

## 아주까리(蓖麻子) 수집종의 조지방 및 지방산 분석

김인재\*† · 남상영\* · 김민자\* · 노창우\* · 윤 태\* · 김홍식\*\* · 송항림\*\* · 정현상\*\*\*

\*충청북도농업기술원, \*\*충북대학교 식물자원학과, \*\*\*충북대학교 식품공학과

### Analysis of Crude Fat and Fatty Acid in Collections of *Ricinus communis* L.

In Jae Kim\*†, Sang Young Nam\*, Min Ja Kim\*, Chang Woo Rho\*, Tae Yun\*,  
Hong Sig Kim\*\*, Hang Lin Song\*\*, and Heon Sang Jeong\*\*\*

\*Chungbuk Agricultural Research & Extension Services Cheongwon 363-880, Korea.

\*\*Dept. of Crop Science, Chungbuk Nat'l Univ. Cheongju 361-763, Korea.

\*\*\*Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk Nat'l Univ. Cheongju 361-763, Korea.

**ABSTRACT :** Forty *Ricinus communis* collections were obtained from RDA National Agrobiodiversity Center for knowing the possibility of the use as a bio-diesel possibility crop. These are analysis results about crude fat and fatty acid. Gas chromatogram of seed collections analysis showed 6 peaks and retention time of ricinoleic acid was about 17.1 minute. Average oil content of collections were ranged from 44.6 to 49.4% and the difference was between maximum 52.5% and minimum 41.4%. Fatty acid composition was almost unsaturated fatty acid of 97.6% and saturated fatty acid showed low content of 2.4%. Ricinoleic acid was 87.3% and the content of oleic acid and linoleic acid in fatty acid was 4.6%, and 5.2%, respectively. The content of palmitic acid and stearic acid was about 1% and the difference was insignificant. The content of linolenic acid was extremely low as 0.6%.

**Key Words :** Castorbean, Collective Variety, Fatty Acid, Ricin, *Ricinus communis*

## 서 언

아주까리 (*Ricinus communis*)는 1년생 초본으로 2 m 정도 곧게 자라며, 가지가 나무모양으로 갈라지고 줄기 속이 비어 있다 (김, 1996). 7~9월에 꽃이 피고, 10월에 열매가 성숙되며, 삭과는 3실로 종자가 1개씩 들어 있으며, 겉으로 가시가 있거나 없고 종자는 타원형으로 밋밋하고 암갈색 반점이 있다. 종자로 기름을 짜서 윤활유, 포마드, 인쇄잉크, 인주재료 등으로 쓰며, 한방과 민간에서는 잎, 종자, 근부를 지혈, 통변, 부종, 타박상, 설사약 등으로 쓴다 (김, 1992).

아주까리는 50~60%의 지방분과 18~20%의 단백질을 함유하고 있고, 피마자박은 36% 이상의 단백질을 함유하고 있으며, 독성 albumin인 ricin과 allergen 및 ricinine 등이 함유되어 사료나 식량으로는 이용되지 못하고 있으나 (Yoon, 1980), 약용 및 식품 그리고 농약 등의 개발가치가 매우 높은 작물로 알려져 피마자 단백질 식품화 연구 (Yoon, 1980), 피마자의 독성 단백질 Ricin (Masaru, 1979), 피마자 잎으로부터 베타 구 식물성 농약 개발 (Kwon, 1991; Kwon, 1992) 등 국내

연구가 있어 왔으며, 해외에서 ricinoleic acid의 생합성 (James, 1965)과 아주까리의 oil과 fatty acid 합성 (Luis, 1984), 높은 oleic과 낮은 ricinoleic acid (Pilar, 2005)와 아주까리 OLE-1 발견 (Pilar, 2004) 등의 해외 연구가 있어 왔다. 본 시험에서는 국내의 수집 아주까리를 대상으로 한 지방산과 조지방에 관한 분석한 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

본 시험의 아주까리 유전자원은 농촌진흥청 농업생명공학연구원 유전자원과로부터 국내외 수집 40종 (Table 1)을 분양받아 충청북도농업기술원 작물연구과 포장에서 2007년 4월 25일 파종하여 9월 10일 수확된 종자를 이용하였다.

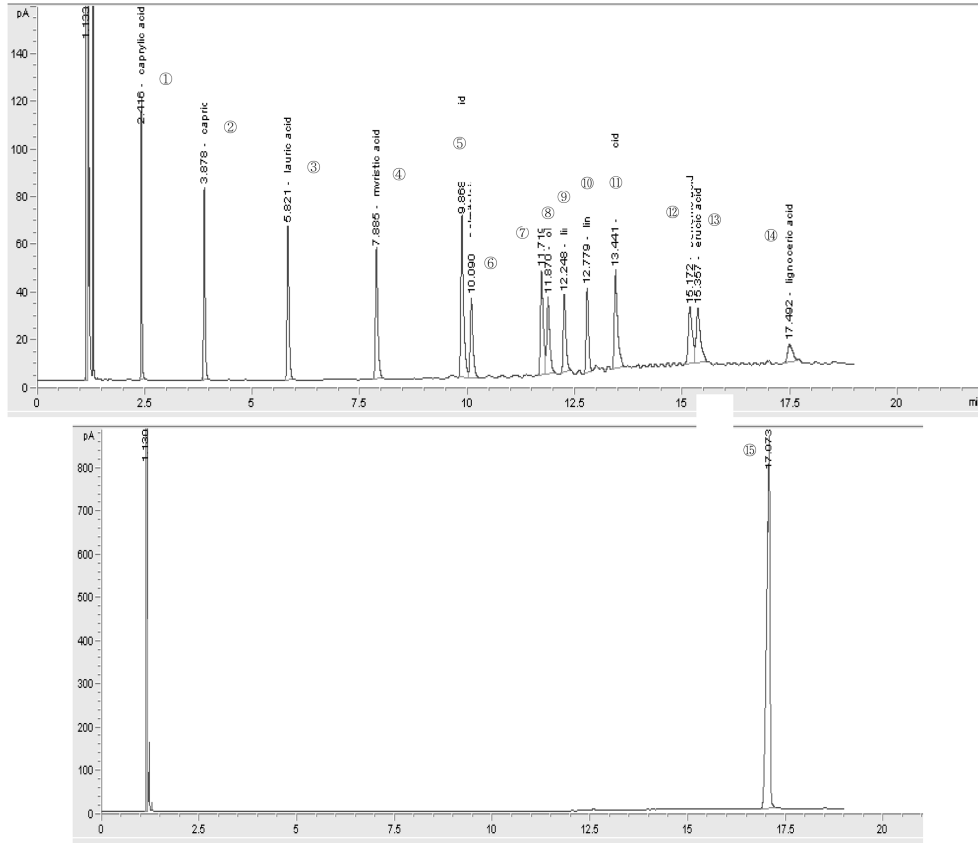
### 2. 지방함량 분석

지방분석은 Soxhlet법으로 수기를 정량한 후 원통 여과지에 막자사발로 분쇄된 시료 3.0 g을 넣은 다음 솜으로 막고,

†Corresponding author: (Phone) +82-43-220-8442 (E-mail) kinjae@cbares.net  
Received August 18, 2008 / Revised September 30, 2008/ Accepted October 8, 2008

**Table 1.** Number of collections variety of *Ricinus communis* which is tested.

| Total | Kyung-gi | Gang-won | Chung-buk | Chung-nam | Chon-buk | Chon-nam | Kyung-buk | Kyung-nam | Jeju | Israel | Russia | Thailand | The others |
|-------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|------|--------|--------|----------|------------|
| 40    | 1        | 1        | 3         | 2         | 8        | 1        | 8         | 6         | 1    | 1      | 1      | 1        | 6          |



**Fig 1.** Chromatograms of the fatty acid standard solution in GC.

① Caprylic acid ② Capric acid ③ Lauric acid ④ Myristic acid ⑤ Palmitic acid ⑥ Palmitoleic acid ⑦ Stearic acid ⑧ Oleic acid ⑨ Linoleic acid ⑩ Linolenic acid ⑪ Arachidic acid ⑫ Behenic acid ⑬ Erucic acid ⑭ Lignoceric acid ⑮ Ricinoleic acid

Ether (200 ml) 넣은 후 45°C 수욕에서 8시간 추출하였다. 추출 후 감압농축기로 Ether를 날려 보내고 105°C에서 1시간 건조하고, 데시케이터에서 30분 방냉 후 무게를 달았다.

$$\text{지방함량 (\%)} = (\text{수기건조 후 무게} - \text{수기중량}) \div \text{시료량} \times 100$$

### 3. 지방산 분석방법

지방산 분석은 이 등 (1970)이 확립한 유채 표준지방산 분석법에 준하였다. 추출된 지방을 피펫으로 50 µl를 취하여 바이알에 넣고 4 ml의 반응시약 (35% 3N-HCl/methanol 용액, 45% methanol을 혼합하여 반응시약으로 하였다. 3N-HCl/methanol 용액은 35%의 HCl용액 312 g < 36.46 × 3/35% = 312 g > 을 methanol로 1 l 로 정량하여 만든다.)을 넣고 60°C 수욕에서 30분간 반응시킨 다음 Hexane을 2 ml 가한다. 잠깐 흔들어서 주고 0.88% NaCl용액을 1 ml 가하여 층 분리시킨 후

원심분리 하여 상등액 일정량을 취하여 GC (Agilent 6850)로 분석하였다. GC 분석의 column은 HP-Innowax 19091N-133 (0.25 µm i.d. × 30 m)를 사용하였다. Column 온도는 120°C에서 1분간 유지 후 250°C까지 1분당 10°C 승온하여 5분간 유지하였다. Injector 온도는 270°C, detector 온도는 280°C로 하였으며, carrier gas는 N<sub>2</sub>를 1.8 ml/min, H<sub>2</sub>를 30 ml/min를 사용하여 air gas를 300 ml/min로 주입하였다.

### 결과 및 고찰

이주加里 수집종의 정량선 작성을 위해 측정된 지방산 표준품의 GC chromatogram상에서 약 15종의 peak들을 관찰할 수 있었다 (Fig. 1). Fig. 1에서 보는 바와 같이 성분들의 농도가 같다고 하더라도 그 피크면적은 차이를 보이는데, 이는

아주까리 수집종의 조지방 및 지방산 분석

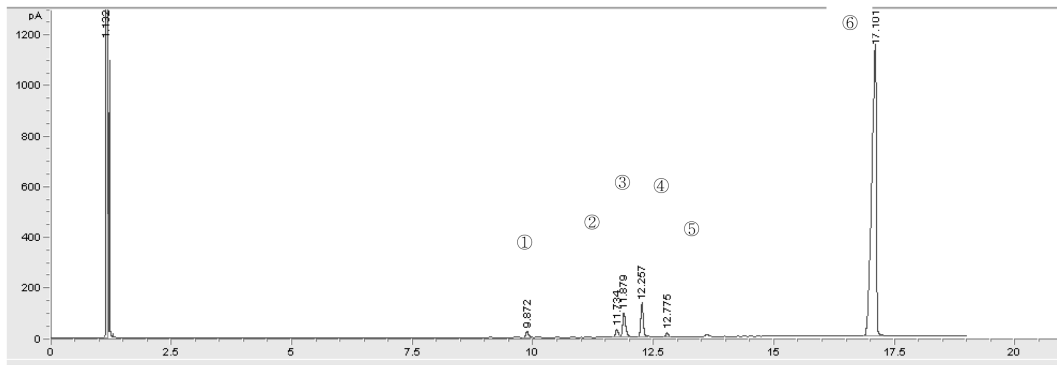


Fig. 2. The distribution of fatty acid in collective variety of *Ricinus communis* L.  
 ① Palmitic acid ② Stearic acid ③ Oleic acid ④ Linoleic acid ⑤ Linolenic acid ⑥ Ricinoleic acid

Table 2. Frequency distribution of oil content in 40 *Ricinus communis* collection classified by collection area.

| Collection area | No. of collection | Mean of oil content (%) | Min. (%) | Max. (%) | C.V. (%) |
|-----------------|-------------------|-------------------------|----------|----------|----------|
| Kyunggi         | 1                 | 46.8                    | 46.8     | 46.8     | —        |
| Gangwon         | 1                 | 44.6                    | 44.6     | 44.6     | —        |
| Chungbuk        | 3                 | 46.6 ± 3.7              | 42.8     | 50.1     | 7.88     |
| Chungnam        | 2                 | 46.6 ± 1.3              | 45.7     | 47.5     | 2.79     |
| Chonbuk         | 8                 | 47.2 ± 3.1              | 42.2     | 52.2     | 6.53     |
| Chonnam         | 1                 | 49.5                    | 49.5     | 49.5     | —        |
| Kyungbuk        | 8                 | 48.1 ± 2.4              | 41.4     | 49.4     | 5.42     |
| Kyungnam        | 6                 | 47.6 ± 2.2              | 43.9     | 49.4     | 4.64     |
| Jeju            | 1                 | 49.0                    | 49.0     | 49.0     | —        |
| Israel          | 1                 | 49.4                    | 49.4     | 49.4     | —        |
| Russia          | 1                 | 47.2                    | 47.2     | 47.2     | —        |
| Thailand        | 1                 | 44.8                    | 44.8     | 44.8     | —        |
| The others      | 6                 | 46.9 ± 2.2              | 43.9     | 49.4     | 4.64     |

기기를 이용한 성분 측정에서는 일반적인 일이며, 이러한 원인은 다른 화학구조를 가진 각 성분들이 Detector에 대하여 다른 반응을 갖기 때문이라고 하였다 (Lee *et al.*, 2007).

수집종 아주까리 종자의 gas chromatogram은 Fig. 2와 같이 6개의 피크를 보였는데, 아주까리의 특정 지방산인 ricinoleic acid의 retention time은 17.1분대이었다. 천연의 거의 모든 지방산은 짝수개의 탄소원자를 소유하며 16~18개 탄소원자를 갖는 지방산이 가장 많이 존재하며 식물체에 주로 존재하는 지방산 형태는 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid 등이 주류를 이루고 특정 식물체에 따라서 독특한 지방산을 함유하는 식물종도 있다고 한 Park & Choi (1996)의 보고와 비슷한 결과를 보였다.

아주까리 수집종의 평균 기름 함량은 44.6~49.4%이었다 (Table 2). 최저 41.4%와 최고 52.2%로 10.8%의 차이가 있었다. 지역별로는 제주와 Israel 수집종이 49%대로 높았으며, 강원과 Thailand 수집종이 45% 정도로 낮은 편이었으나, 경북 수집종 중에서 가장 낮은 함량을 보인 반면 전북 수집종 중에서 가장 높은 함량을 보였다. 일반적으로 아주까리는 개화 순서에 따라 아래에서부터 숙기가 이루어지는데, 들깨에서 만숙

종일수록 함유량이 높은 경향을 보였다 (Ryu *et al.*, 1983)는 결과로 볼 때, 아주까리도 숙기에 따른 시료 선택에 따라서 기름 함량의 차이가 있을 것으로 판단된다.

아주까리의 지방산 조성은 Table 3과 같이 불포화지방산이 97.6%로 대부분이었으며, 포화지방산은 2.4% 정도로 낮은 함량을 보였다. 지방산 조성은 87.3%가 ricinoleic acid이었으며, oleic acid와 linoleic acid가 각각 4.6%, 5.2%이었다. Palmitic acid와 stearic acid의 함량은 1% 내외로 차이가 미미하였고, linolenic acid의 함량은 0.6% 정도로 가장 낮았다. 들깨 수집종의 지방산 조성에서도 포화지방산 9.0%, 불포화 지방산 91.0% 정도로 비슷한 경향을 보였으나, 불포화도가 높은 linolenic acid의 함량이 가장 높았던 것이 아주까리와 가장 큰 차이를 보였다 (홍, 2004).

기름함량, 지방산 조성간의 관계는 Table 4와 같다, oil 함량은 oleic acid를 제외하고 모든 지방산에서 상관을 나타냈다. 포화지방산 (SFA)과 palmitic acid, stearic acid 그리고 linoleic acid와는 정의 상관을 보인 반면, 불포화지방산 (UFA), ricinoleic acid와 linolenic acid은 부의 상관을 보였다. Palmitic acid의 함량은 linoleic acid와 상관을 보이지 않았으

**Table 3.** Fatty acid composition in 40 *Ricinus communis* collections.

| Variation | Palmitic acid | Stearic acid | Oleic acid | Linoleic acid | Linolenic acid | Ricinoleic acid | Saturated <sup>†</sup> | Unsaturated <sup>‡</sup> |
|-----------|---------------|--------------|------------|---------------|----------------|-----------------|------------------------|--------------------------|
| Max.      | 1.28          | 1.48         | 5.63       | 6.03          | 0.66           | 88.7            | 2.69                   | 97.99                    |
| Min.      | 0.94          | 1.07         | 3.60       | 4.74          | 0.51           | 85.6            | 2.01                   | 97.31                    |
| Mean      | 1.05          | 1.31         | 4.60       | 5.20          | 0.58           | 87.3            | 2.36                   | 97.64                    |
| S.D.      | 0.07          | 0.10         | 0.42       | 0.29          | 0.04           | 0.69            | 0.15                   | 0.15                     |
| C.V.      | 7.01          | 7.31         | 9.22       | 5.58          | 7.39           | 0.79            | 6.36                   | 0.15                     |

<sup>†</sup>: Saturated : Palmitic + Stearic

<sup>‡</sup>: Unsaturated : Oleic + Linoleic + Linolenic + Ricinoleic

**Table 4.** Correlation coefficients among oil content, fatty acids, saturate and unsaturate fatty acids of 40 *Ricinus communis* collections classified by collection area.

| Variable         | Oil content | Palmitic acid | Stearic acid | Oleic acid | Linoleic acid | Linolenic acid | Ricinoleic acid | SFA   |
|------------------|-------------|---------------|--------------|------------|---------------|----------------|-----------------|-------|
| Oil content      | —           |               |              |            |               |                |                 |       |
| Palmitic acid    | 0.65**      | —             |              |            |               |                |                 |       |
| Stearic acid     | 0.40**      | 0.63**        | —            |            |               |                |                 |       |
| Oleic acid       | 0.21        | 0.38*         | 0.22         | —          |               |                |                 |       |
| Linoleic acid    | 0.37*       | 0.45**        | 0.02         | -0.34*     | —             |                |                 |       |
| Linolenic acid   | -0.61**     | -0.15         | -0.10        | -0.41**    | 0.17          | —              |                 |       |
| Ricinoleic acid  | -0.44**     | -0.75**       | -0.47**      | -0.86**    | -0.12         | 0.27           | —               |       |
| SFA <sup>†</sup> | 0.54**      | 0.85**        | 0.95**       | 0.31       | 0.20          | -0.13          | 0.33*           | —     |
| UFA <sup>‡</sup> | -0.54**     | -0.85**       | -0.95**      | -0.31      | -0.20         | 0.13           | -0.33*          | -0.29 |

<sup>†</sup>SFA : Saturated fatty acid, <sup>‡</sup>UFA : Unsaturated fatty acid

나, 다른 지방산과는 매우 높은 고도의 정의 상관관계를 보였다. Stearic acid는 불포화지방산과 ricinoleic acid와는 각각  $r = -0.47^{**}$ 과  $r = -0.95^{**}$ 의 고도의 유의한 부의 상관관계를 보였으나, 포화지방산과는 정의 상관관계를 나타냈다. Oleic acid는 linoleic acid, linolenic acid 그리고 ricinoleic acid와는 고도의 부의 상관관계를 보였다. Linoleic acid와 linolenic acid 그리고 ricinoleic acid와는 전혀 상관관계를 보이지 않았다. 들깨에서 포화지방산이 증가하면 불포화지방산은 감소하는 경향이었던 홍 (2004)과 Lee *et al.* (1991), Park *et al.* (1993)의 결과와 유사한 경향이었으며, ricinoleic acid는 포화지방산과 불포화지방산에 영향을 주는 것으로 나타났다.

## 적 요

수집종 아주까리 40종의 유전자원을 농촌진흥청 농업생명공학연구원 유전자원과로부터 분양받아 바이오디젤 가능 작물로서 조지방 및 지방산 분석결과는 다음과 같다. 수집종 아주까리 종자의 gas chromatogram은 6개의 피크를 보였고, ricinoleic acid의 retention time은 12.7분대이었다. 아주까리 수집종의 평균 기름 함량은 44.6~49.4%이었으며, 최저 41.4%와 최고 52.2%로 10.8%의 차이가 있었다. 지방산 조성은 불포화지방산이 97.6%로 대부분이었으며, 포화지방산은 2.4% 정

도로 낮은 함량을 보였다. 지방산 조성은 87.3%가 ricinoleic acid이었으며, oleic acid와 linoleic acid가 각각 4.6%, 5.2%이었다. palmitic acid와 stearic acid의 함량은 1% 내외로 차이가 미미하였고, linolenic acid의 함량은 0.6% 정도로 가장 낮았다.

## 사 사

본 연구는 친환경바이오에너지연구사업단이 지원하는 “바이오디젤용 국내자생식물과 외래종 식물 탐색 및 기능성평가 (과제번호 20080101-036-016-001-02-00)”의 연구지원금에 의해 이루어진 것입니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

## LITERATURE CITED

- Hong ST (2004) Agronomic characteristics and classification of Korean perilla (*Perilla ocimoidea* L.). Department of Agronomy Graduate School, Chungbuk National University.
- James AT, Hadaway HC, Webb JPW (1965) The biosynthesis of ricinoleic acid. *Biochem. J.* 95:448-452.
- Kwon OK, Seong KS, Park HN, Jeong YH (1991) Identification of insecticidal ingredient in castor oil plant against brown planthopper. *Res. Rept. RDA(C.P)* 33(2):74-79.
- Kwon OK, Seong KS, Kim YK, Lee HS, Hwang BS (1992)

아주까리 수집종의 조지방 및 지방산 분석

- Development of botanical pesticide against brown planthopper from castor oil plant. Res. Rept. RDA(C.P) 34(2):127-137.
- Lee JI, Bang JK, Lee BH, Kim KH** (1991) Quality improvement in perilla. I. Varietal differences of oil content and fatty acid composition. Kor. J. Crop. Sci. 3:48-61
- Lee JI, Kye BM** (1970) Effect of oil quality by extracting hour on rape. Res. Rept. RDA(C.P) 13(1):89-94.
- Lee OK, Lee HJ, Shin YS, Ahn YG, Jo HJ, Shin HC, Kang HY** (2007) Quantitative analysis of the fruit flesh of *Prunus mume* Siebold & Zuccarni. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 15(3):143-147.
- Masaru F** (1979) Toxic protein "Ricin" of *Ricinus communis*. Kor. J. Food Sci. Technol. 11(3):206-208.
- Park CB, Lee JI, Lee BH, Son SY** (1993) Quality improvement in perilla. II. Variation of fatty acid composition in M<sub>2</sub> population. Kor. J. Breed 24(4):308-314.
- Park JH, Choi HK** (1996) Effect of shading period on contents of inorganic components, free amino acids and fatty acids in *Thea sinensis* L. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 4(3):247-254.
- Pilar RB, Haro A, Juan M, Jose MFM** (2004) Isolation of a natural mutant in castor with high oleic/low ricinoleic acid content in the oil. Crop Sci. 44:76-80.
- Pilar RB, Haro A, Jose MFM** (2005) Inheritance of high oleic/low ricinoleic acid content in the seed oil of castor mutant OLE-1. Crop Sci. 45:157-162.
- Ramos LCDS, Tango JS, Angelo S, Leal NR** (1984) Variability for oil and fatty acid composition in castorbean varieties. JAOCS, 61(12):1841-1843.
- Ryu SN, Lee Ji, Lee HS, Park CB, Sung BR** (1993) Varietal difference of oil content and omega fatty acid composition in Korea local perilla. Kor. J. Crop Sci. 38(6):560-565.
- Yoon JO** (1980) Studies on the preparation of food proteins from castor bean protein. Kor. J. Food Sci. Technol. 12(4):263-271.
- 김재길 (1992) 원색천연약물대사전(상권). 남산당. p. 341.
- 김태정 (1996) 한국의 자원식물(II). 서울대학교출판부. p. 283.