

사람주나무 종실유의 화학적 조성

강병국*·최명석·양재경

Chemical Components of Seed Oil of *Sapium japonicum* Pax. et Hoffm.

Byeng Kuk Gang, Myung Suk Choi and Jae Kyung Yang

ABSTRACT : Physico-chemical characteristics and chemical composition of seed oil of *Sapium japonicum* were determined by various analysis methods. Physio-chemical characteristics of the extracted oil from fresh seed were specific gravity (0.928), refraction index (1.477), acid value (2.30), saponification number (190.0), and iodine value (126.0). Neutral lipid (93%) in seed oil was identified as major components, followed by glycolipid (4.9%) and phospholipid (1.3%). In GC analysis, nine fatty acids were presented in the seed oil. Among fatty acids, predominant fatty acids were oleic acid (45.8%) and linoleic acid (35.6%). The contents of fatty acids of seed oil somewhat varied with their storage period. Composition of fatty acids from lipid fractions which were isolated on silica open column was investigated. Major fatty acids in three lipid fractions were linoleic acid and linolenic acid. The fatty acid contents of fresh seed oil derived from each lipid fraction were generally high compared to storage seed oil. From the above results, seed oil of *Sapium japonicum* could be useful in cosmetics, detergents and a few pharmaceuticals.

Key words : *Sapium japonicum*, seed oil, fatty acid

緒 言

식물성 유지는 주로 종실에서 얻어지며, 주 성분은 지방산으로 알려져 있다. 지방산

(fatty acid)은 모든 동식물성 유지의 주요성분 중의 하나이며, 에스테르 유지중의 92~95%를 차지하고 있다. 식물성지방은 동물성지방보다 불포화지방산을 많이 가지고 있으며, 불포화지방산은 포화지방산에 비하여 연하고

* 경상대 삼림과학부 (Division of Forest Science, Gyeongsang National University)

** 교신저자 (correspondence author) jkyang@gshp.gsnu.ac.kr

< 2000. 7. 20 접수 >

낮은 온도에서 잘 녹기 때문에 소화가 잘된다고 알려져 있다(채, 1989). 특히 식물성지방에는 필수아미노산과 비타민 E를 많이 함유하고 있을 뿐만 아니라 열량 효율이 높아 사람의 활동에 필요한 에너지원으로 대단히 중요한 것으로 보고되고 있다(한과 황, 1990).

식물종실유에 대한 연구를 살펴보면 무환자나무(김 등, 1977), 은행나무와 개암나무(정 과 신, 1978; 홍과 신, 1978), 비자나무(임 등, 1980), 때죽나무(신 등, 1983), 호도나무(천과 박, 1984), 싸리나무(김 등, 1987) 등이 있다.

지방산을 높게 함유하는 식물유지의 용도는 매우 다양한 것으로 알려지고 있다. 황 과 윤(1981)은 해바라기로부터 식용자원으로, 김 등(1976)은 쉬나무, 산초나무, 생강나무의 식물유지를 밀원자원으로 이용성을, Schubert 등(1999)은 pomegante 종실유의 항산화 활성을 보고하였고, 장과(漿果)류 식물유의 건강식품으로의 기능(Johansson et al., 1999)에 대해 보고하였다. 그동안 참깨, 대두유, 해바라기유 등 식용유에 대해서 다양한 연구가 수행되어 있지만, 목본식물 유래 식물유지는 연구가 거의 이루어져 있지 않은 실정이므로 유용 수종 발굴과 더불어 식물유지의 성상을 체계적으로 연구할 필요가 있다.

본 연구의 공시수종인 사람주나무(*Sapium japonicum*)는 대극과에 속하는 낙엽활엽교목으로 황해도 이남의 전지역에서 생육하며, 종자에는 약 55%에 달하는 사람주기름이라는 건성유를 함유하고 있어 개발 여부에 따라 밀납·비누의 원료, 아마유의 대용, 식품첨가물, 의약품의 원료 등으로 널리 사용될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 사람주나무 종실유의 비중(specific gravity), 굴절율(refraction index), 산가(acid value), 비누화가(saponification number) 및 요오드화

(iodine value) 등 물리화학적 성질과 저장기간에 따른 종실유의 특성을 구명하고, 9종의 지방산 성분을 분석하여 식물 종실유의 다양한 용도개발을 위한 기초자료를 얻기 위해 행하였다.

材料 및 方法

1. 공시재료 및 시약

공시재료로는 경남 사천시 백천동 와룡산 일대에서 자생하고 있는 20년생 사람주나무의 종실을 10월에 채집하여 사용하였다. 저장기간에 따른 지방산의 변화를 보기 위해 당년도에 채취한 종자를 실온상태의 암소에 저장한 후 연구재료로 사용하였다. 이하 모든 연구는 당해년 채집종자와 1년간 저장한 종자의 종실을 비교하여 행하였다.

본 연구에 사용된 표준품 지방산 등 시약은 Sigma사로부터 구입하였으며, chloroform 등 추출용 용매는 분석용 특급시약을 사용하였다.

2. 일반성분 분석

종피 중의 과피를 제거한 종실 10g을 마쇄하여 분석시료로 사용하였다. 시료중의 수분, 조단백질(粗蛋白質), 조지방(粗脂肪), 탄수화물 함량 분석은 AOAC공정법(1995)으로 행하였으며, 가용성무질소물의 양은 직접 정량하지 않았다.

3. 유지의 이화학적 성질 구명

과피를 제거한 종실 10g을 diethyl ether 100ml로 각 3회 추출하여 모은 다음 비중(AOAC official method 920.212), 굴절율(AOAC official method 921.08), 산가(AOAC official method 925.41), 비누화가(AOAC official method 920.160) 및 요오드가(AOAC official method 993.20)를 측정하였다.

4. 지질분석

과피를 제거한 종실 10g을 diethyl ether 100ml로 각 3회 추출한 조지방은 silica gel column chromatography를 사용하여 분리하였고, Folch법(Folch et al., 1957)에 의하여 정제하였다. Silica gel(70~230 mesh, Merk)을 증류수와 methanol로 세척한 다음 110℃에서 24시간 활성화 시키고, 이 중 약 50g을 취해 chloroform 200ml에 현탁한 후 column(ϕ 5cm \times 30 cm)에 충전 시켰다. 지질 10g을 chloroform 30ml로 용해한 후 column에 loading한 후 1,000ml의 chloroform을 가하여 중성지질을, 2,000ml의 acetone으로 당지질을, 1,000ml의 methanol을 가하여 인지질을 분획하였고 rotary vacuum evaporator로 감압 농축하고 각 분획물의 무게를 측정하였다.

5. 지방산 분석

정제한 지질의 지방산 조성은 1N KOH로 검화한 후 1% p-toluenesulfonic acid (in methanol)를 사용하여 메틸화 시켜 GC분석을 행하였다. 지방산 분석은 Gas chromatography system(Shimadzu GC-14A)에 Supelcowax column(30m \times 0.25mm, I.D \times 0.25 μ m), column 온도로 180℃에서 240℃까지 분당 2℃씩 상승시키고, injector 온도로 250℃, detector 온도로 260℃, carrier gas로는 He으로 1.0ml/min, FID(Flame Ionization Detector) detector를 사용하여 분석하였다. 분석에 사용된 11종의 표준품 지방산은 10-1000ppm의 농도로 조절한 후 3회 분석을 행하고 검량선을 작성하여 각 샘플의 지방산 함량을 정량하였다. 이때 각 지방산의 correlation coefficient(r)은 0.99였으며, 각 물질의 확인은 retention time과 표준품과 분석 샘플간 co-chromatography로 행하였다.

結果 및 考察

1. 일반성분

채취직후의 사람주나무 종실에 대한 일반성분은 Figure 1에서 보는 바와 같이 수분 3.2%, 조단백질 19.21%, 탄수화물 13.34%, 조지방 62.35%, ash 1.90%로 나타났다. 그리고 1년 동안 저장된 종실의 일반성분은 조지방을 제외하고 대체로 감소하는 경향을 보였다. 사람주나무 종실유의 단백질 함량은 쉬나무, 산초나무 등에 비해(김 등, 1976) 높은 편이며, 지방함량도 대추야자의 함량(Abdel-Nabey, 1999)에 비해 높게 나타났다.

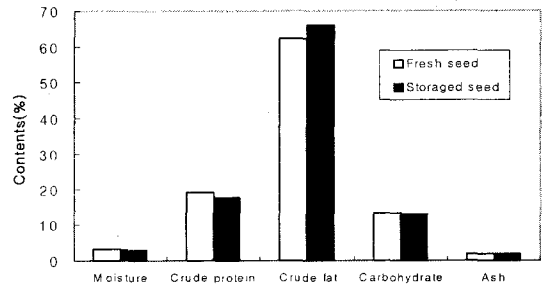


Fig. 1. Chemical composition of fresh collected and one year stored seeds of *Sapium japonicum*.

2. 유지의 이화학적 성질

사람주나무 종실유의 비중과 굴절율은 0.928과 1.477로 나타났다(Table 1). 특히 1년 동안 저장된 사람주나무 종실유의 비중과 굴절율은 각각 0.940에서 1.476으로 그다지 큰 변화가 없었는데, 이 값은 일반 식용유지와 매우 비슷한 양상이었다(임 등, 1980).

유지의 화학적 성질 중에서 유리 지방산의 함량을 나타내는 산가는 채취직후 2.3으로 상당히 낮았으며, 이 값은 참기름, 콩기름보다

Table 1. Physico-chemical properties from seed oil of *Sapium japonicum*

Materials	Specific gravity	Refraction index	Acid value	Saponification number	Iodine value
Fresh seed oil	0.928	1.4768	2.3	190.0	126.0
Stored seed oil	0.940	1.4760	2.4	201.0	118.0

상당히 낮은 값이나, linseed oil의 산가(임 등, 1980)와는 매우 비슷하였다(Table 1). 또한 일년 후 종실유의 산가는 2.4로 저장에 따른 산가 변화는 나타나지 않았다.

비누화가는 유지에 함유되어 있는 지방산의 양과 종류를 알 수 있는데 일반적으로 분자량이 작을수록 증가하는 경향을 보인다. 사람주나무의 비누화가는 190.0으로 비자나무 종실유보다 낮았으나(Table 1), 콩기름, 해바라기 기름 등과 때죽나무와는 비슷하였다(임 등, 1980). 한편, 일년 저장 후 종실유의 비누화가는 201.0으로 증가하였다. 이러한 결과로 보아 일년간의 저장기간동안 유지의 성질에 약간의 변화가 있었으나, 그다지 종실유의 성상의 변화는 없었던 것으로 판단된다.

불포화도를 나타내는 요오드가는 126.0으로 높게 나타나 사람주나무 종실유는 불포화 지방산의 함량이 높음을 알 수 있었다(Table 1). 실제로 사람주나무의 종실에 함유되어 있는 불포화지방산 함량은 약 80%로 매우 높았는데, 이는 해바라기씨 기름이나 콩기름의 불포화 지방산 함량과 상응하며, 일반 식용유와 비교해도 손색이 없는 것으로 보인다. 또한 일년간 저장된 종실유의 요오드가는 118.0으로 당해 채취된 종실유에 비해 큰 차이는 없었다. 요오드가로보아 사람주나무의 종실유는 건성유로 판단된다.

사람주나무 종실유는 산가를 제외하고 참깨유, 대두유 등과 매우 유사한 이화학적 특

징을 보였다. 1년간 저장된 사람주나무 종실유는 요오드가가 감소한 반면 과산화물가와 비누화가는 다소 증가하였는데, 이러한 결과는 참깨종실유와 상이한 결과였다(김, 1991). 이러한 이화학적 특징의 차이는 초본과 목본 종실유간의 근본적인 차이에 의한 것이라 생각된다. 일반적으로 건성유는 요리, 등유, 머릿기름, 피부약 등으로 이용되는데(김 등, 1976), 사람주나무의 종실유도 다양한 용도로 널리 이용될 수 있는 잠재력이 있다고 생각된다.

3. 지질 분석

사람주나무 종실유 지질의 대부분이 중성지질(93%)이었으며, 당지질(4.9%), 인지질(1.3%) 순으로 나타났(Table 2). 이들 지질들은 채취직후나 1년간 저장 후나 함량에는 큰 차이를 보이지는 않았다.

Table 2. Contents of several lipids fractionated from seed oil of *Sapium japonicum*

Lipids	Fresh seed oil	Stored seed oil
Neutral lipid	93.8	93.4
Glyco lipid	4.9	4.7
Phospho lipid	1.3	1.9

4. 지방산 조성

사람주나무 종실에서 추출한 총지방산의 Gas chromatography의 분석 결과를 Figure 2에 나타내었다. Chromatogram에서 각 지방산의 retention time은 lauric acid 3.897분, palmitic acid 8.844분, oleic acid 14.252분, linoleic acid 15.718분, linolenic acid 17.550분, arachinic acid 24.986분, stearic acid

25.582분 그리고 pentadecanoic acid 26.652분이었다 (Figure 2). 사람주나무 종실의 채취 직후 총지방산 함량은 linoleic acid가 35.6%로 가장 많고, 그 다음이 linolenic acid 29.5%로 나타났으며, oleic acid 14.2%, palmitic acid 8.4%로 나타났었다 (Figure 3). 그러나 1년 저장 후의 경우는 linolenic acid가 34.8%로 가장 높고, 다음이 linoleic acid 33.1%, oleic acid

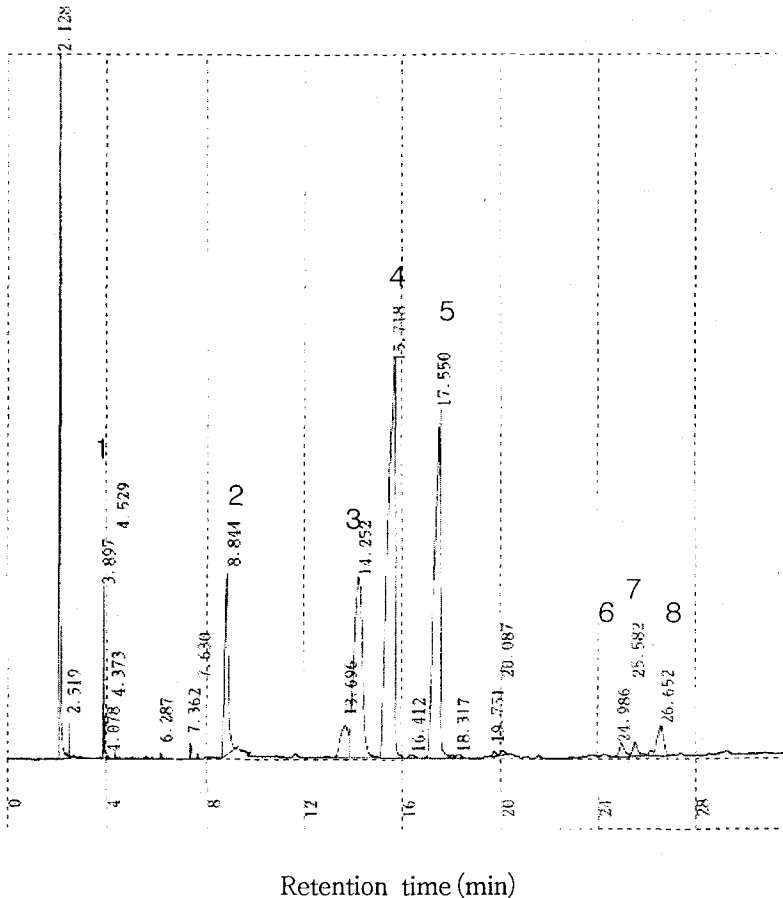


Fig. 2. GC chromatograms of fatty acids in fresh seed oil of *Sapium japonicum*. 1 : lauric acid, 2 : palmitic acid, 3 : oleic acid, 4 : linoleic acid, 5 : linolenic acid, 6 : arachinic acid, 7 : stearic acid, 8 : pentadecanoic acid.

GC condition; GC (Shimadzu GC-14A), Supelcowax column (320, 30m × 0.25mm, I.D × 0.25 μ m), column temp. (180 $^{\circ}$ C-240 $^{\circ}$ C, 2 $^{\circ}$ C/min), injector temp. (250 $^{\circ}$ C), detector temp. (260 $^{\circ}$ C), Carrier gas (He, 1.0ml/min), detector (Flame Ionization Detector)

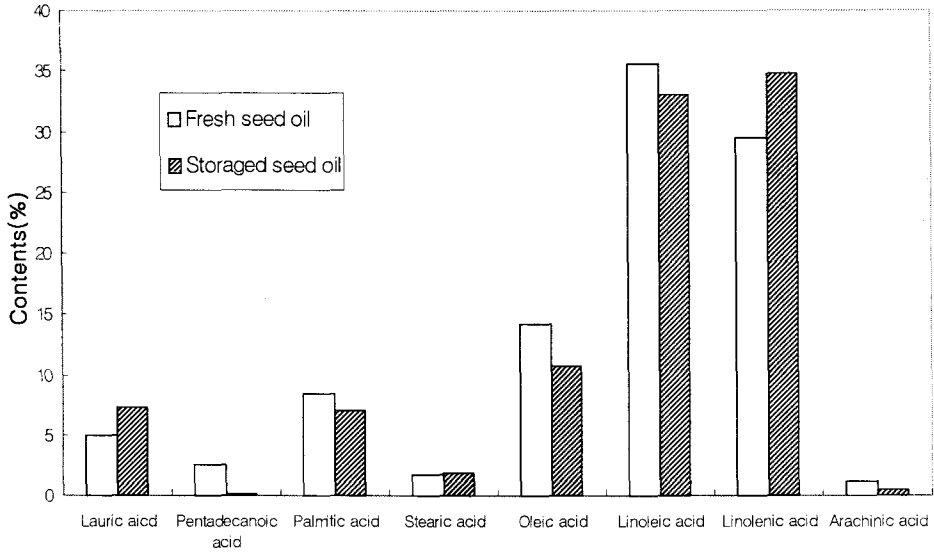


Fig. 3. Composition of total fatty acid in seed oil of *Sapium japonicum*

10.8%, lauric acid 7.3%, palmitic acid 7.1% 순으로 나타났다 (Figure 3). 이들 중 불포화 지방산의 함량은 78% 이상으로 매우 높게 나타났다. 탄소 12-18의 long chain을 가진 포화지방산과 불포화지방산을 높게 함유하는 유지는 산업화에 매우 유리하다고 알려져 있어 (Kridl et al., 1998) 사람주나무 종실유도 식용 및 공업용 등으로 널리 이용될 수 있을 것이다.

5. 분획물의 지방산 조성

분획과정을 통해 얻어진 지방산은 중성, 당, 인지질로 얻어졌으며, 분석 결과는 Figure 4에 나타내었다. 중성지질의 주요 지방산 조성을 보면 linoleic acid가 37.9%로 가장 높은 함량을 보였으며, 다음이 linolenic acid 27.2%, 그리고 oleic acid 20.2%로 나타났다 (Figure 4). 불포화지방산의 비율은 85.2%로 높게 나타났으며, 저장에 따른 차이를 보면 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid는 감소한 반면 linolenic acid는 오히려 증가하여 전체적으로는 총지방산의 구성과 거의 같은

경향을 보였다 (Figure 4). 지방산의 구성은 분획한 후에도 같은 경향을 보인다고 한 보고 (홍과 신, 1978; 김 등, 1984)와 일치하였다.

채취직후 당지질의 지방산 조성을 보면 linoleic acid가 38.0%로 가장 높았으며, 다음이 linolenic acid 26.7%, 그리고 oleic acid 18.0%, palmitic acid 10.2%로 나타났다 (Figure 2-C, Figure 4). 1년간 저장 후의 함량차이는 전체적으로는 중성지질의 구성과 비슷한 경향을 보였다 (Figure 4).

사람주나무에 대한 인지질의 지방산 조성을 보면 linoleic acid가 30.9%로 가장 높은 함량을 보였으며, 특히 penta decanolic acid가 16.6%로 높게 나타난 것은 인지질에서 볼 수 있는 특징이며, 다음이 oleic acid 16.0%, palmitic acid 15.4%, linolenic acid 15.2% 순으로 나타났다. 그리고 저장에 따른 차이를 보면 종실유에서 보이던 pentadecanoic acid는 흔적량 만을 확인 할 수 있었다 (Figure 4). 그러나 인지질과 당지질의 주요 성분인 lecithin, cephalin, cholin과, 당지질의 주성분인

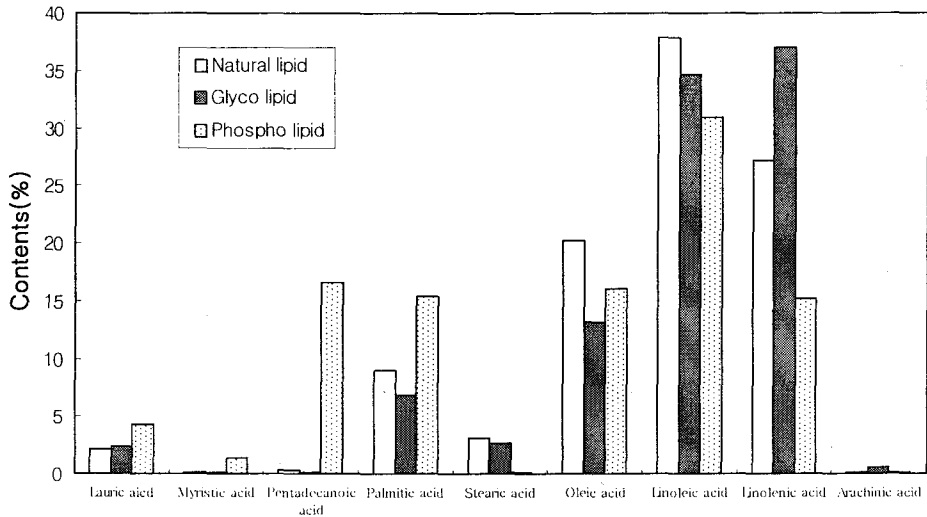


Fig. 4. Composition of fatty acid in each lipid fractions of seed oil of *Sapium japonicum*

phrenosin 등의 분석이 본 연구에서는 시도되지 않아 추후 연구가 행하여져야 한다.

이상과 같이 사람주나무 종실유의 다양한 성분과 종실유의 저장 기간에 따른 물리, 화학적 특성 및 성분의 화학적 변화를 조사하였다. 사람주나무 종실유는 조지방과 불포화지방산의 함량이 높고, 1년간의 저장에도 비교적 안전한 것으로 나타났다. 이를 고찰해보면 oleic acid와 같은 불포화지방산은 수소와 반응하면 stearic acid로 변화하는 것으로 알려져 있는데, 본 연구의 결과에 의하면 당해 종실유의 oleic acid 함량은 낮아지나 stearic acid 함량은 증가하지 않고 오히려 줄어드는 것으로 보아 저장기간에 따른 커다란 변화는 없는 것으로 판단된다.

1년 저장후 성분 변화의 주된 원인은 사람주나무의 종실유에 다량 존재하는 linoleic acid, linolenic acid 등과 같은 2중 또는 3중 결합 불포화지방산의 변화에 기인한다고 추정된다. 즉 고급 불포화 지방산은 효소 등에 의해 분해가 일어나 저급 불포화 지방산으로 변

환되어 이들의 함량이 증가될 수도 있다. 본 연구 결과에서도 2중 결합된 linoleic acid와 4중 결합된 arachidonic acid는 실제 1년 후에는 그 함량이 줄어드는 것을 볼 수 있다. 그러나 3중 결합된 linolenic acid의 함량이 1년 후 증가하는 현상에 대해서는 자세한 연구가 요망되며, 식물성 유지 성분 중 가장 생리활성이 높다고 알려진 arachidonic acid cascade (AA cascade) 대사물에 대한 다양한 생리활성연구도 수행할 예정이다. 이상의 결과로 보아 사람주나무 종실유는 유지지방산 및 불포화지방산 등이 타 식물유지에 비해 높아 식용, 공업용 및 의약품 등으로 이용할 수 있을 것이다.

摘 要

사람주나무 (*Sapium japonicum*) 종실유의 물리·화학적 특성과 구성성분을 다양한 분석법으로 구명하였다. 사람주나무의 종실유를 구성하는 지질은 중성지질이 93%로 가장 높고, glycolipid가 4.9%, phospholipid가 1.

3%로 나타났다. GC 분석 결과 사람주나무의 종실에는 9종의 지방산이 존재하였다. 종실유에서 지방산의 함량은 저장기간 등에 따라 약간의 차이를 보였다. 종실유 중 3종의 지질은 silica open column을 통해 분획하고, 이들의 지방산 성분을 조사하였다. 3종의 지질 중 주요 지방산은 linoleic acid와 linolenic acid로 나타났다. 채취직후의 종실유에서 지방산의 함량은 저장된 종실유의 지방산에 비해 전반적으로 높았다. 이상의 결과로 보아 사람주나무의 종실유는 화장품, 세정제, 의약품 등으로의 이용이 기대된다.

LITERATURE CITED

- Abdel-Nabey-AA. 1999. Chemical composition and oil characteristics of date pits of six Egyptian cultivars. *Alexandria Journal of Agricultural Research* 44(1) : 127-141.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of AOAC International. Volumn II 16th edition.* 41. Oils and Fats. Chapter 41. pp. 1-53.
- Folch, J., M. Lee and Sloanestanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226 : 497~509.
- Johansson, A. T. Laine, H. Kallio, M. Hagg, R. Ahvenainen, A. M. Evers, K. T. I. Tiilikkala. 1999. Berry seed oils : new potential sources of food supplements and health products. *Agri. Food Quality II : quality management of fruits and vegetables.* Turku, Finland, pp. 348-352.
- Kridl, J. C., P. R. Shewry and J. A. Napier (ed.) ; Davis-PJ. 1998. Engineering canola vegetable oil for food and industrial uses. *Engineering crop plants for industrial end uses. Proceedings of the Symposium of the Industrial Biochemistry and Biotechnology Group of the Biochemical Society, IACR-Long Ashton Research Station, Long Ashton, Bristol, UK, September pp. 159-169.*
- Schubert, S. Y. E. P. Lansky, I. Neeman. 1999. Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. *J. of Ethnopharmacology.* 66(1) : 11-17.
- 정안석, 신호선. 1978. 은행종실의 지질성분에 관한 연구. *한국식품과학회지.* 10(2) : 119~123.
- 천석조, 박영호. 1984. 호도기름의 Triglyceride 조성에 관한 연구. *한국영양식량학회.* 3(3) : 263~267.
- 채범석. 1989. *사람의 영양학.* 아카데미서적. pp. 194.
- 홍형기, 신호선. 1978. 개암종실의 지질성분에 관한 연구. *한국식품과학회지.* 10(3) : 361~365.
- 한상섭, 황병호. 1990. 잣종자의 아미노산, 지방산, 비타민 분석. *한국목재공학회지.* 79(4) : 345~351.
- 김병호, 박구부, 이강녕. 1976. 밀원 유지 사료 자원 식물의 개발에 관한 연구 - 쉬나무, 산초, 생강나무등의 생산성과 함지율. *한국축산학회지.* 18(1) : 5.
- 김홍출. 1991. 대두유의 저장 및 시판 식용유의 유통 중 이화학적 성상. *경상대학교 대학원 석사논문.*
- 김향란, 고무석, 양희천. 1987. 싸리종자의 지질성분에 관한 연구. *한국식품영양학회.* 16 : 75~84.
- 김명환, 정태명, 양인석. 1977. 무환자나무 종자의 성분에 관한 연구. *한국식품과학회지.* 9(1) : 41~46.
- 신수철, 서재신, 김용두. 1983. 때죽나무 열

매의 지질 성분에 관한 연구. 순천대학교 논문집. 제2집 : 215~222.

황용호, 윤형식. 1981. 식용유(해바라기)의 저장조건에 따른 지질성분의 변화. 한국식품영양과학회지 10(1) : 17.

임희수, 윤광노, 정동효. 1980. 비자의 지방질 성분에 관한 연구. 제1보 : 비자유의 물리화학적 특성. 한국식품과학회지 12(4) : 324-327.