

아마인과 아마인유의 영양성분과 물리화학적 특성

†남 진 식

수원여자대학 식품영양과

Studies on the Nutritional Components and Physicochemical Characteristics of Various Flax(*Linum usitatissimum*) Seeds and Oils

†Jin-Sik Nam

Dept. of Food and Nutrition, Suwon Women's College, Suwon 445-895, Korea

Abstract

Flaxseed has recently gained attention as a functional food. In this paper, physicochemical analyses of flaxseed and its oil were performed. Crude fat content ranged from 37~43%, moisture 0.2~6.8%, carbohydrate 30~35%, crude protein 18~23%, and crude ash 3~4%. Flaxseed is also an important source of dietary fiber. The TDF(total dietary fiber) contents of the flaxseed samples were 28~31%, and the SDF(souble dietary fiber) content of roasted flaxseeds was higher than that of raw flaxseeds. The major minerals found in flaxseed were calcium, potassium, magnesium, and phosphate. The flaxseeds were rich in γ -tocopherol with 234.3 mg/kg in raw brown flaxseed and 134.1 mg/kg in raw gold flaxseed, respectively. Roasted flaxseeds showed slightly lower vitamin and amino acid contents than those of the raw samples. The iodine, saponification, and acid values of brown flaxseed oil were 204.1 g/100 g, 193.6 mg/g, and 1.59 mg/g, and for gold flaxseed oil were 203.0 g/100 g, 189.9 mg/g, and 2.35 mg/g, respectively. α -Linolenic acid(ALA, C18:3n-3) was highly concentrated in the flaxseed oil, which constituted about 55.5~56.1% of total fatty acids. Thus, flaxseed oil is a good source of omega-3 fatty acids and beneficial for the heart. Flaxseed contains high levels of dietary fiber including lignans, as well as minerals and vitamins, which may have antioxidant actions and help protect against certain cancers.

Key words: flaxseed, *Linum usitatissimum*, omega-3 fatty acid, α -linolenic acid, nutritional components.

서 론

아마인(*Linum usitatissimum* L.)은 중앙아시아 고산지대가 원산지인 아마과(Linaceae) 식물의 종자로 자생력이 강하며, 약 40%의 유지를 함유하고 있는 경제적으로 중요한 종유 작물이다. 모양은 납작하고 타원형으로 브라운과 골드색이 있다(Wiesnerova & Wiesner 2008). 오래 전부터 아마인은 인쇄 잉크, 수채화, 페인트, 리놀륨(linoleum) 등으로 산업적 목적으로 이용되어 왔으나(Green & Marshall 1984), 최근 영양학적, 약리학적 가치가 뛰어나 기능성 식품으로써의 역할이 중요시 되고 있다. 아마인의 영양성분은 지방, 단백질, 식이섬

유, 리그난, 무기질 및 비타민 등 수많은 필수성분이 집약되어 있다고 알려져 있다(Wang 등 2008). 또한 아마인은 α -linolenic acid(ALA; C18:3n-3)의 높은 함량과 오메가-3 지방산의 건강기능성에 대한 효과가 보고되어짐에 따라 많은 관심을 받고 있다. 또한 α -linolenic acid는 오메가-3 지방산의 모 지방산(parent fatty acid)으로서 섭취 후 인체 대사과정을 거쳐 docosahexaenoic acid(DHA, C22:6n-3)와 eicosapentaenoic acid(EPA, C20:5n-3)로 전환된다(Chen 등 2006). 이에 최근 기능성(functionality)이 강화된 식품류의 개발이 활성화되고 있는 시점에 아마인은 심혈관계 질환 예방과 치료에 잠재적 효과와 관련하여 오메가-3 지방산 급원으로 연구가 활발히 진

† Corresponding author: Jin-Sik Nam, Dept. of Food and Nutrition, Suwon Women's College, Suwon 445-895, Korea. Tel: +82-31-290-8948, Fax: +82-31-290-8267, E-mail: jsnam@swc.ac.kr

행되고 있다(Chanmugam 등 1992; Jiang 등 1992). 그리고 아
마인은 항산화 활성(Chun 2007), 항종양 활성(Chen 등 2006),
심장혈관 보호 작용(Wijendran & Hayes 2004), 항고지혈증
(Vijaimohan 등 2006) 및 eicosanoid의 합성을 증개하는 매개
체로 항염증 효과(Cohen 등 2005) 등이 있다고 보고되어 있
다. 이와 같은 많은 장점에도 불구하고, 국내 아마인과 아마
인유의 식품산업 적용도는 그리 높지 않다. 아마인 시안배당
체의 가수분해 산물로 생성되는 시안화수소산(HCN)은 인체
및 동물에 급성 중독과 만성적 Konzo와 같은 CNS syndrome
을 일으킨다(Tylleskär 등 1992)고 알려져 있어, 열처리를 통
해 시안배당체가 제거된 아마인만 식품의 제조·가공할 때
원재료로 사용이 가능하다(KFDA 2009).

따라서 본 연구에서는 아마인과 아마인유 그리고 열처리
한 아마인과의 일반성분과 물리 화학적 특성 그리고 영양성
분 변화에 대해서 알아보고, 다른 종유 작물과 비교분석함으
로써 자원작물로서의 위치와 가치를 확립하여 국내의 기능
성 식품소재의 개발에 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 사용한 아마(*Linum usitatissimum*)는 종피가 갈색을
띤 브라운 아마인(NorMan cultivar)과 노란색을 띤 골드 아마
인(Omega cultivar) 두 종류를 사용하였으며, 각각 생아마인,
볶음 아마인, 아마인유를 구입하여 실험에 사용하였다. 브라
운 아마와 골드 아마는 모두 캐나다산으로 각각 우일종합식
품(Wool Totality Foods Co. Ltd., Hwaseong, Korea)과 아마플
렉스(Amaflax Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 2008년도에 수입된
것을 구입하였다. 볶음 아마인은 180°C, 60분간 볶음 처리한
것을 실험에 사용하였으며, 각 시료들은 냉장 보관(4°C)하면
서 분석에 사용하였다. 분석에 사용한 비타민, 무기원소, 아
미노산, 지방산 표준물질은 Sigma Chemical사(St. Louis, MO,
USA)로부터 구입하여 사용하였다. 그 외의 시약은 특급 시약
을 사용하였다.

2. 일반성분 및 식이섬유 분석

아마인 시료 속에 들어있는 수분, 조지방, 조단백질, 조회
분의 일반성분 분석은 AOAC 방법(2000)에 따라 각각 정량하
였다(Choi 등 2010). 수분은 105°C 상압가열건조법, 조지방은
Soxhlet 추출법, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법을, 조회분은
550°C의 직접회화법으로 각각 정량하였다. 탄수화물은 전체
100에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방을 뺀 값으로 하였다.
식이섬유 함량 또한 AOAC 방법(2000)에 따라 수행하였으며,
총 식이섬유(total dietary fiber, TDF), 불용성 식이섬유(insoluble

dietary fiber, IDF), 수용성 식이섬유(soluble dietary fiber, SDF)
를 각각 분석하였다.

3. 비타민 분석

아마인의 비타민 조성은 식품공전(2003)의 미량 영양성분
시험법에 따라 high performance liquid chromatography(HP
1100, Agilent Technologies Inc., USA)를 이용하여 분석하였
다. 비타민 A의 분석조건으로 column은 Nova pak-silica(4 μ m,
3.9×150 mm, Waters), 이동상은 n-hexane/isopropyl alcohol(970:
30, v/v), 이동속도는 1 ml/min로 하였으며, 검출기는 UV-Vis
detector(325 nm)로 측정하였다. 비타민 B₁, B₂와 B₃ 분석조건
으로 column은 Zorbax Eclipse XDB C18(5 μ m, 250 mm×4.6 mm,
Shiseido)을 사용하였고, 이동상은 methanol:water(85:15, v/v),
이동속도는 1 ml/min, 검출기는 fluorescence detector 440 nm
(with excitation at 375 nm)로 측정하였다. 비타민 B₅ 분석조
건은 hypersil ODS column(5 μ m, 250 mm×1.5 mm, Shiseido)을
사용하였고, 이동상은 20 mM phosphate buffer, pH 2.3: ace-
tonitrile(85:15, v/v), 이동속도는 120 μ l/min, 검출기는 UV-Vis
detector(200 nm)에서 측정하였다. 비타민 C는 μ -Bondapak
C18(5 μ m, 4.6 mm×250 mm) column을, 용매는 water, 이동속도는
1 ml/min, 검출기는 UV-Vis detector(270 nm)에서 측정하였다.
비타민 E의 분석으로 column은 μ -Porasil column(5 μ m, 250
mm×4.6 mm, Waters), 이동상은 n-hexane:isopropanol(99.92:0.08,
v/v), 검출기는 UV-Vis detector(280 nm)에서 측정하였고, 유속
은 1 ml/min이었다.

4. 무기질 분석

무기질 분석은 AOAC 방법(2000)에 따라 분석하였으며, 시
료 2 g을 550°C에서 회화한 후 0.5 N HNO₃ 10 ml를 넣고 균질
화 시킨 다음 GF/C(90 mm, Cat. No. 1822 090, Whatman Inter-
national Ltd., Maidstone, England) 여과지로 여과하고, 0.5 N
HNO₃ 25 ml로 정용하여 inductively coupled plasma(ICP, Perkin-
Elmer, Inc., USA)를 이용하여 분석하였다.

5. 아미노산 분석

아미노산 함량은 Heinrikson & Meredith(1984)의 방법에 따
라서 시료 5 g을 취하여 6 N HCl 15 ml를 가한 다음, N₂ gas로
치환하여 밀봉한 후 dry oven(110°C)에서 24시간 가수분해하
였다. 가수분해한 시료는 loading buffer(sodium citrate buffer,
pH 2.2)로 용해한 후 0.45 μ m membrane filter(Millipore Co.,
USA)로 여과한 후 분석용 시료로 사용하였다. 분석은 아미노
산 자동 분석기(Pharmacia Biotech, Biotech 20, Cambridge, UK)
를 이용하여 분석하였으며, 분석에 이용한 column은 ultrapac
11 cation exchange resin(11 μ m±2 μ m)을 사용하였고, 0.2 N

sodium citrate buffer 용액(pH 3.28 및 7.40)을 이동상으로 하였고, flow rate는 0.3 ml/min, 반응액은 ninhydrin 용액으로 0.3 ml/min으로, column 온도는 46°C, 반응온도는 88°C, 분석시간은 44 min으로 하였으며, 이때 주입 시료는 10 µl, 검출은 Diode Array detector(570 nm)에서 3회 반복하여 측정하였다.

6. 유지의 물리화학적 특성

아마인유의 화학적 측정은 요오드가(iodine value), 비누화가(saponification value), 산가(acid value)는 AOAC 방법(2000)에 따라 측정하였다.

7. 지방산 조성 분석

아마인유의 지방산 조성은 Metcalfe 등(1966)의 방법에 따라 0.5N NaOH/methanol로 가수분해시킨 후 14% BF₃-methanol을 사용하여 methyl ester화 시킨 다음 isooctane으로 추출하여 지방산 분석용 시료로 사용하였다. Gas chromatography(GC 6890, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 사용하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다. 칼럼은 INNOWax capillary(0.25 µm, 30 m×0.25 mm)를 사용하였고, 검출기로 FID(flame ionization detector)를 사용하였다. 칼럼의 초기온도는 100°C로 하여 2분 유지 후 4°C/min으로 245°C까지 온도를 상승시켜 20분간 유지시켰다. Injector와 detector 온도는 각각 260°C와 270°C로 하였으며, carrier gas는 He를 사용하였고 split ratio는 30:1로 하였다. 각 지방산의 동정은 동일 조건에서 표준지방산 methyl ester(Sigma Chemical Co.)와 retention time을 비교하여 확인하였다.

8. 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 분석하고 측정치는 평균치±표준편차로 나타내었으며, 통계처리는 Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft, Redmond, WA, USA) 소프트웨어를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 함량

아마인의 종류 및 가열 처리에 따른 일반성분의 차이를 비교 분석하여 Table 1에 나타내었다. 아마씨는 여러 가지 환경적 요인과 분석방법 등에 따라 일반성분 함량이 다소 차이는 있지만 대체적으로 지방 40%, 식이섬유 30%, 단백질 20%, 회분 4% 그리고 수분 6% 함량을 나타내었다(Wang 등 2008). 본 연구에서 조지방은 36.6~42.5%, 탄수화물은 30.0~34.5%, 조단백질은 18.0~22.7%, 조회분은 3.1~4.0% 그리고 수분 함량은 0.2~6.8%의 함량을 나타내었다. 그리고 볶음 아마인에서 조회분, 조지방과 탄수화물의 함량이 높았으며, 수분과 조단백질의 함량은 감소함을 알 수 있었다. 또한 브라운과 골드 아마인의 일반성분 함량을 비교해 보면, 브라운 아마인이 조지방과 조단백질의 함량이 다소 높게 나타났으며, 수분, 조회분과 탄수화물의 함량은 골드 아마인에서 높게 나타났다. 또한 브라운과 골드 아마인의 수분 함량이 약 2% 차이를 보였는데 시료의 유통 과정이나 보관 과정의 차이로 사료된다.

2. 식이섬유 함량

아마인의 식이섬유 함량은 총 식이섬유(TDF: total dietary fiber)와 수용성 식이섬유(SDF: soluble dietary fiber), 불용성 식이섬유(IDF: insoluble dietary fiber)를 각각 측정하여 Table 2에 나타내었다. 생아마인으로서 브라운 아마인의 SDF와 IDF는 각각 4.31±0.26%, 26.32±0.91%이었으며, 골드 아마인은 각각 3.60±0.19%, 28.23±0.73%로써 아마인의 식이섬유 성분은 대부분 불용성인 것으로 나타났다. 한편, 아마인에 함유되어 있는 수용성 섬유소는 혈관 내의 콜레스테롤 저하 및 혈당 조절을 하여 동맥경화 및 심장질환 예방과 치료 효과가 있으며(Punna & Paruchuri 2003), 비수용성 섬유소는 장내의 용적을 증가시켜 숙변 제거, 변비 치료에 효과가 있다고 알려졌다(Punna & Paruchuri 2003). 본 연구 결과로 생아마인보다 가열 처리한 볶음 아마인에서 SDF의 함량이 증가하였으며, 반면에 IDF는 감소한 것을 알 수 있었다. Hwang 등(1995)은 밀기울의 각종 열처리에 따른 밀기울의 식이섬유 함량을 측정된 결과, 열처리 공정에 의하여 SDF의 함량이 원료 밀기울에 비하여 약 40~110% 증가하였다는 연구 결과와 유사하게 나타났다. SDF

Table 1. The general component contents of brown and gold flax(*Linum usitatissimum*) seed (% , DM basis)

Ingredients	Brown		Gold	
	Raw	Roasted	Raw	Roasted
Moisture	4.97±0.05 ¹⁾	0.22±0.01	6.80±0.02	1.13±0.01
Crude fat	39.26±0.26	40.56±1.16	36.59±0.17	42.53±0.29
Crude protein	22.67±0.35	20.81±0.12	19.25±0.13	17.96±0.06
Crude ash	3.08±0.03	3.89±0.05	3.80±0.03	3.96±0.03
Carbohydrate	30.02±0.13	34.52±0.09	33.56±0.58	34.42±0.11

¹⁾ Values are mean±S.D.

Table 2. The soluble dietary fiber, insoluble dietary fiber and total dietary fiber contents of brown and gold flax(*Linum usitatissimum*) seed (% DM basis)

Varieties		Dietary fiber		
		SDF	IDF	TDF
Brown	Raw	4.31±0.26 ¹⁾	26.32±0.91	30.63±1.09
	Roasted	6.55±0.40	21.88±1.56	28.42±1.83
Gold	Raw	3.60±0.19	28.23±0.73	31.83±0.55
	Roasted	5.24±0.25	23.62±0.32	28.86±0.56

¹⁾ Values are mean±S.D., SDF: soluble dietary fiber, IDF: insoluble dietary fiber, TDF: total dietary fiber.

의 증가는 불용성 세포벽의 수용화에 의하여 일어나는데, 가열 처리과정에서 여러 다당류 사슬 간의 상호작용이 약화되고 사슬 크기가 감소되어 다당류 분자의 이동성과 물 분자와의 반응성이 커져 용해도가 증가하기 때문인 것으로 조사되었다(Ning 등 1991). 반면에 상대적으로 IDF의 함량도 감소하기 때문에 TDF의 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. 그리고 Park 등(2001)의 보고에 따르면 들깨의 TDF의 함량이 18.2% (건량 기준)라고 보고하여 이들 식이섬유 함량보다 아마인의 식이섬유가 높은 함량을 보였다.

3. 비타민 함량

아마인의 주요 비타민 함량의 분석 결과는 Table 3과 같다. 브라운과 골드 아마인 모두 생아마인보다 볶음 아마인에서 비타민 함량이 낮았다. 이는 볶음 과정에 열에 의한 비타민의 파괴에서 기인되는 것으로 사료된다. 수용성 비타민인 비타민 B군은 브라운 아마인보다 골드 아마인에서 함량이 높았으며, 지용성 비타민인 비타민 A와 E는 브라운 아마인에서 높았다. 수용성은 비타민 B, C군에 대해서 측정하였으며, B군 중에서는 브라운 아마인 22.56±1.38 mg/kg, 골드 아마인 34.03±0.91 mg/kg으로 niacin(B₃)이 가장 높게 나타났다. USDA (1998) 보고에 의하면 비타민 C의 함량이 0.6 mg/100 g으로

보고하였는데, 본 실험의 결과에서는 비타민 C가 브라운과 골드 아마인에서 모두 검출되지 않았다. 그리고 지용성은 비타민 A와 비타민 E로 α -, β -, γ -, δ -토코페롤을 측정하였으며, 결과로 γ -토코페롤의 함량이 브라운 아마인 234.26±3.26 mg/kg으로 가장 높았으며, 골드 아마인 134.12±4.26 mg/kg을 나타내었고, β -와 δ -토코페롤은 검출되지 않았다. 그리고 아마인의 주요 비타민 중에서는 비타민 E가 가장 많은 함량을 차지하였다. 비타민 E는 심혈관 질환 예방, 항산화 작용, 산화적 스트레스로부터 생체막 보호 등 다양한 효과가 보고되고 있다(Chung 등 2007). 이렇듯 아마인은 많은 비타민이 함유되어 있으며, 특히 비타민 E의 좋은 급원으로 사료된다. 한편, Choo 등(2007)은 아마인유의 비타민 E의 함량을 측정한 결과, α -토코페롤은 5.0~91.1 mg/kg, γ -토코페롤은 105.6~132.9 mg/kg으로 보고하였다.

4. 무기성분

아마인의 무기물 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 분석 결과는 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 인이 주요 구성 성분이었으며, 철분, 나트륨, 망간, 아연, 구리, 셀레늄도 소량 함유하고 있는 것으로 나타났다. 특히 무기물 중 칼륨의 함량이 가장 높게 나타났으며, 볶음 아마인에서 브라운이 682.71±16.87 mg/

Table 3. The vitamin contents of brown and gold flax(*Linum usitatissimum*) seed (mg/kg, DM basis)

Vitamins	Brown		Gold	
	Raw	Roasted	Raw	Roasted
β -Carotene(A)	0.34±0.01 ¹⁾	0.25±0.01	0.15±0.01	0.10±0.01
Thiamin(B ₁)	11.51±0.21	6.36±0.10	16.53±0.44	11.52±0.15
Riboflavin(B ₂)	1.23±0.05	0.94±0.02	1.66±0.04	1.36±0.10
Niacin(B ₃)	22.56±1.38	19.65±1.23	34.03±0.91	27.58±0.95
Pantothenic acid(B ₅)	7.99±0.12	6.63±0.10	10.33±0.05	8.44±0.16
Ascorbic acid(C)	N.D. ²⁾	N.D.	N.D.	N.D.
α -Tocopherol(E)	3.04±0.03	2.16±0.02	1.49±0.15	1.35±0.01
γ -Tocopherol(E)	234.26±3.26	168.48±8.26	134.12±4.26	121.53±1.25

¹⁾ Values are mean±S.D., ²⁾ N.D.: not detected.

Table 4. The composition and mineral contents of brown and gold flax(*Linum usitatissimum*) seed (mg/100 g, DM basis)

Minerals	Brown		Gold	
	Raw	Roasted	Raw	Roasted
Ca	169.57± 0.67 ¹⁾	249.12± 6.49	266.04± 6.47	286.48± 6.36
Fe	3.88± 0.11	4.44± 0.12	5.77± 0.23	6.65± 0.64
Na	40.51± 6.87	26.36± 0.72	40.24± 5.69	44.95± 7.05
K	495.08± 7.81	682.71±16.87	715.48±24.69	748.42±19.95
Mg	250.88± 1.36	252.21± 9.65	337.41± 9.10	354.15± 5.36
Mn	1.88± 0.04	2.36± 0.07	2.08± 0.03	2.20± 0.06
Zn	3.23± 0.11	4.11± 0.16	5.89± 0.15	6.08± 0.21
Cu	0.88± 0.13	0.70± 0.03	1.53± 0.02	1.59± 0.01
Se	0.04± 0.02	0.04± 0.01	0.05± 0.01	0.03± 0.02
P	362.54±10.21	451.98±25.00	650.76± 8.53	686.10±20.31
Total	1,328.49±27.33	1,674.04±59.12	2,025.26±54.92	2,136.66±59.97

¹⁾ Values are mean±S.D.

100 g, 골드가 748.42±19.95 mg/100 g으로 나타났다. 칼륨은 고혈압과 동맥경화증 예방, 이노작용 촉진(Yoshimura 등 1991), 아연은 성장호르몬 촉진(Lee 등 2000), 마그네슘은 근육의 긴장 및 이완 조절(Lee 등 2009), 칼슘은 심혈관계 질환 예방(Yoshimura 등 1991)의 효과가 있다고 알려져 있다. 이와 같이 주요 무기물 성분 함량이 높은 아마인은 풍부한 무기질 급원 식품으로 이용되기에 그 가치가 매우 충분할 것으로 판단된다. 그리고 브라운 아마인의 무기물 전체 함량을 살펴보면 생아마인은 1,328.49±27.33 mg/100 g이며, 볶음 처리한 것은 1,674.04±59.12 mg/100 g으로 가열 처리한 것이 함량이 높은 것으로 나타났다. 그리고 골드 아마인은 생아마인이 2,025.26±54.92 mg/100 g이며, 볶음 처리한 것은 2,136.66±59.97 mg/100 g으로 나타났다. 이는 볶는 과정에서 회화되어 무기질 함량이 높아진 것으로 사료된다.

5. 아미노산 함량

아마인의 아미노산 함량은 Table 5와 같다. 구성 아미노산 중 arginine(1.64±0.11~2.03±0.12 g/100 g), aspartic acid(1.70±0.12~2.06±0.13 g/100 g), glutamic acid(3.44±0.27~4.58±0.32 g/100 g)가 높은 함량을 보였다. 그리고 생아마인보다 가열 처리한 볶음 아마인에서 아미노산의 함량이 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 Kim 등(1999)이 참깨가 가열과정을 통해 아미노산의 함량이 감소한다는 보고와 일치하였다. 또한 감소한 아미노산 중 aspartic acid, glutamic acid는 전형적인 향의 전구체(good-flavor)로 볶음 과정에서 고소한 맛을 내는 성분으로 작용한다고 보고하였다(Kim 등 1999). 이러한 아미노산 함량의 감소는 볶음 아마인의 고소한 맛과 풍미 형성에 중요한 역할을 한 것으로 사료된다. 특히 주목할 만한 점은

브라운 아마인에서만 약 0.3% 함량의 cystine이 검출되었으며, 골드 아마인에서는 검출되지 아니 하였다. 함황아미노산인 cystine은 볶음과정에서 향기성분, 갈색 색소 형성에 큰 역할을 하며, 또한 피부 생성, 면역력 증가, 인슐린 분비 촉진의 기능이 알려져 있다(Ha & Kim 1996).

6. 아마인 유지의 물리화학적 특성

아마인유의 화학적인 특성으로 요오드가, 비누화가, 산가를 측정하여 다른 식물성 식용유(Noh & Park 1992)와 함께 Table 6에 나타내었다. 요오드가는 지질의 불포화도를 나타내는 값의 하나로 브라운 아마인유는 204.09±1.28 g/100 g, 골드 아마인유는 203.00±0.21 g/100 g의 값을 나타내었다. 이는 들깨 191 g/100 g보다도 높은 값을 나타내어 그만큼 불포화 지방산이 많이 들어 있음을 의미한다. 또한 요오드값이 130 g/100 g 이상으로 건성유에 해당한다. 비누화는 다른 식용유보다 높았으나, 대체로 비슷한 수준으로 큰 차이는 없었다. 식용유 품질평가에 있어서 가장 중요한 항목 중에 하나인 산가의 경우에는 유지 특유의 수치가 아니고, 보존, 산패 등에 의해서 변하는 변수이지만 유지의 품질 판정에 대단히 중요하다. 브라운 아마인유는 1.59±0.02 mg/g, 골드 아마인유는 2.35±0.06 mg/g으로 참기름이나 해바라기유보다는 훨씬 낮고, 기타의 것들보다 비슷하거나 약간 높았다. 이와 같이 아마인 유지의 물리화학적 특징은 식용유지로서의 평균치를 유지하고 있어 매우 양호한 유질을 갖고 있음을 알 수 있었다. 참고적으로 Lee & Shin(1977)은 아마인유의 비중은 0.931~0.938(15°C), 굴절률은 1.4808~1.4859(15°C), 발연점은 168로 보고하였다.

7. 지방산의 조성

Table 5. The composition and amino acid contents of brown and gold flax(*Linum usitatissimum*) seed (g/100 g, DM basis)

Amino acids	Brown		Gold	
	Raw	Roasted	Raw	Roasted
Alanine	0.97±0.04 ¹⁾	0.88±0.01	0.87±0.01	0.83±0.03
Arginine	2.03±0.12	1.71±0.12	1.68±0.11	1.64±0.11
Aspartic acid	2.06±0.13	1.84±0.11	1.72±0.10	1.70±0.12
Cystine	0.36±0.01	0.30±0.01	N.D.	N.D.
Glutamic acid	4.58±0.32	3.95±0.23	3.49±0.36	3.44±0.27
Glycine	1.26±0.01	1.15±0.10	1.14±0.15	1.11±0.09
Histidine	0.48±0.01	0.45±0.01	0.47±0.01	0.45±0.01
Isoleucine	0.81±0.03	0.71±0.02	0.73±0.04	0.72±0.22
Leucine	1.28±0.12	1.14±0.19	1.13±0.05	1.11±0.32
Lysine	0.83±0.09	0.69±0.03	0.75±0.06	0.72±0.16
Methionine	0.41±0.01	0.37±0.01	0.27±0.01	0.25±0.01
Phenylalanine	0.99±0.01	0.85±0.03	0.86±0.03	0.85±0.13
Proline	0.76±0.02	0.69±0.01	0.70±0.01	0.68±0.61
Serine	1.06±0.03	0.98±0.09	0.89±0.10	0.89±0.26
Threonine	0.80±0.05	0.76±0.01	0.75±0.01	0.72±0.01
Tryptophan	0.28±0.01	0.32±0.05	0.26±0.01	0.22±0.01
Tyrosine	0.53±0.01	0.47±0.03	0.49±0.01	0.48±0.12
Valine	1.16±0.09	1.01±0.13	0.91±0.05	0.90±0.31
Total	20.65±1.11	18.27±1.19	17.11±2.31	16.72±5.10

¹⁾ Values are mean±S.D.

Table 6. Comparison of chemical characteristics of flax(*Linum usitatissimum*) seed oil and common vegetable seed oils

Chemical characteristics		Iodine value (g iodine/100 g oil)	Saponification value (mg KOH/g oil)	Acid value (mg KOH/g oil)
Flaxseed	Brown	204.09±1.28 ¹⁾	193.57±3.56	1.59±0.02
	Golden	203.00±0.21	189.95±4.26	2.35±0.06
	Soybean ^a	125	185	1.8
	Peanut ^a	85	170	1.8
	Sesame ^a	103	188	9.8
	Perilla ^a	191	189	0.4
	Sunflower seed ^a	125	185	11.2
	Cotton ^a	107	189	0.6

¹⁾ Values are mean±S.D., ^a Adapted from Noh and Park, 1992.

식용유지는 원료에 따라 유지를 구성하고 있는 지방산의 조성이 다르며, 유지의 화학적 특성은 주로 지방산의 조성에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Noh 등 1992). 따라서 지방산의 조성에 따라 그 품질이 결정된다고 할 수 있다. 아마인유지의 식용유로서의 가치, 브라운과 골드 아마인유에 대해 비교, 평가하기 위해 지방산의 조성을 분석하여 Table 7에 나타내었다. 또한 35가지의 표준지방산에 대한 chromatogram

은 Fig. 1에 나타내었다. 포화지방산(SFA)으로서는 palmitic acid의 함량이 가장 높았으며, 브라운 아마인유는 5.1%, 골드 아마인유는 5.7%로 나타났다. 불포지방산(USFA)은 필수지방산인 oleic acid와 linoleic acid, linolenic acid가 높은 함량을 차지하였다. 전체적인 구성 비율을 볼 때 α -linolenic acid(C18:3n-3)가 아마인유의 지방산 함량 중에서 가장 높은 함량을 나타내었고, 브라운 55.5%, 골드 56.0%로 골드 아마인유의 α -

Table 7. The fatty acid composition of brown and gold flax(*Linum usitatissimum*) seed oils (mg/ml, DM basis)

Fatty acid	Brown	Gold
Butyric acid(C4:0)	N.D.	N.D.
Caproic acid(C6:0)	N.D.	N.D.
Caprylic acid(C8:0)	N.D.	N.D.
Capric acid(C10:0)	N.D.	N.D.
Undecanoic acid(C11:0)	N.D.	N.D.
Lauric acid(C12:0)	0.05±0.002 ¹⁾	0.05±0.005
Tridecanoic acid(C13:0)	N.D. ²⁾	N.D.
Myristic acid(C14:0)	0.32±0.006	0.43±0.005
Myristoleic acid(C14:1)	N.D.	N.D.
Pentadecanoic acid(C15:0)	0.18±0.006	0.19±0.013
<i>cis</i> -10-Pentadecenoic acid(C15:1)	N.D.	N.D.
Palmitic acid(C16:0)	50.79±0.140	56.54±0.106
Palmitoleic acid(C16:1)	0.68±0.010	0.92±0.058
Heptadecanoic acid(C17:0)	0.56±0.009	0.55±0.015
<i>cis</i> -10-Heptadecanoic acid(C17:1)	0.46±0.009	0.40±0.029
Stearic acid(C18:0)	36.29±0.035	37.03±0.059
Oleic acid(C18:1n9c)	192.73±0.170	186.66±0.011
Linoleic acid(C18:2n6c)	157.17±0.140	155.03±0.103
γ -Linolenic acid(C18:3n6)	N.D.	N.D.
α -Linolenic acid(C18:3n3)	554.90±0.197	560.46±6.016
Arachidic acid(C20:0)	1.04±0.012	1.23±0.036
Eicosenoic acid(C20:1)	1.38±0.131	0.98±0.059
Eicosadienoic acid(C20:2)	0.39±0.025	0.36±0.022
<i>cis</i> -8-11-14-Eicosatrienoic acid(20:3n6)	0.27±0.024	0.17±0.089
Heneicosanoic acid(C21:0)	N.D.	N.D.
Arachidonic acid(C20:4n6)	0.48±0.018	0.41±0.024
<i>cis</i> -11-14-17-Eicosatrienoic acid(C20:3n3)	N.D.	N.D.
Eicosapentaenoic acid(C20:5n3)	N.D.	N.D.
Behenic acid(C22:0)	1.29±0.010	1.00±0.017
Eruic acid(C22:1n9)	N.D.	N.D.
Docosadienoic acid(C22:2)	N.D.	N.D.
Tricosanoic acid(C23:0)	N.D.	N.D.
Lignoceric acid(C24:0)	1.03±0.035	0.91±0.103
Docosahexaenoic acid(C22:6n3)	N.D.	N.D.
Nervonic acid(C24:1)	N.D.	N.D.

¹⁾ Values are mean±S.D., ²⁾ N.D.: not detected.

linolenic acid의 함량이 약간 높았다. α -linolenic acid는 오메가-3 지방산으로 혈행 개선과 콜레스테롤 조절에 효과적이어서 뇌혈관 질환과 심장 질환 예방에 도움을 준다(Chanmugam 등 1992).

그리고 Table 8에는 다른 종자유의 지방산 조성(National Rural Resources Development Institute 2006)과 비교한 결과를

나타내었으며, 다른 종자유는 옥수수유, 올리브유, 유채씨유, 참기름, 대두유, 해바라기유, 팜유의 주요 지방산과 비교하였다. 식물성 주요 지방산 성분인 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, α -linolenic acid 성분을 나타내었다. 아마인유의 linolenic acid 함량은 다른 식용유지보다 5~280배로 훨씬 높은 함량을 나타내었다. 한편, linoleic acid(LA)는 오메가-6 지방산의 모지방산(parent fatty acid)으로써 옥수수기름, 참기름 및 해바라기유 등에서 함량이 높았는데, 이들에 함유된 포화지방산과 linoleic acid의 과도한 섭취는 암, 특히 유방암과 대장암의 발생이 촉진되는 반면 아마인유에 함유된 α -linolenic acid와 EPA, DHA 등 오메가-3 지방산에 의해서는 대장암의 발생 및 암세포의 증식이 억제된다고 보고하였다(Chanmugam 등 1992; Kim KM 2010).

이상과 같이 아마인유는 다른 종자유에 비해 오메가-3 지방산인 α -linolenic acid가 높은 함량을 지니며, 풍부한 식이 섬유, 비타민, 무기질을 함유하고 있어 앞으로 기능성 식품 개발에 기여할 것으로 생각된다. 그러나 현재 식품공전에서 시안배당체가 제거된 아마인만이 식품으로 이용할 수 있기 때문에 앞으로 볶음 조건과 시안배당체 함량에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 하겠다.

요 약

아마인의 유용성분에 대해서 알아보고 가열과정을 통한 성분변화 및 다른 종유작물과 유지의 물리화학적 성분과 비교, 평가하였다. 조지방은 37~43%, 탄수화물은 30~35%, 조단백질은 18~23%, 조회분은 3~4% 그리고 수분 함량은 0.2~6.8%의 함량을 나타내었다. 식이섬유 함량은 생아마인보다 가열 처리한 볶음 아마인에서 SDF의 함량이 증가한 것을 알 수 있었다. 하지만 상대적으로 IDF의 함량도 감소하기 때문에 TDF의 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. 그리고 총 식이섬유 함량은 28~31%로 높은 함량을 보였다. 또한 아마인의 주요 유용성분을 살펴본 결과, 비타민은 γ -tocopherol(E), 아미노산은 arginine, aspartic acid, glutamic acid가 높은 함량을 보였다. 이들은 생아마인보다 볶음 아마인에서 낮은 함량을 나타내었다. 아마인의 무기물 함량을 분석한 결과, 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 인이 주요 구성성분이었다. 물리화학적인 특징으로 요오드가, 비누화가, 산가를 분석하였으며, 브라운 아마인유는 각각 204.1 g/100 g, 193.6 mg/g, 1.59 mg/g을 나타내었으며, 골드 아마인유는 각각 203.0 g/100 g, 189.9 mg/g, 2.35 mg/g으로 조사되었다. 아마인유의 지방산 함량에서는 전체적인 구성 비율을 볼 때 α -linolenic acid(ALA, C18:3n-3)가 약 55.5~56.1%로 가장 높은 함량을 차지하였다. 그리고 브라운보다는 골드 아마인유의 α -linolenic acid의 함량이 약간 높았다. 높은

Table 8. Comparison of fatty acids composition of flax(*Linum usitatissimum*) seed oils and common vegetable seed oils (% , DM basis)

Fatty acid	Corn ^a	Olive ^a	Rape seed ^a	Sesame ^a	Soybean ^a	Sunflower seed ^a	Palm kernel ^a	Flax seed	
								Brown	Gold
SFA	12.5	12.3	6.1	14.2	14.0	9.8	47.6	9.2	9.8
USFA	MUFA	32.5	71.2	57.4	37.0	23.2	17.9	19.5	18.9
	PUFA	48.7	10.5	30.7	42.6	57.4	66.5	71.3	71.6
Palmitic acid(C16:1)	11.2	10.9	4.0	9.2	10.7	6.7	44.5	5.1	5.6
Stearic acid(C18:0)	2.1	2.6	1.7	5.5	4.4	3.7	4.4	3.6	3.7
Oleic acid(C18:1n9c)	34.7	76.5	58.6	40.1	21.6	19.0	38.5	19.3	18.7
Linoleic acid(C18:2n6c)	50.5	7.8	21.8	43.7	54.2	69.9	10.5	15.7	15.5
α -Linolenic acid(C18:3n3)	1.5	0.6	10.8	0.3	8.1	0.7	0.2	55.5	56.0

^a Adapted from National Rural Resources Development Institute. R.D.A, 2006.

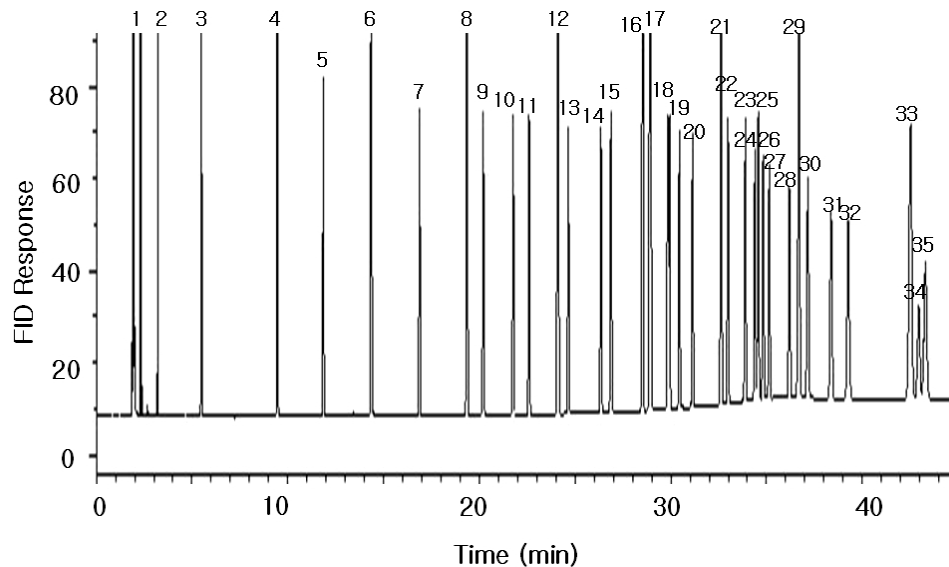


Fig. 1. GC-FID chromatogram of fatty acid standards. Peaks: (1) C4:0, (2) C6:0, (3) C8:0, (4) C10:0, (5) C11:0, (6) C12:0, (7) C13:0, (8) C14:0, (9) C14:1, (10) C15:0, (11) C15:1, (12) C16:0, (13) C16:1, (14) C17:0, (15) C17:1, (16) C18:0, (17) C18:1n9c, (18) C18:2n6c, (19) C18:3n6, (20) C18:3n3, (21) C20:0, (22) C20:1, (23) C20:2, (24) 20:3n6, (25) 20:3n3, (26) C21:0, (27) C20:4n6, (28) C20:5n3, (29) C22:0, (30) 22:10, (31) C22:2, (32) C23:0, (33) C24:0, (34) C22:6n3, (35) C24:1, respectively.

α -linolenic acid 함량은 아마인유가 오메가-3 지방산이 강화된 식품 개발에 좋은 자원이 될 것으로 사료된다. 또한 다가 불포화지방산 함량이 약 71%로 함유되어 있으며, α -linolenic acid 등 필수지방산의 함량이 높아 식품의 영양학적인 의의가 크며, 양질의 식용유로 사용 가능할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 수원여자대학 순수연구비의 지원을 받았으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- Chanmugam P, Boudreau M, Boutte T, Park RS, Hebert J, Berrio L, Hwang DH. 1992. Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poult Sci* 71:516-521
- Chen J, Wang L, Thompson LU. 2006. Flaxseed and its components reduce metastasis after surgical excision of solid

- human breast tumor in nude mice. *Cancer Lett* 234:168-175
- Choi HI, Lee BK, Kim SJ. 2010. Study on the nutritional components of non-fermented rice bran and fermented rice bran. *Korean J Food & Nutr* 23:1-7
- Choo WS, Birch J, Dufour JP. 2007. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *J Food Compost Anal* 20:202-211
- Chun H, Yvonne VY, David DK. 2007. Antioxidant activities of the flaxseed lignan secoisolariciresinol diglucoside, its aglycone secoisolariciresinol and the mammalian lignans enterodiol and enterolactone *in vitro*. *Food and Chem Toxicol* 45: 2219-2227
- Chung MJ, Kang AY, Park SO, Park KW, Jun HJ, Lee SJ. 2007. The effect of essential oils of dietary wormwood(*Artemisia princeps*), with and without added vitamin E, on oxidative stress and some genes involved in cholesterol metabolism. *Food Chem Toxicol* 45:1400-1409
- Cohen SL, Moore AM, Ward WE. 2005. Flaxseed oil and inflammation associated bone abnormalities in interleukin-10 knockout mice. *J Nutr Biochem* 16:368-374
- Food Code. 2003. Conduct laboratory testing according to specifications and test methods of the Food Code. pp.894-918, Korea Food & Drug Administration, Moon Yong Press, Seoul
- Green AG, Marshall DR. 1984. Isolation of induced mutants of linseed(*Linum usitatissimum*) having reduced linolenic acid content. *Euphytica* 33:321-328
- Ha JH, Kim DH. 1996. Changes in the physicochemical properties of the meals from the defatted sesame seeds at various roasting temperature and time. *Korean J Food Sci Technol* 28:246-252
- Heinrikson RL, Meredith SC. 1984. Amino acid analysis by reverse phase high performance liquid chromatography precolumn derivatization with phenylisocyanate. *Anal Chem* 136:65-69
- Hwang JK, Kim JT, Cho SJ, Kim CJ. 1995. Effects of various thermal treatments on physicochemical properties of wheat bran. *Korean J Food Sci Technol* 27:394-403
- Jiang Z, Ahn DU, Ladner L, Sim JS. 1992. Influence of feeding full-fat flax and sunflower seeds on internal and sensory qualities of eggs. *Poult Sci* 71:378-382
- KFDA. 2009. Health Functional Food Code, Korea Food & Drug Administration (<http://kfda.go.kr>), Seoul, Korea
- Kim HW, Jeong SY, Woo SJ. 1999. Studies on the physicochemical characteristics of sesame with roasting temperature. *Korean J Food Sci Technol* 31:1137-1143
- Kim KM. 2010. Effects of corn oil, perilla oil, sardine oil diet on the hepatic glutathione s-transferase(GST-P) positive foci and glutathione related enzyme system in carcinogen treated rats. *Korean J Food & Nutr* 23:276-284
- Lee IB, Choi KJ, Yu KK, Chang KW. 1992. Tocopherols and fatty acids in plant seeds from Korea. *J Korea Agric Chem Soc* 35:1-5
- Lee JS, Lee YN, Kim ES. 2000. Study on zine and copper intaker of breast-fed infants. *Korean J Nutr* 33:857-863
- Lee JY, Eom JH, Eun JH, Bai SC, Kim DJ. 2009. Effect of estimated availability of NDF binding major minerals in soybean sprouts depending on cultivation periods and sampling parts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:486-489
- Lee KA, Cho YA, Hwang YH, Lee HS. 2003. Analysis of dietary fiber of 66 Korean varieties of sprout beans and bean sprouts. *Nutr & Food* 8:173-178
- Lee Y, Shin HS. 1977. A study on the lipid components of *Amorpha fruticosa* seed. *Korean J Food Sci Technol* 9: 284-290
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853
- Metcalf LD, Schmitz AA, Pelka JR. 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 38:514-515
- National Rural Resources Development Institute. R.D.A 2006. Food Composition Table, 7th ed. pp.368-370, Seoul: Republic of Korea, Rural Development Administration
- Ning L, Villota R, Artz WE. 1991. Modification of corn fiber through chemical treatments in combination with twin-screw extrusion. *Cereal Chem* 68:632-636
- Noh WS, Park JS. 1992. Lipid composition of Korean safflower seeds. *J Korean Agric Chem Soc* 35:110-114
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle 7th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, D.C
- Park DS, Lee KI, Park KY. 2001. Quantitative analysis of dietary fibers from *Perilla frutescens* seeds and antimutagenic effect of its extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:900-905
- Punna R, Paruchuri UR. 2003. Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *J Food Comp Anal* 16:677-685
- Tylleskär T, Rosling H, Banea M, Bikangi N, Cooke RD, Poulter NH. 1992. Cassava cyanogens and konzo, an upper moto-

- neuron disease found in Africa. *The Lancet* 339:208-211
- USDA. 1998. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, National Nutrient Database for Standard Reference, Release 12
- Vijaimohan K, Mallika Jainu KE, Sabitha S, Subramaniyam C, Anandhan CS, Devi S. 2006. Beneficial effects of alpha linolenic acid rich flaxseed oil on growth performance and hepatic cholesterol metabolism in high fat diet fed rats. *Life Sci* 79:448-454
- Wang Y, Li D, Wang LJ, Chiu Y, Chen XD, Mao ZH, Song CF. 2008. Optimization of extrusion of flaxseeds for *in vitro* protein digestibility analysis using response surface methodology. *J Food Eng* 85:59-64
- Wiesnerova D, Wiesner I. 2008. Computer image analysis of seed shape and seed color for flax cultivar description. *Comput Electron Agr* 61:126-135
- Wijendran V, Hayes KC. 2004 Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annu Rev Nutr* 24:597-615
- Yoshimura M, Takahashi H, Nakanishi T. 1991. Role of sodium, potassium, calcium, magnesium on blood pressure regulation and antihypertensive dietary therapy. *Jap J Nutr* 49:53-62
-
- 접 수 : 2010년 10월 11일
최종수정 : 2010년 11월 5일
채 택 : 2010년 11월 26일