

## 가열처리에 따른 헴프씨드 오일의 이화학적 특성

박지영 · 이종준 · 문나영 · 김동현 · 윤혜근 · 정수정 · 김규옥

식품분석과

### Physicochemical Characteristics of Hempseed Oil at Different Roasting and Pressing Temperatures

J. Y. Park, J. J. Lee, N. Y. Moon, D. H. Kim, H. K. Yun, S. J. Jung and G. O. Kim

#### Food Analysis Division

#### Abstract

This study was conducted to investigate the physicochemical properties, antioxidant activity, fatty acid composition, and cannabinoid content of oil extracted from Canadian hemp seeds(*Cannabis sativa* L.) at different roasting and pressing temperatures. Hempseeds were dried at 49°C for over 40 hours before roasting and pressing at 50°C and 100°C. Results showed that oil yield, acid value, and benzo[a]pyrene levels increased with higher roasting and pressing temperatures. Harmful heavy metals, such as lead and cadmium, were not detected. Although hemp seeds contained high levels of calcium, potassium, and magnesium, only trace amounts of these minerals were found in the extracted oil, with slight increases at higher roasting and pressing temperatures. The unsaturated fatty acid content was 90.2% in the hempseeds and 90.8–91.2% in the oil. The omega-6 to omega-3 ratio was 3.54 in the hempseeds and 3.49–3.51 in the oil, with minimal differences across processes. Cannabinoid content in the oil was higher than in the seeds, and levels tended to increase with higher roasting and pressing temperatures.

**Key Words** : hempseed, hempseed oil, roasting, pressing temperatures, THC, CBD

## I. 연구사업

### 1. 서 론

헴프씨드(hempseed)는 삼과에 속하는 1년 생 초본식물인 대마(*Cannabis sativa* L.)의 씨앗으로,<sup>1)</sup> 대마의 잎, 꽃 및 씨앗의 외피에는 테트라하이드로칸나비놀( $\Delta$ -9- tetrahydrocannabinol : THC)과 같은 환각 중독성 물질이 존재하여<sup>2)</sup> 껍질(포엽과 외종피)이 완전히 제거된 씨앗만 식품원료로 사용 가능하다.<sup>3)</sup> 대마에는 120종 이상의 칸나비노이드가 존재하며, 그중 THC와 칸나비디올(cannabidiol : CBD)이 가장 많다. CBD는 진통, 항염, 메스꺼움 억제, 항관절염, 불안 완화, 면역 조절에 효과가 있으며, THC는 항정신성 물질로 통증 완화, 염증 억제 및 근육 긴장 완화 등의 효과가 있으나 환각 및 피해망상 등의 부작용으로 인해 미국, 독일, 스위스, 벨기에, 캐나다, 호주, 뉴질랜드, 대만, 한국 등 여러 나라에서 헴프씨드와 헴프씨드 오일에 대해 THC의 기준을 설정하여 규제하고 있다.<sup>4~6)</sup>

헴프씨드는 단백질 함량이 20~25%로 필수 아미노산의 함량이 높고, 필수 지방산 및 미네랄이 풍부하지만 콜레스테롤이 거의 없어 영양학적으로 우수하며,<sup>7~10)</sup> 식물성 스테롤이 풍부하여 심장 보호, 혈소판 응집 방지 및 아토피 피부염 개선에 도움을 주고, 당뇨병을 치료하며 항염증 및 항원충 효과가 우수하다고 알려져 있다.<sup>11)</sup> 지방 함량이 25~35%로 높아 압착하여 오일로도 활용된다.<sup>12)</sup> 헴프씨드 오일은 다가불포화지방산이 풍부하여 혈청 콜레스테롤 수치와 혈압을 낮추어 심혈관 질환 및 암을 예방하는데 효과가 있다.<sup>13~14)</sup>

종자에서 오일로 추출 시 일반적으로 볶은 후 착유하게 되는데 이 과정에서 지방산과 비타민 등 일부 영양소를 파괴하여 원료의 풍미에 영향을 주는 성분을 생성하는 등 오일의 착유 양과 물리적, 화학적, 구조적 및 감각적 변화를 일으키는 가장 중요한 공정 중 하나이다.<sup>14~16)</sup> 헴프씨드 오일은 주로 냉압착 방식으로 추출되며,<sup>17)</sup> 이 방법은 오일 추출 과정에서 인공적인 열처리 및 용매 처리가 이루어지지 않기 때문에 경제적이고, 열에 의한 변성이나 용매 잔류에 대한 우려는 없으나 착유 양이 적은 단점이 있다.<sup>18~20)</sup> 헴프씨드 오일은 가열 시 THC 함량이 증가할 수도 있어 가열하지 않고 섭취해야 한다고 알려져 있다.<sup>21)</sup>

본 연구에서는 헴프씨드 착유 과정에서 볶는 온도와 착유 온도에 따른 칸나비노이드 및 이화학적 특성 변화를 확인하여 헴프씨드 오일 제조의 기초자료로 제공하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험재료

본 연구에 사용된 헴프씨드는 헴프앤알바이오(Andong, Korea)에서 제공받은 캐나다산 헴프씨드를 사용하였다. 헴프씨드는 건조과정 없이 실험을 진행하였으며, 헴프씨드 오일 제조에 사용된 헴프씨드는 예비 실험을 통해 49℃에서 40시간 건조 후 사용하였다.

## 2.2. 헴프씨드 오일 제조

수분함량이 4.1~4.7%가 되도록 건조한 헴프씨드를 실온에서 충분히 식힌 후 볶음 솥(Poongjin, Pusan, Korea)을 이용하여 50℃ 및 100℃에서 각각 10분간 볶았다. 이후 착유기(P-16, Poongjin, Pusan, Korea)를 사용하여 50℃ 및 100℃에서 10분간 승온 과정을 거친 후, 70분간 착유하였다. 헴프씨드 오일 6종의 제조를 위한 가열처리(볶기, 착유) 조건은 Table 1에 나타내었다.

## 2.3. 착유 수율

볶음 조건과 착유 조건을 달리하여 제조한 헴프씨드 오일 6종의 착유 수율은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{착유수율}(\%) = \frac{\text{헴프씨드 오일 착유량}(g)}{\text{헴프씨드 무게}(g)} \times 100$$

## 2.4. 산가

헴프씨드 오일 6종의 산가 측정은 식품공전<sup>6)</sup>(제8. 일반시험법, 2. 식품성분 시험법, 2.1.5.3.1 산가)에 따라 수행하였다. 시료 5~10 g을 마개 달린 삼각플라스크에 넣고 에탄올 에테르혼액(1:2) 100 mL를 넣어 녹인 후 페놀프탈레인 지시약을 2~3방울 넣고, 명확한 색 변화가 30초간 지속할 때까지 0.1 N 에탄올성수산화칼륨용액으로 적정하였다. 산가를 계산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$\text{산가}(mg/g) = \frac{5.611 \times (a-b) \times f}{S}$$

$S$ : 검체의 채취량(g)

$a$ : 검체에 대한 0.1N 에탄올성 수산화칼륨용액의 소비량(mL)

$b$ : 공시험(에탄올, 에테르혼액(1:2) 100 mL에 대한 0.1N 에탄올성 수산화칼륨용액의 소비량(mL))

$f$ : 0.1N 에탄올성 수산화칼륨용액의 역가

**Table 1.** Processing conditions of hempseed oil

| Samples | Roasting                 | Pressing                    |
|---------|--------------------------|-----------------------------|
| A       | Un-roasting              | Pressing at 50℃ for 70 min  |
| B       | Un-roasting              | Pressing at 100℃ for 70 min |
| C       | Roasting 50℃ for 10 min  | Pressing at 50℃ for 70 min  |
| D       | Roasting 50℃ for 10 min  | Pressing at 100℃ for 70 min |
| E       | Roasting 100℃ for 10 min | Pressing at 50℃ for 70 min  |
| F       | Roasting 100℃ for 10 min | Pressing at 100℃ for 70 min |

## I. 연구사업

### 2.5. 벤조피렌 함량

헴프씨드 오일 6종의 벤조피렌 함량 분석은 식품공전<sup>3)</sup>(제8. 일반시험법, 9. 식품 중 유해 물질 시험법, 9.5.2 식용유지 중 벤조피렌)에 따라 수행하였다. 시료 약 10 g을 정밀히 달아 내부표준 용액 1 mL를 첨가하고 헥산 100 mL에 녹여 분액깔때기(I)에 옮기고 N,N-N,N-디메틸포름아마이드-물(9:1) 50 mL를 넣어 흔들어 섞은 후 정치하여 층을 충분히 분리시킨 후 N,N-디메틸포름아마이드-물(9:1) 층을 분리하여 다른 분액깔때기(II)에 옮긴다. 헥산층에 N,N-디메틸포름아마이드-물 25 mL씩 넣고 위와 같이 2회 되풀이하여 N,N-디메틸포름아마이드-물(9:1)층을 분액깔때기(II)에 합친다. 여기에 1% 황산나트륨 용액 100 mL를 넣어 섞고 헥산 50 mL를 넣어 흔들어 섞은 후 정치하여 층을 충분히 분리시킨 후 헥산층을 분액깔때기(III)에 옮긴다. N,N-디메틸포름아마이드-물(9:1) 층에 헥산 35 mL씩을 넣고 위와 같이 2회 되풀이하여 헥산층을 위의 분액깔때기(III)에 합친다. 물 40 mL씩을 넣고 흔들어 섞은 후 정치하여 층을 충분히 분리시킨 후 물층은 버리는 조작을 2회 되풀이한다. 헥산층을 무수황산나트륨 약 15 g을 넣은 여과지를 사용하여 탈수 여과한 후 40℃ 이하의 수욕상에서 감압하여 약 2 mL로 농축한다. 플로리실카트리지는 미리 디클로로메탄 10 mL 및 헥산 20 mL를 초당 2~3방울의 속도로 유출시킨 후 사용한다. 이 카트리지에 위의 농축액을 1 mL/분의 속도로 가한다. 이어서 헥산 5 mL와 헥산/디클로로메탄(3:1) 15 mL로 각각

유출시킨 후 이 용출액을 40℃ 이하의 수욕상에서 질소가스 하에 날려 보낸 후 잔류물을 아세트 니트릴에 녹여 전량을 1 mL로 하고 이를 0.5  $\mu$  m 멤브레인 필터로 여과하여 액체크로마토그래피(DE/1260 HPLC, Agilent, USA)를 사용하여 분석하였다.

### 2.6. 중금속 및 미네랄 함량

헴프씨드와 헴프씨드 오일 6종의 중금속 및 미네랄 함량은 시료 약 0.2 g에 65% HCl 4 mL를 첨가한 후, 마이크로웨이브(Multiwave 7000, AntonPaar, Austria)로 분해하고, 증류수를 이용해 25 mL로 정용하여 유도결합플라즈마 분광계(Optima 8300 ICP-OES, PerkinElmer, USA)로 분석하였다.

### 2.7. 지방산 조성

헴프씨드와 헴프씨드 오일 6종의 지방산 함량 및 조성 분석은 식품공전<sup>3)</sup>(제8. 일반시험법, 2. 식품성분 시험법, 2.1.5.4 지방산)을 이용하여 실시하였다. 지방산 표준품(Supelco 37 FAME, Sigma-Aldrich Co.)을 사용하였으며, 지방산을 메틸에스터화(fatty acid methyl ester, FAME)로 유도체화한 후 가스크로마토그래피(6890N GC, Agilent, USA)를 이용하여 분석하였다. 컬럼은 SP-2560 (Supelco, 100 m  $\times$  0.25 mm, 0.2  $\mu$  m)를 사용하였으며, 주입부 온도 225℃, split ratio 150:1, FID 검출기 온도 285℃, 컬럼 온도는 100℃에서 4분 동안 유지한 후 3℃/min의 비율로 240℃까지 상승시키고 이후 15분 이상 유지하였다.

## 2.8. 항산화 활성

헴프씨드 오일 6종의 항산화 활성 분석을 위하여 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능 및 ABTS (2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) 라디칼 소거 활성 실험을 진행하였다. 헴프씨드 오일은 메탄올로 희석하여 사용하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 Blois MS의 방법<sup>22)</sup>을 변형하여 시행하였다. 시료 20  $\mu$ L와 200  $\mu$ M DPPH 용액 180  $\mu$ L를 혼합한 후 암실에서 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하여 Trolox를 사용하여 Trolox Equivalent로 나타내었다. ABTS 라디칼 소거 활성은 Re 등의 방법<sup>23)</sup>을 변형하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 1:1 (v/v)로 혼합한 후 14시간 동안 암실에서 반응시킨 후 ABTS 용액을 메탄올로 희석하였다. 시료 20  $\mu$ L에 희석한 ABTS 용액 180  $\mu$ L를 넣고 30분간 암실에서 방치한 후 734 nm에서 흡광도를 측정하여 Trolox Equivalent로 표시하였다.

## 2.9. 칸나비노이드 함량

시료 1 g에 메탄올 20 mL를 첨가한 후 10분간 초음파 추출하고 4,000 g에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리 후 상등액을 0.2  $\mu$ m 필터로 여과하여 시료 분석에 사용하였다. 기기 분석은 초고성능 액체크로마토그래피-질량분석기(Xevo TQ-S UPLC-MS/MS, Waters, USA)를 사용하여 분석하였다. 기기분석을 위한 조건은 Table 2, 3에 나타내었으며 Masslynx 소프트웨어

웨어를 사용하여 데이터를 처리하였다.

## 2.10. 통계처리

실험 결과는 3회 반복 실시하였으며, 그 값을 평균과 표준편차(Mean  $\pm$  SD)로 표시하였다.

# 3. 결과 및 고찰

## 3.1. 착유 수율

가열 처리에 따른 헴프씨드 오일 6종의 착유 수율은 Fig. 1에 나타내었다. 헴프씨드 건조한 후 볶는 과정 없이 바로 착유한 오일이 가장 낮은 수율을 나타냈었으며, 볶는 온도가 50°C에서 100°C로 증가함에 따라 착유 수율이 증가하였으나 큰 차이를 보이지 않았다. 착유 온도에 따라 50°C 보다 100°C에서 착유할 때 수율이 더 높았다.

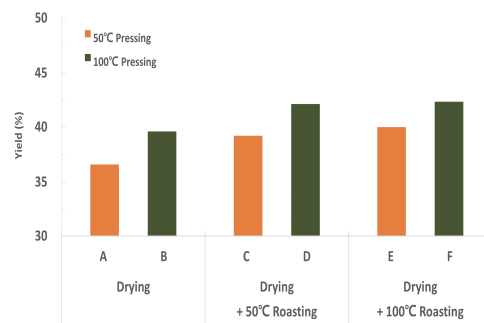


Fig. 1. Extraction yield of hempseed oil.

## I. 연구사업

**Table 2.** Multiple response monitoring (MRM) conditions for cannabinoids of ESI positive mode

| Compounds                  | ESI mode | RT (min) | Precursor ion | Product ions |
|----------------------------|----------|----------|---------------|--------------|
| THC (Tetrahydrocannabinol) | +        | 5.73     | 315.3         | 193.1, 259.1 |
| CBD (Cannabidiol)          | +        | 4.79     | 315.3         | 193.1, 259.2 |
| CBN (Cannabinol)           | +        | 5.47     | 311.2         | 223.1, 293.2 |
| CBC (Cannabichromene)      | +        | 6.20     | 315.2         | 193.0, 259.2 |
| CBG (Cannbigerol)          | +        | 5.06     | 317.2         | 193.0, 123.1 |

**Table 3.** Analytical conditions of LC-MS/MS

| LC Condition         |                                          |       |       |                             |       |       |
|----------------------|------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|
|                      | THC, CBD                                 |       |       | CBN, CBC, CBG               |       |       |
| Column               | ACQUITY BEH C18(2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm) |       |       |                             |       |       |
| Column temp.         | 40℃                                      |       |       |                             |       |       |
| Flow rate            | 0.4 mL/min                               |       |       | 0.3 mL/min                  |       |       |
| Injection volumn     | 5 uL                                     |       |       | 2 uL                        |       |       |
| Mobile phase         | A : 0.1% formic acid in H2O              |       |       | A : 0.1% formic acid in H2O |       |       |
|                      | B : 0.1% formic acid in ACN              |       |       | B : 0.1% formic acid in ACN |       |       |
| Gradient program     | Time (min)                               | A (%) | B (%) | Time (min)                  | A (%) | B (%) |
|                      | 0                                        | 70    | 30    | 0                           | 50    | 50    |
|                      | 0.5                                      | 70    | 30    | 1                           | 50    | 50    |
|                      | 2.5                                      | 30    | 70    | 9                           | 0     | 100   |
|                      | 10                                       | 30    | 70    | 11                          | 0     | 100   |
|                      | 10.1                                     | 70    | 30    | 11.5                        | 50    | 50    |
|                      | 11.0                                     | 70    | 30    | 13                          | 50    | 50    |
| MS/MS Condition      |                                          |       |       |                             |       |       |
|                      | THC, CBD                                 |       |       | CBN, CBC, CBG               |       |       |
| Ion mode             | ESI positive mode                        |       |       |                             |       |       |
| Source temp.         | 150℃                                     |       |       | 150℃                        |       |       |
| Desolvation temp.    | 350℃                                     |       |       | 500℃                        |       |       |
| Desolvation gas flow | 800 L/hr                                 |       |       | 650 L/hr                    |       |       |

### 3.2. 산가

헴프씨드 오일 6종의 산가는 10일 간격으로 3회 측정된 결과, Fig. 2에 나타내었다. 볶지 않고 50℃에서 착유한 헴프씨드 오일이 가장 낮았으며, 볶는 온도와 착유 온도가 증가할수록 산가는 증가하였고, 착유 후 시간이 경과할수록 산가도 증가하는 경향을 보였다. 100℃에서 볶은 후 100℃에서 착유한 헴프씨드 오일의 3회차 측정된 산가는 1.6으로 가장 높았으나 기타식물성유지(압착유)의 식품의 기준 및 규격인 4.0 이하로 측정되었다.

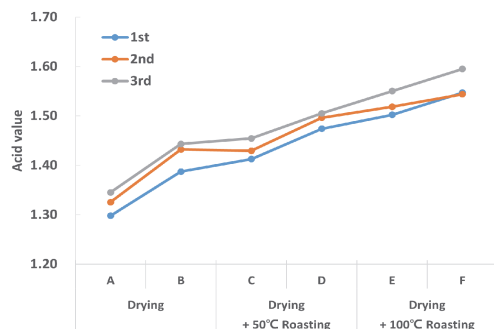


Fig. 2. Acid value of hempseed oil.

### 3.3. 벤조피렌 함량

헴프씨드 오일 6종의 벤조피렌 함량은 Fig. 3에 나타내었다. 50℃로 볶고 착유한 헴프씨드 오일은 볶지 않고 착유한 헴프씨드 오일과 유의한 차이는 없었으나 100℃로 볶고 착유한 경우에는 벤조피렌 함량이 증가하였으며, 착유 온도가 5

0℃에서 100℃로 증가할수록 벤조피렌 함량도 증가하는 경향을 확인할 수 있었다. 100℃에서 볶은 후 100℃에서 착유한 헴프씨드 오일의 벤조피렌 함량은 1.44  $\mu\text{g/kg}$ 으로 가장 높았으며, 식물성유지류의 식품 기준 및 규격인 2.0  $\mu\text{g/kg}$  이하이긴 하나, 주의가 필요하다.

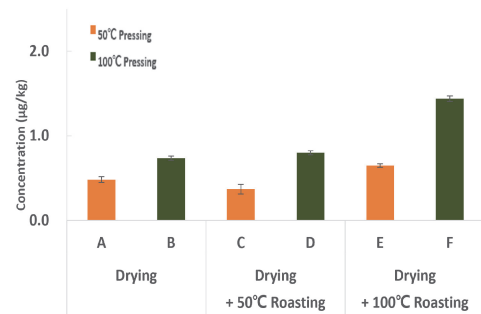


Fig. 3. Benzo[a]pyrene contents of hempseed oil.

### 3.4. 중금속 및 미네랄 함량

헴프씨드와 헴프씨드 오일 6종의 중금속 및 미네랄 함량은 Table 4에 나타내었다. 유해 중금속인 납과 카드뮴은 모든 시료에서 검출되지 않았으며, 헴프씨드의 미네랄 함량은 선행 연구 결과와 유사하게 나타났다.<sup>24)</sup> 칼륨이 578.19 mg/100g으로 가장 높았고, 그다음은 마그네슘 537.23 mg/100g, 칼슘 67.04 mg/100g 순이었으며 철, 아연, 망간도 미량 검출되었다. 헴프씨드 오일에서는 칼륨, 마그네슘, 칼슘 등의 미네랄이 미량 검출되었으나, 가열처리에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다.

## I . 연구사업

**Table 4.** Heavy metal and mineral contents of hempseed and hempseed oil

(mg/100g)

| Samples | Heavy Metals |    |            |           |    | Minerals   |             |           |             |           |           |
|---------|--------------|----|------------|-----------|----|------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
|         | Pb           | Cd | Ca         | Co        | Cu | Fe         | K           | Ni        | Mg          | Mn        | Zn        |
| Seed    | ND*          | ND | 67.04±1.94 | ND        | ND | 10.14±0.08 | 578.19±3.26 | 0.16±0.03 | 537.23±2.54 | 6.59±0.43 | 8.87±0.12 |
| A       | ND           | ND | ND         | 0.28±0.01 | ND | ND         | ND          | ND        | 1.00±0.23   | 0.17±0.03 | 0.03±0.01 |
| B       | ND           | ND | 1.04±1.43  | 0.23±0.02 | ND | ND         | 0.83±0.66   | ND        | 1.88±0.21   | 0.22±0.02 | 0.31±0.34 |
| C       | ND           | ND | 1.00±0.47  | 0.25±0.01 | ND | ND         | ND          | ND        | 3.88±0.09   | 0.26±0.01 | 0.13±0.01 |
| D       | ND           | ND | 1.62±0.30  | 0.25±0.00 | ND | ND         | ND          | ND        | 4.31±0.08   | 0.28±0.01 | 0.17±0.02 |
| E       | ND           | ND | 4.31±2.12  | 0.20±0.06 | ND | ND         | 4.47±0.12   | ND        | 6.54±0.19   | 0.34±0.01 | 0.21±0.02 |
| F       | ND           | ND | 3.30±1.79  | 0.20±0.06 | ND | ND         | 4.01±0.22   | ND        | 6.49±0.20   | 0.34±0.01 | 0.21±0.02 |

\* ND: not detected

**Table 5.** Fatty acid composition of hempseed and hempseed oil

(%)

| Fatty acid                          | hempseed   | hempseed oil |            |            |            |            |            |
|-------------------------------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                     |            | A            | B          | C          | D          | E          | F          |
| Palmitic acid(C16:0)                | 6.07±0.07  | 6.09±0.01    | 6.10±0.05  | 6.07±0.01  | 6.11±0.01  | 6.17±0.03  | 6.39±0.20  |
| Stearic acid(C18:0)                 | 2.77±0.02  | 2.79±0.01    | 2.78±0.03  | 2.78±0.01  | 2.78±0.01  | 2.80±0.02  | 2.81±0.02  |
| cis-9 Oleateic acid(C18:1)          | 13.33±0.48 | 14.03±0.03   | 13.87±0.12 | 13.84±0.03 | 13.80±0.03 | 13.89±0.08 | 13.87±0.13 |
| Linoleic acid(C18:2)                | 55.19±0.97 | 56.58±0.10   | 56.63±0.50 | 56.69±0.13 | 56.66±0.14 | 56.63±0.33 | 56.48±0.56 |
| Arachidic acid(C20:0)               | 0.93±0.01  | -            | -          | -          | -          | -          | -          |
| gamma-Linolenic acid(C18:3)         | 3.36±0.12  | 3.39±0.03    | 3.40±0.04  | 3.40±0.02  | 3.43±0.01  | 3.40±0.03  | 3.37±0.03  |
| cis-11-Eicosenoic acid(C20:1)       | 0.48±0.01  | -            | -          | -          | -          | -          | -          |
| Linolenic acid(C18:3)               | 16.83±0.14 | 17.13±0.03   | 17.22±0.15 | 17.22±0.04 | 17.23±0.05 | 17.12±0.10 | 17.08±0.17 |
| cis-11,14-Eicosadienoic acid(C20:2) | 1.05±0.03  | -            | -          | -          | -          | -          | -          |
| Saturated fatty acidid(%)           | 9.77       | 8.88         | 8.88       | 8.85       | 8.89       | 8.96       | 9.20       |
| Non-Saturated fatty acidid(%)       | 90.23      | 91.12        | 91.12      | 91.15      | 91.11      | 91.04      | 90.80      |
| Total fatty acid(%)                 | 100        | 100          | 100        | 100        | 100        | 100        | 100        |
| $\omega$ -6 / $\omega$ -3 ratio     | 3.54       | 3.50         | 3.49       | 3.49       | 3.49       | 3.51       | 3.51       |

### 3.5. 지방산 조성

헴프씨드와 헴프씨드 오일 6종의 지방산 조성은 Table 5에 나타내었다. 헴프씨드와 헴프씨드 오일의 지방산 조성은 유사하였으며, 주요 포화 지방산은 팔미트산(palmitic acid, C16:0)이고, 주요 불포화지방산은 리놀레산(linoleic acid, C18:2)으로 확인되었다. 아라키드산(arachidic acid, C20:0), 에이코센산(cis-11-Eicosenoic acid, C20:1), 에이코사디에노산(cis-11, 14-Eicosadienoic acid, C20:2) 3종의 지방산은 헴프씨드에서만 미량 검출되었다. 헴프씨드의 불포화지방산 함량은 90.23%였으며, 헴프씨드 오일의 불포화지방산 함량은 90.80~91.15%로 가열처리에 따른 지방산 조성의 비율 차이가 없었다. 인간의 영양에 가장 완벽한  $\omega$ -6와  $\omega$ -3의 비율은 3:1로 헴프씨드와 헴프씨드 오일의  $\omega$ -6와  $\omega$ -3의 비율은 각각 3.54, 3.49~3.51로 우수하였으며 헴프씨드 오일 간 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

### 3.6. 항산화 활성

라디칼 소거 활성 측정은 항산화 활성을 평가하는 데 가장 널리 사용되는 방법으로 DPPH, ABTS, hydroxyl, superoxide anion, nitric oxide 등 다양한 라디칼 소거 활성 방법이 있으며, 그중 DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성은 우수한 안정성과 간단하고, 정확한 특성으로 가장 흔히 사용되는 방법이다.<sup>25)</sup> 헴프씨드 오일 6종의 항산화 활성 평가는 DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성으로 확인하였으며, 결과는 Fig. 4에 나타내었다. DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성 모두 볶음 온도, 착유 온도에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

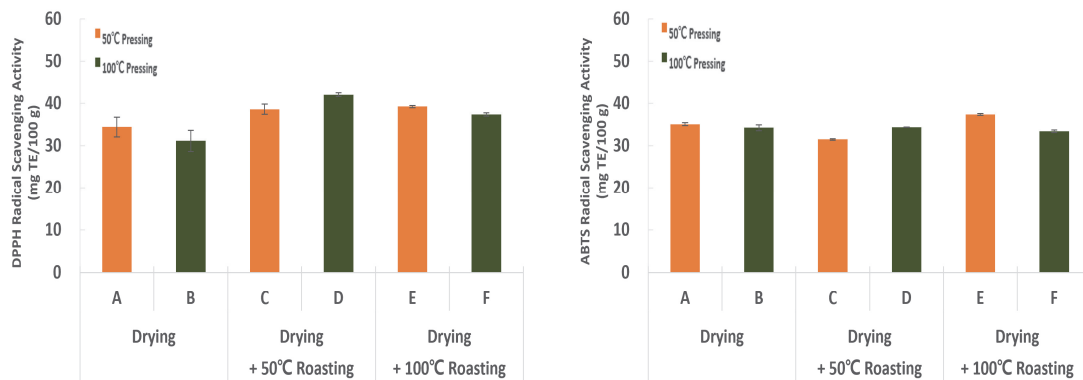


Fig. 4. DPPH and ABTS radical scavenging activity of hempseed oil.

## I. 연구사업

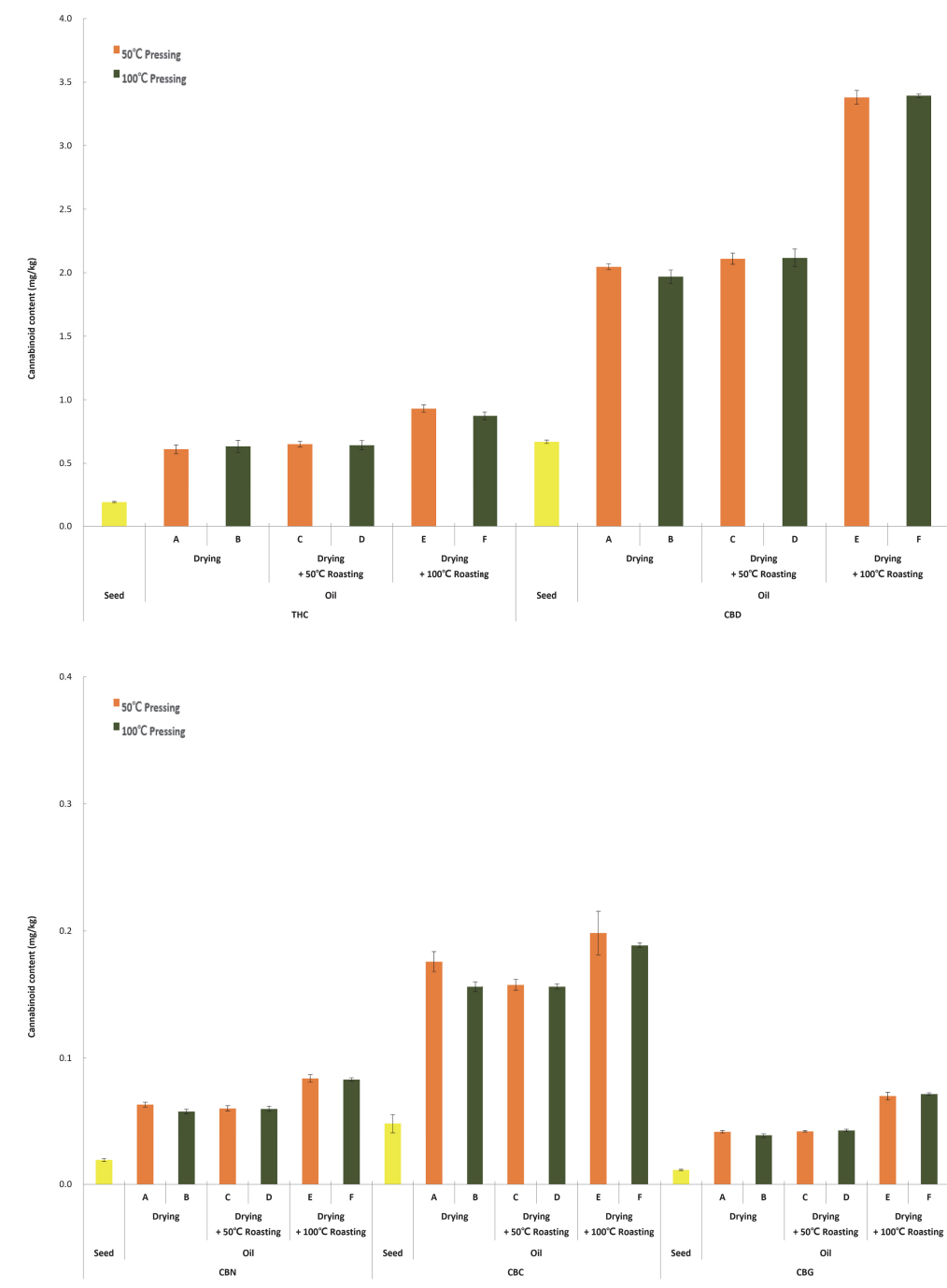


Fig. 5. Cannabinoid content of hempseed oil.

### 3.7. 칸나비노이드 함량

헴프씨드와 헴프씨드 오일 6종의 칸나비노이드 함량은 Fig.5에 나타내었다. 헴프씨드의 기준 및 규격은 THC 5 mg/kg 이하, CBD 10 mg/kg 이하이며, 헴프씨드 오일은 THC 10 mg/kg 이하, CBD 20 mg/kg 이하로 규정되어 있다. 헴프씨드와 헴프씨드 오일 6종의 THC 함량은 각각 0.19 mg/kg, 0.61~0.93 mg/kg, CBD 함량은 0.67 mg/kg, 1.97~3.39 mg/kg로 검출되었으며, CBN 함량은 각각 0.02 mg/kg, 0.06~0.08 mg/kg, CBC 함량은 각각 0.05 mg/kg, 0.16~0.20 mg/kg, CBG 함량은 각각 0.01 mg/kg, 0.04~0.07 mg/kg 범위로 검출되어 THC와 CBD가 CBN, CBC, CBG에 비해 상대적으로 높은 함량을 보임을 알 수 있었다. 칸나비노이드 5종 모두 헴프씨드보다 헴프씨드 오일에서 더 많이 검출되었다. 건조 후 볶지 않은 경우와 50℃에서 볶은 경우는 유의한 차이가 없었으며, 100℃에서 볶고 착유한 오일에서 칸나비노이드 함량이 높은 것을 확인하였다. 50℃와 100℃의 착유 온도도 칸나비노이드 함량에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 49℃에서 40시간 건조한 헴프씨드의 가열처리에 따른 헴프씨드 오일의 칸나비노이드 함량 및 이화학적 특성을 확인하였다. 건조한 헴프씨드를 50℃, 100℃에서 볶고, 착유 후

헴프씨드 오일을 제조하였다. 착유 수율은 온도가 높아질수록 증가하였으며, 100℃에서 볶고, 100℃에서 착유한 오일에서 가장 높은 수율을 보였으나 50℃에서 볶고, 50℃ 또는 100℃에서 착유한 오일과의 차이는 0.2~3.2%에 불과했다. 산가 역시 가열 온도가 높아질수록 증가하였으나, 산가가 가장 높은 100℃에서 볶고 착유한 오일도 기준 이하로 유지되었다. 벤조피렌 함량은 가열 온도가 높아질수록 증가하였으나, 볶지 않고 착유한 오일과 50℃에서 볶은 오일은 유사한 벤조피렌 함량을 보였다. 100℃에서 볶고 착유한 오일은 벤조피렌 함량이 높아 주의가 필요하다. 중금속 및 미네랄 함량은 가열 조건에 따른 헴프씨드 오일 간 차이는 없었다. 지방산 조성 역시 가열에 따른 불포화 지방산 함량과  $\omega$ -6와  $\omega$ -3 비율의 변화는 거의 없었으며, 항산화 활성도 동일하였다. 칸나비노이드 함량은 헴프씨드보다 헴프씨드 오일에서 더 높았고, 볶지 않고 착유한 오일과 50℃에서 볶고 착유한 오일의 칸나비노이드 함량은 비슷하였다. 100℃에서 볶은 경우 칸나비노이드 함량이 증가한 것으로 나타났다. 칸나비노이드 함량은 착유 온도에는 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었으며, 헴프씨드 오일의 칸나비노이드 함량 증가를 기대한다면, 본 연구에서는 건조 후 100℃로 볶고 50℃에서 착유하는 조건이 최적임을 확인하였으나 착유 수율, 산가, 벤조피렌 함량 및 경제성 등을 종합적으로 고려해야 할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

1. Y. J. Lee, D. G. Kang, Y. M. Kim and H. Y. Sohn, "Authentication of hempseed oil from different commercial oils using simple UV-Vis spectro photometry", *J. of Life Science*, **32**, 362~367(2022).
2. H. Y. Sohn, M. N. Kim and Y. M. Kim, "Current status and prospects for the hemp bioindustry", *J. of Life Science*, **31**, 677~685(2021).
3. 식품의약품안전처, 식품공전(2024)
4. H. R. Kang (2022). Quantitative analysis of LC-MS/MS method for 5 cannabinoids in hempseed-derived food distributed in Korea. Master's thesis, Duksung Women's University.
5. H. Y. Hwang, M. J. Kim and W. S. Jung, "UPLC-MS assesment of THC and CBD levels of hemp seeds, hemp seed oils, and hemp-based processed foods distributed in South Korea", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **52**, 492~498(2023).
6. E. Y. Jang, H. J. Kim, S. J. Jang, J. S. Lee, S. K Baeck, S. H. In, E. M. Kim, Y. U. Kim and E. Y. Han, "Concentrations of THC, CBD, and CBN in commercial hemp seeds and hempseed oil sold in Korea", *Forensic Science International*, **306**, 110064(2020).
7. C. Citti, B. Pacchetti, M. A. Vandelli, F. Forni and G. Cannazza, "Analysis of cannabinoids in commercial hemp seed oil and decarboxylation kinetics studies of cannabidiolic acid (CBDA)", *J. of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **149**, 532~540(2018).
8. H. L. Jang, S. Y. Park and J. S. Nam, "The effects of heat treatment on the nutritional composition and antioxident properties of hempseed (*Cannabis sativa L.*)", *J. of Soc. Food Sci. Nutr.*, **47**, 885~894(2018).
9. J. Frankowski, A. Przybylska-Balcerek, M. Graczyk, G. Niedziela, D. Sierack and K. Stuper-Szablewska, "The effect of mineral fertilization on the content of bioactive compounds in hemp seeds and oil", *International J. of Food Properties*, **28**, 4870(2023).
10. P. Shen, Z. Gao, B. Fang, J. Rao and B. Chen, "Ferretting out the secrets of industrial hemp protein as emerging functional food ingredients", *Trends in Food Science & Technology*, **112**, 1~15(2021).
11. J. A. Yun (2022). Analysis of 5 cannabinoid concentrations in hemp seed and hemp seed oil distributed in Korea using LC-MS/MS. Master's thesis, Duksung Women's University.
12. J. C. Callaway, "Hempseed as a nutritional resource: An overview", *Euphytica*, **140**, 65~72(2004).
13. E. E. Babiker, N. Uslu, F. Al Juhaimi, I. A. M. Ahmed, K. Ghafoor, M. M. Özcan and I. A. Almusallam, "Effect of roasting on antioxidative properties, polyphenol profile and fatty acids composition of hemp (*Cannabis sativa L.*) seeds", *Food Science and Technology*, **139**, 110537(2021).
14. H. Y. Jeong, S. J. Yoon, S. J. Hong, S. M. Jo, Y. L. Ban, H. J. Park, H. S. Moon, S. Y. Yu, M. Y. Youn and E. C. Shin, "Analysis of the physicochemical

- properties of hemp seed oil extracted from roasted hemp seeds (*Cannabis sativa L.*)", *J. Korean soc. Food Sci. Nutr.*, **53**, 378~384(2024).
15. J. R. Hama, "Comparison of fatty acid profile changes between unroasted and roasted brown sesame (*Sesamum indicum L.*) seeds oil", *International J. of Food Properties*, **20**, 957~967(2017).
16. K.A. Shin, Y. S. Ko, Y. C. Lee, "Antioxidative effects and characteristics of methanol extracts from perilla oils roasted for different time.", *Korean J. of Food Science and Technology*, **30**, 1045~1050(1998).
17. C. Da Porto, D. Decorti and F. Tubaro, "Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa L.*) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide", *Industrial Crops and Products*, **36**, 401~404(2012).
18. A. Siger A, M. Nogala-Kalucka and E. Lampart – Szczapa, "The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils.", *J. of Food Lipids*, **15**, 137~149(2008).
19. M. Kalinowska, A. Płońska, M. Trusiak, E. Gołębiewska and A. Gorlewska-Pietluszenko, "Comparison of fatty acid profile changes between unroasted and roasted brown sesame (*Sesamum indicum L.*) seeds oil", *Scientific Reports*, **12**, 20609(2022).
20. Y. S. Cho, B. K. Kim, J. K. Park, J. W. Jeong, S. W. Jeong and J. H. Lim., "Influence of thermal treatment on chemical changes in cold-pressed perilla seed oil", *Korean J. of Food Prserv.*, **16**, 884~892(2009).
21. L. Sarmiento, M. Carus, F. Grotenhermen, D. Kruse, R. Brenneisen, G. Grassi and C. Knapsack, "Scientifically sound guidelines for THC in food in Europe.", *Report of nova-Institut GmbH* (2015).
22. M. S. Blois, "Antioxidant determinations by the use of a stable free radical", *Nature*, **181**, 1199~1200(1958).
23. R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans, "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.", *Free Radical Biology and Medicine*, **26**, 1231~1237(1999).
24. J. I. Alonso-Esteban, M. E. Torija-Isasa and M. de Cortes Sánchez-Mata, "Mineral elements and related antinutrients, in whole and hulled hemp (*Cannabis sativa L.*) seeds", *J. of Food Composition and Analysis*, **109**, 104516(2022).
25. M. B. Arnao, "Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case.", *Trends Food Sc.i Technol.*, **11**, 419~421(2000).

