지방산의 생합성 과정은 palmitic acid \rightarrow stearic acid \rightarrow oleic acid \rightarrow linoleic acid \rightarrow linolenic

acid 순서로 합성되어지는 것으로 알려져 있으나 palmitic acid 와 stearic acid의 상대적 분포비율이 급격한 차이를 나타내는 것으로 보아 각각의 지방산은 최종생성물의 결과이고 triglyceride 형태로 저장되어 있는 것으로 생각된다.

60여종의 식물체를 대상으로 지방산조성을 조사한 결과 달맞이꽃 종자, 컴프리잎 및 지치뿌리에서 GLA가 검출되었다(Table 3). 특히 달맞이꽃 종자유에서는 9.1% 들어있어 가장 많이 함유하고 있고 지치에서는 7.2% 들어있으나 뿌리에서의 기름함량 자체가 4.3% 밖에 되지않아 실용적인 이용이 어려울 것으로 보였다.

Table 3. Fatty acid composition and α -linolenic acid content in *Oenothera odorata*, *Symphytum officinale*, and *Lithospermum erythrorhizon*.

Plant	Total F.A (mg/g DW)	Composition of F.A(% by GC area)					
		16:0	18:0	18:1	18:2	8:3(α)	8:3(γ)
<i>Oenothera odorata</i> (달맞이꽃 : seed)	224.9	6.6	t	8.2	76.1	t	9.1
<i>Symphytum officinale</i> (컴프리 : leaf)	20.8	28.7	2.4	5.2	20.1	40.1	3.5
<i>Lithospermum erythrorhizon</i> (지치 : root)	4.3	21.4	2.3	7.7	45.6	15.8	7.2

이상과 같은 결과는 약리성 지방산 함유 식물자원으로 활용 될 수 있을 것이며 또한 지방산 대사 및 합성관련 효소연구와 유전자 클로닝을 위한 정보로 이용 될 수도 있을 것으로 생각된다.

현 저히 높게 나타났으며 18:0의 비율은 비교적 같게 나타났다.

引用文獻

摘 要

우리나라에서 생산되고 있는 60여종의 약용식물의 지방산 조성을 조사하여 식물체의 부위 와 종류에 따른 지방산 조성의 특성을 관찰한 결과 아래와 같은 결과 얻었다.

1. 달맞이꽃종자, 컴프리잎, 지치뿌리에서 각각 총지방산함량의 9.1, 3.5, 7.2%의 GLA가 검출되었으며 달맞이 꽃종자가 컴프리잎이나 지치뿌리보다 GLA의 절대량이 많았다.
2. 들깨종자, 참깨종자, 호박종자등의 지방산이 量과 불포화도면에서 좋은 자원임이 확인되었다.
3. 식물체의 잎, 줄기, 뿌리에서의 지방산조성은 종자의 경우에 비하여 18:3의 분포 비율이

1. Hudson. B.J. F. 1984. Evening primrose (*Oenothera* spp.) oil and seed. *JAOCS*, 61, 540~543.
2. Matthew J.Hills, Irmgard Kiewitt and Kumar D.Mukherjee. 1990. Enzymatic fractionation of fatty acids : Enrichment of g-Linolenic acid and Docosahexaenoic acid by selective esterification catalyzed by lipases. *JAOCS*, 67, 561~564.
3. Wolf R.B., Kleiman R., and England R.E. 1983. New Sources of γ -Linolenic acid, *JAOCS* 60 : 1858.
4. Hinman, J. W. 1972. Prostaglandins. *Annu. Rev. Biochem.* 41 : 161~178.
5. 日本植物資源年監. 1990. γ -リノレン酸. pp 255~258