

대마 유전자원의 지방산 조성과 감마리놀렌산 함량변이

문윤호*† · 송연상* · 정병춘* · 방진기*

*농촌진흥청 작물과학원 목포시험장

Variation on Fatty Acid Profile Including γ -Linolenic acid among Hemp (*Cannabis sativa* L.) Accessions

Youn Ho Moon*†, Yeon Sang Song*, Byeong Choon Jeong*, and Jin Ki Bang*

*Mokpo Experiment Station, NICS, RDA, Muan, Chonnam 534-830, Korea.

ABSTRACT : Hemp is cultivated to produce fiber and seeds for extracting vegetable oil. This study was carried out to obtain reliable data on fatty acid profile including γ -linolenic acid (GLA) in seeds of hemp accessions with regard to suitability for both human nutrition and pharmaceutical purposes. The ratio of unsaturated fatty acid including α -linolenic acid were high but saturated fatty acid including palmitic acid were low in the seeds of hemp accessions, perilla and evening primrose. The ratio of GLA in fatty acid profile of evening primrose and hemp seeds were 12.5% and 2.1%, respectively but not detected in perilla seeds. In the fatty acid profile of hemp seeds accessions, the range and coefficient of variation of GLA were 0.8%~3.8% and 42.9%, respectively which are highest among the fatty acid. Among the major characteristics and fatty acid ratios, flowering date and α -linolenic acid showed highly positive correlation but not showed any significant correlation between THC (Tetrahydrocannabinol) and any fatty acids. Among the fatty acid ratios, negative correlation were showed between palmitic acid and γ -linolenic acid, and showed highly negative correlation between oleic acid and α -linolenic acid, linoleic acid and α -linolenic acid. The accessions of high GLA ratio were originated from Europe including Central Russia, and were short in flowering date and stem height.

Key words : Hemp, Seed Oil, Fatty acid, γ -Linolenic acid

서 언

고등동물은 성장 또는 건강유지를 위하여 필수지방산을 섭취 하는데 이중 리놀레산 (Linoleic Acid)과 알파 리놀렌산 (α -Linolenic Acid)은 주로 참기름, 들기름과 같은 식물성 유지를 통해서 섭취한다. 이중 리놀레산은 인체 내에서 효소의 촉매작용을 받아 감마리놀렌산 (γ -Linolenic Acid : GLA)으로 전환된 후 국소 호르몬인 프로스타글란딘I (Prostaglandin I)으로 합성되어 항염증, 면역력 강화 등의 기능을 하기 때문에 (Osburn, 1992; West, 1998) 약용으로 중요하다. 그러나 사람에 따라 리놀레산으로부터 감마리놀렌산을 합성하지 못하여 신경성 피부염, 류머티스성 관절염 등 결핍증이 나타나는 경우가 있는데 이것을 예방, 치료 하려면 감마리놀렌산을 섭취하여야만 한다고 밝혔다 (Callaway *et al.*, 1996). 우리가 주로 이용하는 참기름, 들기름, 대두유 등 주요 식물성 유지에는 감마리놀렌산을 거

의 함유하고 있지 않다. 감마리놀렌산을 얻을 목적으로 재배되고 있는 식물에는 달맞이꽃 (*Oenothera odorata* L.)과 서양양지치 (*Borago officinalis* L.)가 있는데 이러한 식물들은 재배 및 수확작업이 어렵기 때문에 가격이 비싸고 기름의 맛이 좋지 않아 일반 식용유 형태로 섭취하지 못하고 주로 캡슐 형태로 섭취하여야만 하는 단점이 있다 (Deferne & West, 1996). 대마는 섬유작물이지만 손쉽게 재배될 수 있고 종실유의 풍미도 호도기름 또는 땅콩기름과 유사하여 유료작물로서 가능성이 큰 작물이다. 또한 종실유에는 감마리놀렌산이 함유되어 있기 때문에 건강보조제 및 화장품 원료로 각광받고 있어 유럽에서는 종실용 대마 재배면적이 증가하고 있는 추세이다 (Pate and Robert, 1997). 따라서 본 연구는 대마 종실의 지방산조성을 탐색하여 감마리놀렌산 함량과 품종간의 차이를 구명함으로써 향후 약용 등 용도의 다양화 및 고품질 종실용 품종개발을 위한 기초자료로 활용코자 시험을 수행하였다.

†Corresponding author: (Phone) +82-61-450-0145 (E-mail) yhmoon@rda.go.kr

Received July 8, 2005 / Accepted July 31, 2005

재료 및 방법

시험에 사용된 대마 종실은 1997년 네덜란드 CPRO (Center for Plant Breeding and Reproduction Research)에서 도입한 저 마약형 유전자원 44품종과 재래종을 이용하였고, 대비로서 시중에서 GLA 급원으로서 널리 알려진 야생 달맞이꽃 종실과 양질의 불포화 지방산을 다량 함유한 유료작물인 들깨 종실을 사용하였다. 지방산 분석방법은 시료 1g (D.W)을 유발로 분쇄한 다음 이형 플라스크에 넣고 헥산 (Hexane, C₆H₁₄) 20 ml를 넣은 다음 Na : CH₃OH (1 : 100) 혼합용액 1 ml를 넣고 항온조 (70~80℃)에서 환류냉각관을 연결한 상태로 1시간 동안 반응시켰다. 반응된 시료와 시약 혼합물을 실온으로 식혀서 페놀프탈레인 (C₂₀H₁₄O₄) 1% 용액 1방울을 떨어뜨려 적색을 확인한 다음 무색이 될 때까지 1N 황산 (H₂SO₄)으로 적정하여 중화시켰다. 중화된 혼합물을 분별깔때기 (250 ml)에 넣고 증류수로 3회정도 세척한 다음 분리된 헥산층을 삼각플라스크 (50 ml)에 넣고 sodium sulfate (Na₂SO₄)를 넣어 24시간 방치한 다음 진공회전농축기로 헥산을 증발시켜 남겨진 지방산을 헥산으로 희석한 후 GC (Agilent 6890N series, US)로 분석하였다.

한편 대마의 GLA 비율과 주요 형질과의 관계 구명을 위한 성적은 1997년 목포시험장에서 수행한 “저 마약형 대마 유전자원 특성평가” 성적 (문, 1997)을 활용하였다. 상관관계 등 통계처리는 SAS Package 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

종실의 유지 중 기능성 지방산인 감마리놀렌산 (γ -linolenic acid) 비율을 조사하기 위해 대마, 달맞이꽃, 들깨 종실의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 조사한 유료작물의 종실들은 모두 불포화지방산 비율이 높았고 포화지방산인 팔미트산과 스테아르산의 비율은 7% 이하로 낮았다. 대마 종실은 필수지방산인 리놀레산과 알파리놀렌산의 비율이 West (1998)가 보고한 바와 같이 적합한 영양비율인 3 : 1에 근접하였다.

감마리놀렌산 비율은 달맞이꽃 종실이 12.5%로 가장 높았고 45개 품종의 대마 종실의 평균은 2.1%이었으며 들깨 종실에서는 검출되지 않았다. 달맞이꽃 종실유는 감마리놀렌산 비율이 높지만 약취로 인해 식용이 곤란하여 캡슐에 봉입된 형

Table 1. Fatty acid profile in seeds of hemp, perilla, and evening primrose

Seeds	n	Pal. ^z	Ste. ^y	Ole. ^x	Lin. ^w	GLA ^v	ALA ^u
		%					
Hemp	45	6.7	2.5	9.8	55.1	2.1	20.9
Evening primrose	1	6.9	1.8	5.0	70.8	12.5	0.5
Perilla	1	6.5	2.1	15.4	14.5	0	60.0

^zPal. : Palmitic acid, ^ySte. : Stearic acid, Ole. : ^xOleic acid, ^wLin : Linoleic acid, ^vGLA : γ -Linolenic acid, ^uALA : α -Linolenic acid

태로 이용되고 있다 (Deferne and West, 1996). 대마 종실유는 감마리놀렌산 비율이 달맞이꽃 종실유 보다는 낮지만 견과향 (堅果香)이 나는 등 풍미가 좋고 재배가 쉬우므로 달맞이꽃 종실유의 대용으로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

대마 도입종의 지방산 조성에 있어서 차이는 Table 2와 같다. 변이계수는 리놀레산이 4.2%로 가장 적었고 팔미트산, 알파리놀렌산, 스테아르산, 올레산 순으로 많아졌으며 지방산 중 품종간 차이가 가장 큰 경우는 감마리놀렌산이 42.9%로 가장 높았다. 그러므로 육종을 통하여 감마리놀렌산 비율을 높이는 것은 다른 지방산 함량을 높이는 것 보다 쉬운 것으로 생각된다.

우리나라 기후특성에 적합한 감마리놀렌산 고 함유 대마 품종을 육성하기 위해 선발한 도입종들의 수집지 및 생육특성은 Fig. 1과 같다. 대체로 위도가 높은 유럽에서 수집한 것들이 감마리놀렌산 함량이 높게 나타났는데, 이는 Mölleken and Theimer (1997)의 보고와 일치하였다. 유럽에서는 대마를 섬유작물로 뿐만 아니라 유료작물로서 종실유를 식용 또는 약용으로 이용하기 때문에 감마리놀렌산 비율이 높은 품종을 집중적으로 육성하는 것으로 사료된다. 그러나, 우리나라의 재래종은 개화소요일수가 120일로 길고 경장이 228 cm로 크며 감마리놀렌산 비율도 2.1%로 적어 종실용 품종으로 적합하지 않았다. 섬유용 대마는 개화소요일수가 길어 경장이 커야 하지만 종실용 대마는 경장이 작아야 하기 때문에 (Robert, 1995, West, 1998) 고품질 종실용 품종 육성을 위해서는 개화소요일수가 짧으면서 기능성 지방산인 감마리놀렌산의 비율을 높일 필요가 있다. 따라서 개화소요일수가 29~44일로 짧고 경장이 31~122 cm로 작아 단간 조숙형 종실용 품종 육성재료로는 고 위도 지역에서 수집한 종들이 주로 사용되어야 할 것이다.

Table 2. Variation of fatty acid profile in hemp seed accessions

Variation	Pal. ^z	Ste. ^y	Ole. ^x	Lin. ^w	GLA ^v	ALA ^u
Maximum (%)	8.5	3.6	14.5	61.8	3.8	26.3
Minimum (%)	5.4	1.2	6.1	51.4	0.8	13.2
Mean (%)	6.7 ± 0.7	2.5 ± 0.4	9.5 ± 1.9	55.2 ± 2.3	2.1 ± 0.9	21.1 ± 2.5
C.V. ^t (%)	10.4	16.0	20.0	4.2	42.9	11.8

^zPal. : Palmitic acid, ^ySte. : Stearic acid, Ole. : ^xOleic acid, ^wLin : Linoleic acid, ^vGLA : γ -Linolenic acid, ^uALA : α -Linolenic acid, C.V. : Coefficient variation

Table 3. Correlations of γ -linolenic acid with major characteristics in hemp accession. (n = 45)

	1) DF ^z	2) SL ^y	3) THC ^x	4) Pal. ^w	5) Ste. ^v	6) Ole. ^u	7) Lin. ^t	8) GLA ^s	9) ALA ^r
2)	0.71**								
3)	0.03	0.15							
4)	0.03	0.25	0.04						
5)	0.09	0.15	0.04	0.11					
6)	0.24	0.21	0.04	0.20	0.12				
7)	0.23	0.20	0.03	-0.04	-0.11	-0.26			
8)	-0.10	-0.32*	0.10	-0.32*	-0.26	-0.26	-0.19		
9)	-0.38**	-0.23	-0.12	-0.27	-0.04	-0.45**	-0.60**	0.01	

^zDF : Days to flowering, ^ySL : Stem length, ^xTHC : Tetrahydrocannabinol content, ^wPal. : Palmitic acid, ^vSte : stearic acid, ^uOle.:Oleic acid, ^tLin. : Linoleic acid, ^sGLA : γ -Linolenic acid, ^rALA : Linolenic acid *, ** : Significant at 5% and 1% level, respectively

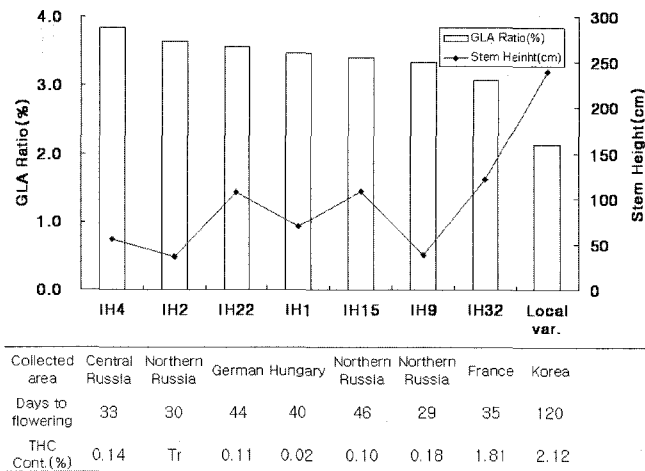


Fig. 1. Difference in GLA ratio and growing characteristics of hemp accessions according to collecting areas (IH : Introduced Hemp).

대마의 주요 형질과 감마리놀렌산 비율간의 상관관계는 Table 3과 같다. 포화지방산인 팔미트산과 감마리놀렌산 비율 간에는 부의 상관이었고 알파리놀렌산과 올레산, 리놀레산 비율간에는 고도의 부의 상관이었다.

개화소요일수와 알파리놀렌산 비율 간에는 고도의 부의 상관이었고, 경장과 감마리놀렌산 비율 간에는 부의 상관이었는 데 개화기와 경장이 짧을수록 유지의 품질이 좋은 것으로 생각된다. 또한 환각성분인 THC (Tetrahydrocannabinol) 함량과 다른 형질들 간에는 유의적인 상관성이 없으므로 저 마약형 종실용 품종 육성시 THC 함량은 큰 의미가 없을 것으로 보인다.

적 요

종실의 유분함량이 많아 유료작물로 전용이 가능한 대표적인 섬유작물인 대마 종실의 지방산조성의 분석을 통하여 감마리놀렌산 함유여부 및 함량과 품종간 차이를 조사하였다.

45 수집종의 대마 종실에는 감마리놀렌산의 경우 평균 2.1%

함유되어 있었으며 이중 IH4 등 7 품종이 3.1~3.8%로 높으면서 경장이 31~122 cm로 작아 종실용 품종 육성재료로 유망시 되었다. 도입된 대마의 지방산 조성 변이에서 감마리놀렌산 비율 범위 및 변이계수는 각각 0.8%~3.8%, 42.9%로 품종간 변이가 가장 컸으나 리놀레산은 각각 51.4%~61.8%, 4.2%로 가장 적었다. 개화일수와 경장간에는 고도의 정의 상관이었고, 개화일수와 알파리놀렌산 비율 및 경장과 감마리놀렌산 비율간에는 부의 상관이었으며 환각성분인 THC와 다른 형질들 간에는 유의적인 상관성이 없었다. 팔미트산과 감마리놀렌산 비율간에는 부의상관, 올레산과 알파리놀렌산 그리고 리놀레산과 알파리놀렌산은 고도의 부의 상관을 나타내었다. 감마리놀렌산 함량이 높은 도입종들은 대체로 수집지가 중앙아시아 등 유럽이었고 개화일수가 29~44일로 짧았다.

LITERATURE CITED

Callaway JC, Tennil T, Pate DW (1996) Occurrence of "omega-3" stearidonic acid (cis-6,9,12,15-octadecatetraenoic acid) in hemp (*Cannabis sativa* L.) seed. J. of International Hemp Association. 3(2):pp. 61-63.

Deferne JL, West DP (1996) Hemp seed oil : A source of valuable essential fatty acids. J. of International Hemp Association. 3(1):1-7.

Mölleken H, Theimer RR (1997) Survey of minor fatty acid in *Cannabis sativa* L. fruits of various origins. J. of International Hemp Association. 4(1):13-17.

Osburn L (1992). Hemp seed : The most nutritionally complete food source in the world, Part II : Hemp seed oils and the flow of life force. Hemp Line Journal. 1(2):12-13.

Pate DW, Robert CC (1997) Genetic future of hemp. J. of International Hemp Association. 4(1):32-36

Robert CC (1995) "Marihuana botany". Ronin Publishing, Inc. California, USA. pp. 1-171

West DP (1998) Hemp and marijuana : Myths and realities. North American industrial hemp council, Inc. http://naihc.org/hemp_information/content/hemp.mj.html (Web file)

문윤호, 오용비, 정미남(1997) 저 마약형 대마 유전자원 특성평가. 1997. 호남농업시험장 목포시험장 시험연구보고서. PP. 630-364.

대마 유전자원의 지방산 조성과 감마리놀렌산 함량변이

Appendix : Cannabinoids content and fatty acid profile of introduced hemp accessions

Introduction number	Collecting area	Cannabinoid content				Fatty acid profile				
		THC ^z	CBD ^y	CBN ^x	Pal. ^w	Stea. ^v	Ole. ^u	Lin. ^t	GLA ^s	LA ^r
IH1	Germany	0.02	0.21	0.11	6.6	2.1	9.9	52.7	3.5	21.6
IH2	North Russia	Tr	0.21	Tr.	6.7	2.3	9.2	52.3	3.6	22.1
IH3	Japan	0.11	2.14	Tr.	6.5	2.6	13.7	58.1	2.3	14.8
IH4	Central Russia	0.14	0.64	0.21	5.7	2.1	7.8	55.9	3.8	20.9
IH5	Germany	0.12	1.57	Tr.	8.1	2.2	14.5	53.0	0.9	19.5
IH6	Turkey	0.18	1.98	0.03	7.3	1.8	9.1	59.0	1.4	18.9
IH7	Turkey	0.27	2.49	0.27	7.2	3.6	13.6	51.6	1.0	20.6
IH8	Hungary	0.03	4.77	Tr.	7.2	2.3	8.7	57.0	2.0	19.6
IH9	North Russia	0.03	0.18	Tr.	6.0	2.4	8.2	52.0	3.3	24.6
IH10	Hungary	0.08	0.70	Tr.	7.1	3.2	8.4	54.9	1.2	23.0
IH11	South Russia	0.09	0.46	Tr.	7.1	2.7	8.2	54.6	3.0	21.4
IH12	Central Russia	0.14	0.64	Tr.	6.9	2.4	9.1	55.2	2.7	20.5
IH13	Central Russia	0.18	0.78	0.02	6.5	2.4	9.7	54.8	1.5	22.2
IH14	Hungary	0.09	0.50	Tr	6.7	2.6	7.5	59.4	2.4	18.1
IH15	Hungary	0.10	0.40	Tr	6.6	2.2	9.3	54.3	3.4	20.6
IH16	Central Russia	0.28	0.67	0.08	5.4	1.2	11.0	54.9	2.8	21.5
IH17	Turkey	0.08	1.45	Tr.	6.7	3.1	8.6	52.4	1.3	25.3
IH18	Central Russia	0.09	0.31	0.09	6.0	2.7	9.8	53.7	2.8	22.1
IH19	Poland	0.09	0.39	0.03	5.6	2.5	8.8	57.4	1.9	21.0
IH20	Czechoslovakia	0.13	0.97	Tr.	6.0	3.0	6.1	58.2	1.6	23.8
IH21	Poland	0.02	0.25	Tr.	6.8	2.6	9.2	55.0	3.0	20.0
IH22	Romania	0.11	0.47	0.13	6.7	2.0	8.9	55.2	3.6	22.4
IH23	Hungary	0.18	0.76	0.11	7.3	3.0	8.4	53.4	3.2	21.0
IH24	Hungary	0.03	0.39	0.03	7.3	2.4	8.9	56.4	0.9	22.0
IH25	Hungary	0.07	0.42	0.04	7.4	2.3	8.5	55.0	1.0	23.9
IH26	Hungary	0.11	0.23	0.12	7.1	2.6	9.6	58.0	1.5	18.5
IH27	Hungary	0.05	0.40	Tr.	6.6	2.1	8.3	55.5	2.9	21.4
IH28	Central Russia	0.11	0.24	0.15	6.1	2.6	11.7	56.4	1.9	18.2
IH29	Poland	0.08	0.39	Tr.	6.8	2.1	7.6	51.5	2.3	26.3
IH30	Poland	0.06	0.43	Tr.	8.5	2.5	9.0	61.8	1.6	13.2
IH31	Poland	0.06	0.44	Tr.	6.4	2.2	7.6	56.9	2.2	21.4
IH32	France	0.18	0.91	0.06	6.7	2.5	8.1	54.2	3.1	21.8
IH33	South Russia	0.11	0.50	0.02	7.7	2.2	7.7	54.6	0.8	24.4
IH34	Hungary	0.13	0.57	Tr	6.1	2.2	8.7	58.1	1.0	21.5
IH35	Czechoslovakia	Tr	0.77	Tr	6.6	2.6	8.7	55.3	2.8	20.7
IH36	Germany	0.14	0.77	Tr	7.0	2.9	14.2	52.7	1.4	19.0
IH37	Germany	Tr	0.25	Tr	5.8	2.9	10.4	55.1	2.4	20.3
IH38	Hungary	Tr	0.11	Tr	5.8	2.7	9.2	56.3	1.8	21.6
IH39	Hungary	Tr	0.28	Tr	6.3	2.6	10.3	56.5	1.5	20.0
IH40	Hungary	Tr	0.10	Tr	6.3	2.5	10.2	54.6	1.5	22.7
IH41	Germany	Tr	0.06	Tr	6.4	2.6	9.5	51.6	1.5	25.6
IH42	Hungary	0.02	0.05	Tr	6.1	2.3	10.3	56.0	1.4	21.7
IH43	Romania	1.81	0.41	0.03	6.8	2.1	8.7	52.9	2.8	23.7
IH44	Czechoslovakia	Tr	0.77	Tr	8.1	2.5	14.2	51.4	1.9	19.0
L.V.	Korea	2.12	0.23	1.11	6.4	2.2	10.8	57.1	2.1	18.9

^zTHC : Tetrahydrocannabinol, ^yCBD : Cannabidiol, ^xCBN : Cannabinol, ^wPal : Palmitic acid, ^vStea : Stearic acid, ^uOle : Oleic acid, ^tLin : Linoleic acid, ^sGLA : γ -Linolenic acid, ^rLA : Linolenic acid