

들깨유의 산화에 대한 들깨 발아 싹 추출물의 억제효과

김석중[†]

[†]동덕여자대학교 식품영양학과
(2012년 6월 8일 접수 ; 2012년 6월 19일 수정 ; 2012년 6월 22일 채택)

Inhibitory Effect of Perilla Sprouts Extracts on Oxidation of Perilla Oil

Seok-Joong Kim[†]

[†]Department of Food and Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea
(Received June 8, 2012 ; Revised June 19, 2012 ; Accepted June 22, 2012)

요약 : 들깨 종자를 10일 간 발아시키면서 얻어지는 싹에 대하여 일반성분 및 항산화력의 변화를 분석하였고, 들깨유 산화에 대한 싹 추출물의 억제효과를 조사하였다. 종자의 수분 함량(2.9%)은 발아 10일째 싹에서 9.2%로 증가하였으나 조회분 함량은 유의적인 변화가 없었다. 종자에서 46.8%와 20.7%이었던 조지방과 조단백질 함량은 발아 10일째 싹에서 각각 18.2%와 18.3%로 감소하였지만, 환원당과 조섬유 함량은 2.2% 및 14.8%에서 각각 12.8%와 22.4%로 증가하였다. 깻잎과 비교하면 10일째 싹은 조지방, 탄수화물, 환원당, 조섬유 함량이 더 높았고 수분, 조회분 및 조단백질 함량은 더 낮았다. 발아동안 항산화력은 증가하여 8일째에 최대치에 도달하였는데, DPPH와 ABTS 라디칼 소거능에 기반한 Trolox 당량 항산화력(TEAC)은 각각 133.1과 136.8 Trolox eq. mmol/kg이었으며, 3가 철이온 환원력(FRAP)는 399.3 Fe(II) eq. mmol/kg이었다. 폴리페놀 함량(19.2 g/kg)도 이 단계에서 가장 높았다. 한편, 깻잎은 발아 8일째의 싹과 유사한 TEAC를 보였으나 FRAP은 더 높았다. 발아 8일째 싹의 메탄올 추출물을 들깨유에 첨가 시 농도 의존적으로 산화가 억제되었는데, 대조 들깨유에서 1.67 hr이었던 산화유도기간이 2.5%(w/w) 추출물 첨가 들깨유에서는 4.62 hr로 나타나 들깨유의 산화 안정성이 약 2.8배 증가하였다. 이러한 산화유도기간은 동일농도의 BHT 첨가구와 비교 시 약 38% 수준에 해당하였다.

주제어 : 들깨유, 종자 발아, 싹, 항산화제, 산화.

Abstract : During 10 days germination of perilla seeds for sprouts preparation, the changes of proximate composition and antioxidant activities were monitored, and the inhibitory effect of sprouts extracts on perilla oil oxidation was also studied. The moisture content in seeds(2.9%) was increased to 9.2% in sprouts at 10 days while crude ash content wasn't significantly. The crude fat and protein contents were reduced from 46.8% and 20.7% in seeds to 18.2% and 18.3% in sprouts, respectively, but reducing sugar and fiber contents increased from 2.2% and 14.8% to 12.8% and 22.4%, respectively. Compared with perilla leaf, sprouts at 10 days contained more fat, carbohydrate, reducing sugar, and fiber while less moisture, ash, and

[†]주저자 (E-mail : skim@dongduk.ac.kr)

protein. Antioxidant activities during germination were increased and reached to maximum at 8 days in which Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) based on DPPH and ABTS radical scavenging were 133.1 and 136.8 Trolox eq. mmol/kg, respectively, and ferric ion reducing power (FRAP) was 399.3 Fe(II) eq. mmol/kg. Polyphenol content (19.2 g/kg) was maximum at this stage, too. Perilla leaf showed similar TEAC but higher FRAP than the sprouts. When methanol extract of sprouts at 8 days was added to perilla oil, the oil oxidation was delayed in dose dependent manner. The induction time for oxidation was extended about 2.8 times by adding 2.5% (w/w) extract, that is, from 1.67 hr (control) to 4.62 hr. This induction time corresponded to 38% level of that of perilla oil containing 2.5% BHT.

Keywords : perilla oil, seed germination, sprouts, antioxidant, oxidation.

1. 서론

우리나라에서 오래전부터 주요 유지작물의 하나로 재배되고 있는 들깨(*Perilla frutescens* L. Britton)는 꿀풀과(Labiatae)에 속하는 일년생 초본으로 종자용 들깨와 엽채용 들깨로 나뉘며 종자는 들깨유, 차, 죽, 제과 등에, 깻잎은 신선채소, 절임, 통조림 등에 이용되고 있다[1,2]. 들깨 종자의 지방 함량은 건조물의 38.6~47.8% 정도로 이 중 91.2~93.9%가 중성 지방이며 리놀렌산, 리놀레산, 올레산 등 불포화 지방산의 함량이 높는데 특히 리놀렌산이 61.1~64.0%로 다른 유지에 비해 매우 풍부하다[3]. 리놀렌산은 필수지방산으로서의 중요성 뿐만 아니라 항암[4], 심장질환 억제[5], 항염[6], 학습능력 향상[7] 등의 다양한 생리효능이 알려져 있어 이를 다량 함유한 들깨유는 건강 기능 유지로 인식되어 있다. 그러나 높은 리놀렌산 함량과 고도 불포화로 인한 빠른 산화로 가공이나 저장성에서 문제가 있어 들깨유의 경우 다른 유지류에 비해 시장성의 확대에 어려움이 있다[8]. 들깨유의 산화와 관련된 연구로서는 들깨유에 함유된 산화방지 성분[9]이나 볶음 조건에 따른 산화안정성[10]의 분석, 그리고 산화 안정성을 향상시키기 위해 BHA와 BHT 등의 합성 항산화제[11], 아스코르브산[12]과 같은 단일 항산화제나 키프[13], 흑미[14]의 추출물을 첨가하는 시도 등이 이루어졌다. 그러나 여전히 미흡한 산화억제 효과, 합성 항산화제의 안정성 문제, 첨가물로 인한 들깨유 품질 변화와 같은 문제점이 있었다. 또 다른 산화 안정화 방법으로 Kim 등[15]은 발아 들

깨 종자로부터 직접 들깨유를 제조하였으나 유지함량 감소 및 지방산 조성의 변화로 인해 착즙수율이 감소하고 들깨유의 고유 품질 특성이 달라지는 한계점이 있었다[16]. 일반적으로 종자는 발아되면 지방과 같은 저장 물질이 분해되면서 호흡과 새로운 세포의 합성에 이용되는데 이 시기 동안 유리 아미노산, 유리당, 식이섬유 및 비타민 등도 증가하여 영양적 특성이 향상된다[17]. 또한 브로콜리의 경우 sulforaphane[18], 두류에서 이소플라본과 플라보노이드[19], 흑미에서 γ -amino butyric acid와 β -sitosterol[20] 등과 같이 식물체에 따라 특징적인 생리활성 물질도 증가될 수 있으며, 특히 폴리페놀 함량과 항산화력은 다양한 종자의 발아에서 증가될 수 있음이 보고되어 있다[21-23].

본 연구에서는 들깨 종자를 발아시켜 얻은 싹의 항산화력을 들깨유의 산화억제에 활용함으로써 기존의 들깨유 안정화 연구에서 나타난 문제점들을 개선하고자 하였다. 이를 위해 먼저 종자의 발아시기별로 항산화력과 폴리페놀 함량을 분석함으로써 항산화력이 높은 싹을 선정하고 이로부터 추출물을 조제한 다음 들깨유에 첨가하여 산화억제 효과를 분석하였다. 또한 발아시기별 일반성분 변화에 대한 체계적인 연구가 없었기에 이에 대한 분석도 실시하였으며 깻잎과의 차이도 비교하였다.

2. 실험

2.1. 재료

본 실험에 사용된 들깨 종자와 발아용기는 (주)아시아 종묘(Seoul, Korea)에서, 껏잎과 들깨유는 인근 마트에서 구입하였는데 들깨유는 종자를 120°C에서 25분간 볶은 후 압착법으로 착유한 것이었다. Folin-Ciocalteu's phenol 시약, gallic acid, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS), potassium persulfate, 2,4,6-tripyridyl-s-triazine(TPTZ), FeCl₃·6H₂O, FeSO₄·7H₂O 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox), butylated hydroxy toluene(BHT)은 Sigma-Aldrich 사(St. Louis, MO, USA)의 제품을, 그 외 시약들은 분석 등급용을 구입하여 사용하였다.

2.2. 들깨 종자의 발아

들깨 종자를 100 ppm의 차아염소산 나트륨 (NaOCl) 용액에 30분간 침지 소독 후 흐르는 수돗물로 세척한 다음, 멸균수에 옮겨 상온에서 6시간 동안 침지한 후 발아용기에 파종하고 24±0.1°C 암소에서 10일 동안 발아시켰으며, 물은 매일 갈아 주었다. 발아시기별 싹은 2일 간격으로 채취하고 100개에 대해 길이를 측정하여 생육정도를 확인하였다. 채취한 싹은 동결건조(FDU-2200, Eyela, Tokyo, Japan)시킨 후 -80°C에 보관하면서 실험에 사용하였으며 종자와 껏잎도 동일하게 동결건조한 후 보관하였다.

2.3. 성분분석

싹, 종자 및 껏잎의 수분, 조지방, 조단백질, 조회분, 탄수화물의 분석은 AOAC 표준분석법 [24]에 준하여 실시하였다. 수분은 105°C 상압 가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 Kjeldahl 법, 조회분은 550°C에서 직접 회화시켜 중량법으로 정량하였으며 탄수화물은 총 중량에서 이들 성분을 제한 값으로 산출하였고 환원당은 Somogyi 법, 조섬유는 변형 Henneberg-Stohmann법으로 정량하였다 [25].

2.4. 추출물 조제

각 시료의 항산화력과 폴리페놀 함량을 분석하기 위하여 싹, 종자, 껏잎의 메탄올 추출

물을 조제하였다. 이를 위해 각 시료를 분쇄하여 얻은 분말에 메탄올을 첨가(1:15, w/v)한 후 상온에서 2시간 동안 vortexing하여 추출하였다. 그 다음, 추출액을 4°C, 10,000×g 조건에서 10분간 원심분리(5810R, Eppendorf, Hamburg, Germany)하여 상등액을 얻은 후 시료용액으로 사용하였으며 분석에 따라 적절히 희석하였다. 한편, 추출수율은 상등액을 40°C에서 진공농축시킨 후 동결건조하여 얻어진 중량에 기초하여 산출하였고 건조된 추출물은 이후 들깨유의 산화억제 실험에 사용하였다.

2.5. 항산화력 및 폴리페놀 함량 분석

2.5.1. DPPH 라디칼 소거능

항산화제의 수소공여능 평가에 자주 이용되는 DPPH 라디칼 소거능 분석은 Brand-Williams 등의 방법[26]에 준하여 실시하였다. 이를 위해 100 mM의 DPPH 메탄올 용액을 조제한 후 517nm에서의 흡광도 (Genesys 10UV, Thermo Electron Co., Madison, WI, USA)가 1.0 정도로 되게 메탄올로 희석하였다. 그 다음 시료 용액 100 µL에 DPPH 용액 900 µL를 첨가하여 혼합하고 30분 간 암소에서 정치시킨 다음 517nm에서의 흡광도 감소를 분석하였으며 대조구는 시료용액 대신 동량의 메탄올을 사용하였다. 표준물질로 Trolox를 이용해 표준곡선을 작성한 후 시료용액의 DPPH 라디칼 소거능을 Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC, Trolox eq. mmol/kg)로 나타내었다.

2.5.2. ABTS 라디칼 소거능

이 방법은 반응성이 강한 ABTS^{•+} 라디칼에 대하여 항산화제가 전자를 공여하는 능력을 평가하는 것으로 Re 등의 방법[27]에 준하여 실험을 실시하였다. 먼저 7 mM의 ABTS 용액을 조제한 후 여기에 potassium persulfate를 2.45 mM 농도로 녹이고 상온의 암소에서 12~16 시간 동안 방치하여 ABTS^{•+} 라디칼을 생성시켰다. 그 다음 734nm에서의 흡광도가 0.700±0.02 범위가 되도록 메탄올로 희석시킨 후 950 µL를 취해 시료용액 50 µL와 혼합하고 정확히 6분 후에 734nm에서의 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료용액 대신 동량의 메탄

올을 사용하였으며 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능과 마찬가지로 Trolox eq. mmol/kg으로 나타내었다.

2.5.3. Fe(III) 이온 환원능

이 방법은 항산화제가 Fe(III) 이온을 Fe(II) 이온으로 환원시키는 능력을 평가하는 것으로, 산성조건에서 Fe(III)-tripirydyltriazine 복합체가 Fe(II)형으로 환원되면 595nm에서 흡광도가 증가하는 현상을 이용하는데 ferric reducing antioxidant power(FRAP) 분석이라고 한다[28]. 실험에 사용된 FRAP 시약은 300 mM 아세트산염 완충액(pH 3.6), 10 mM TPTZ 용액(10 mM 염산용액에 녹임) 및 20 mM FeCl₃ 용액을 10:1:1(v/v) 비율로 섞어 조제하였다. 그 다음 시료용액 50 μ L에 37°C로 미리 가온한 FRAP 시약 950 μ L를 혼합하고 30분 간 암소에서 반응시킨 후 593nm에서의 흡광도 측정하였다. 대조구는 시료용액 대신 동량의 메탄올을 사용하였으며 표준물질로 FeSO₄를 이용해 표준곡선을 작성한 후 시료용액의 Fe(III) 이온 환원력을 Fe(II) equivalent antioxidant power(FRAP, Fe(II) eq. mmol/kg)로 나타내었다.

2.5.4 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Kim과 Cho의 방법[23]에 따라 분석하였다. 즉, 시료용액 50 μ L에 증류수 1.95 mL를 첨가한 다음 여기에 2 N Folin-Ciocalteu's phenol 시약 0.2 mL를 가하고 3분간 상온에서 반응시켰다. 그 다음 Na₂CO₃ 포화용액 0.4 mL과 증류수 1.4 mL를 순서대로 가하고 상온 암소에서 1시간 동안 정치하여 반응시킨 후 765nm에서의 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 하여 gallic acid equivalents(g/kg)로 나타내었다.

2.6. 들깨유 산화의 유도기간 분석

싹의 추출물이 들깨유의 산화에 미치는 효과를 분석하기 위하여 Rancimat(743 Metrohm Co., Herisau, Switzerland)법을 이용하였으며, 산화억제 효과는 들깨유 산화 시 유도기간의 증가로 확인하였다. 이를 위해 발아 8일째 싹의 메탄올 추출물을 40°C에서 진공농축 후 동결건조하고 이를 들깨유 3.0 g씩 들어 있는 각

각의 반응용기에 0.02%, 1.00% 및 2.5%(w/w) 농도로 첨가하였다. 그 다음 반응용기의 온도를 120°C(ΔT 1.6°C)로 하고 공기를 20 L/hr 로 주입하면서 들깨유의 산화를 유도하였다. 각 들깨유의 산화 유도기간은 산화에 따라 생성된 휘발성물질에 의해 발생하는 전기전도도의 변화를 측정하여 산출되었다. 대조구로는 추출물을 첨가하지 않은 들깨유를 사용하였고, 합성 항산화제인 BHT와 산화억제 효과를 비교하였다.

2.7. 통계 처리

모든 실험은 최소 3회 이상을 실시하였으며 그 결과는 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 실험 결과는 SPSS Software Package (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 one way ANOVA법으로 분산분석을 하였으며, $p < 0.05$ 수준에서의 조사항목 간 유의성을 검정하기 위해 Duncan의 다중검정법을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 발아에 따른 일반성분의 변화

들깨 종자를 10일간 발아시키면서 싹의 길이 변화를 측정된 결과 2일 이후에는 거의 직선적으로 증가하여 8일째에 평균 6.5cm, 10일째에 8.5cm에 도달하였고(Fig. 1), 파종한 종자에 대한 발아율은 8일에서 94%에 달하여(데이터 미 표시) 대부분 정상적인 발아가 진행되었음을 확인할 수 있었다.

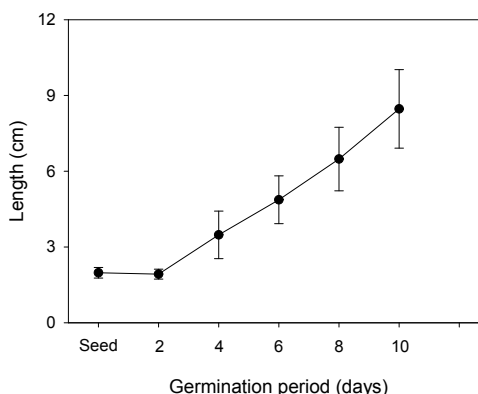


Fig. 1. Change of sprouts lengths during germination of perilla seeds.

발아동안 일반성분의 변화를 분석한 결과 (Fig. 2), 수분 함량은 점차 증가하여 10일에 9.2%에 달하였으나 껌알의 14.4% 보다는 낮았다. 조회분 함량은 발아기간 동안 3.5~4.6% 수준으로 큰 변화가 없었고 껌알의 11.4%에 비해서는 낮았는데 Seong[29]은 껌알의 회분이 종자보다 2-10 배 많다고 보고한 바 있다. 싹도 토양에서 재배하여 수확한 껌알과 달리 외부 무기질 공급이 제한되기에 회분함량이 낮은 것으로 사료된다. 종자의 조지방 함량 (48.7%)은 발아 4일 이후에 급격히 감소하여 10일째에 18.2%로 떨어졌다. 이는 발아에 필요한 에너지 생산과 탄수화물 생산을 위하여 β -산화와 포도당신생이 활발히 일어나면서 저장 지방이 분해되기 때문으로 알려져 있다[30]. 종자에서 20.7%이었던 조단백질 함량도 발아 4일까지는 다소 증가하였으나 이후 차츰 감소하여 10일째에 18.3%가 되었다. Chung과 Kim[16]도 들깨 종자의 발아동안에 단백질과 지방 함량의 감소를 보고한 바 있다. 한편, 발아 초기에 단백질 함량이 일부 증가하는 현상에 대해 Wanasundara 등[31]은 아마종자의 발아 초기에 종자의 지방과 다른 주요 저장성분의 상대적 감소에 따른 현상으로 설명한 바 있다. 껌알의 조지방 함량은 10일째의 싹보다도 낮은 6.0%이었으나 조단백질 함량은 28.9%로 종자나 싹보다는 많았다. 탄수화물 함량은 종자에서 24.2%였는데 발아 2일째에 다소 감소한 후 4일 이후부터는 급격히 증가하여 10일에 49.7%에 도달하였는데 이는 발아에 따른 저장 지방의 분해와 더불어 싹에 필요한 탄수화물 합성이 증가한 결과로 판단된다. 한편 8일과 10일째의 싹은 껌알의 탄수화물 함량 (39.4%)보다 높았다.

환원당 함량은 발아 6일 이후 급격히 증가하여 10일째에 12.8%에 도달하였고, 조섬유 함량도 이와 유사하게 증가하여 22.4%에 이르렀다 (Fig. 3). 껌알의 환원당 (7.9%)은 발아 6일째의 싹보다는 높았으나 8일, 10일째의 싹 보다는 낮았고, 조섬유 (12.6%) 함량은 종자 및 모든 싹에 비해서 낮았다. 발아기간 중 환원당과 같은 용해성 당의 증가는 저장 탄수화물의 분해와 더불어 세포벽 합성을 위해 새로운 다당류가 합성되기 때문으로 생각되며[32] 조섬유 함량의 증가는 싹의 조직 형성에 따른 세포벽 성분 합성에 기인한 결과로 판단된다.

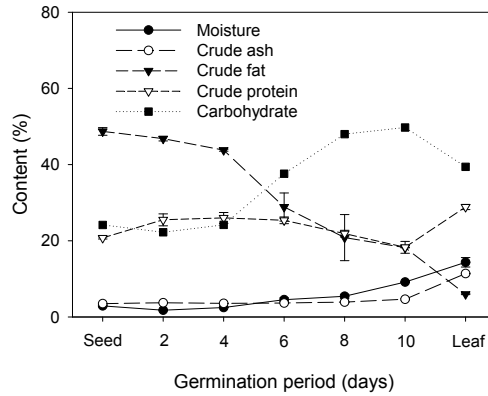


Fig. 2. Approximate composition of perilla seeds, sprouts at each germination stage, and leaves.

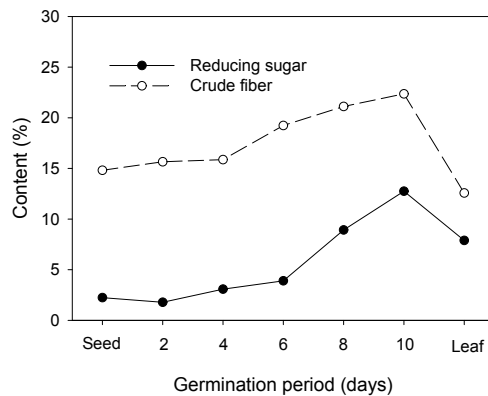


Fig. 3. Reducing sugar and crude fiber contents of perilla seeds, sprouts at each germination stage, and leaves.

3.2. 싹 추출물의 항산화력과 폴리페놀 함량

싹, 종자 및 껌알의 메탄올 추출물에 대한 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 Fe(III) 이온 환원력을 분석한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 항산화 물질이 DPPH· 라디칼에 수소를 공여하는 능력을 나타내는 것으로 토코페롤의 수용성 유도체인 Trolox 당량 기준으로 표현하였을 때 (TEAC), 종자에서 21.5 mmol/kg이었던 것이 발아에 따라 점차 증가하여 8일의 싹에서 최고 수준인 133.1 mmol/kg에 도달한 후 10일에서 다소 감소하였으나 유의적 차이는 없었

다. 또한 $ABTS\cdot^+$ 라디칼에 전자를 공여하는 능력을 나타내는 ABTS 라디칼 소거능(종자 18.6 mmol/kg, 8일째 싹 136.8 mmol/kg)과 Fe(III) 이온 환원력(FRAP, 종자 50.2 mmol/kg, 8일째 싹 396.1 mmol/kg)도 8일째의 싹에서 최대치를 보였다. 8일째 싹의 항산화력은 평가방법에 따라 종자의 6.2~7.9배에 해당하는 값이었다. 한편, 깻잎의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 8일째의 싹과 유사하였으나 FRAP은 싹보다 약 2.2배 정도 높았다.

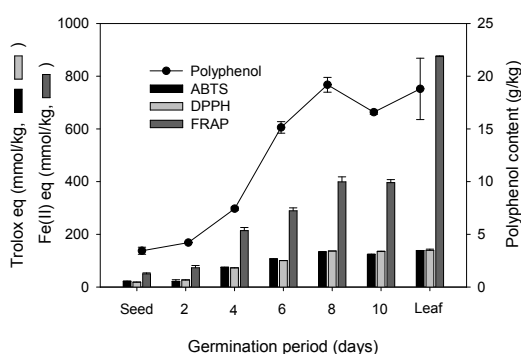


Fig. 4. Antioxidant activities and polyphenol contents of perilla seeds, sprouts at each germination stage, and leaves.

폴리페놀 함량도 항산화력과 유사하게 8일에 최고수준(19.2 g/kg)에 도달하였고 이후 감소하였다(Fig. 4). 폴리페놀은 잘 알려진 항산화 성분이기 때문에 발아에 따른 이들의 증가는 싹에서의 항산화력 증가와 관련이 있는 것으로 여겨지며[23] 들깨에서 rosmarinic acid와 같은 cinnamic acid 유도체, apigenin과 같은 플라보노이드 등의 폴리페놀이 알려져 있다[33]. 깻잎의 폴리페놀 함량은 8일째의 싹과 유사한 18.8 g/kg이었다. 한편, 10일째의 싹에서는 폴리페놀이 유의적으로 감소했음에도 항산화력이 크게 감소하지 않았는데 이는 이 시기에 폴리페놀 이외의 다른 항산화 물질이 증가하였기 때문으로 추정되나 정확한 원인 규명을 위해서는 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. 또한 깻잎이 8일째 싹과 유사한 양의 폴리페놀을 가짐에도 불구하고 FRAP 평가에서 더 높은 환원력을 보인 이유도 FRAP 활성이 높은 비 폴리페놀성 물질이 깻잎에 더 많이 존재하기 때문으로 추정되는데 실제로 싹보다

깻잎에 훨씬 많이 들어있는 클로로필은 잘 알려진 항산화 물질이다[34].

3.3. 들깨유에 대한 싹 추출물의 산화억제 효과

들깨유에 대한 싹 추출물의 산화억제 효과를 분석하기 위하여 싹 추출물은 항산화력과 폴리페놀 함량이 가장 높은 8일째 싹으로부터 조제하였고(건조중량 대비 추출수율 22.6%), 들깨유는 전통적인 방법으로 종자를 볶아서 압착하여 얻은 유지를 사용하였다. 들깨유에 싹 추출물을 0.00%, 0.02%, 1.00% 및 2.50%(w/w) 농도로 첨가한 다음 Rancimat을 이용해 산화유도기간을 분석한 결과는 Fig. 5와 같았다. 싹 추출물 0.02%를 첨가한 들깨유 산화시 유도기간은 1.61 hr로 추출물을 첨가하지 않은 들깨유(1.67 hr)와 유의적인 차이가 없었으나 1.00% 첨가구에서는 2.71 hr, 2.50% 첨가구에서는 4.62 hr로 약 2.8배 증가하여 싹 추출물이 들깨유의 산화를 억제시킬 수 있음이 확인되었다. 한편, 추출물의 들깨유 산화억제 수준을 평가하기 위해 BHT와 그 효과를 비교하였는데 2.50% BHT를 첨가한 들깨유의 산화유도기간이 12.21 hr로 나타나 추출물의 효과는 BHT의 약 38% 수준에 해당하였다.

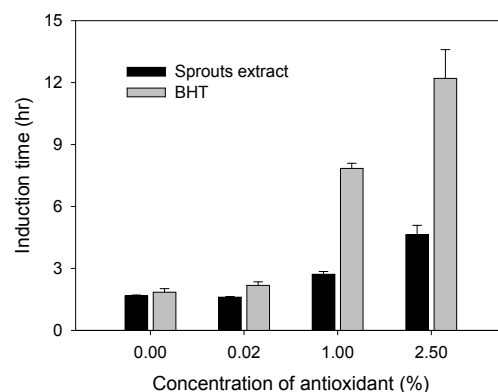


Fig. 5. Changes of induction times for perilla oil oxidation by adding extract of sprouts obtained at 8 days germination and BHT.

들깨유의 산화억제를 위하여 Kim 등[11]이 사용한 BHA, BHT, TBHQ 등은 항산화력이 크나 합성물질로서 독성의 문제가 있고, Yi 등[12]은 역미셀 기법으로 수용성인 아스코르브

산을 사용하였으나 들깨유에 수분이 첨가되는 단점이 있으며, 항산화력이 있는 칩이나 흑미 추출물의 첨가[13,14]는 들깨유의 고유한 품질에 영향을 줄 수 있다. 발아 들깨 종자로부터 직접 들깨유를 얻는 경우에도 트리아실글리세롤 함량의 현저한 감소, 유리 지방산과 디아실글리세롤 증가[15], 유지의 추출수율 감소, 팔미트산과 스테아르산 같은 포화지방산의 증가, 리놀렌산과 리놀레산의 급격히 감소[16] 등 많은 문제점이 있었다. 이에 들깨 싹 추출물을 활용하여 들깨유의 산화를 억제시킬 수 있음을 확인한 본 연구는 들깨유의 산화억제는 물론 품질측면에서 매우 의미가 있다고 할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 들깨 종자를 10일 간 발아시키면서 얻어지는 싹에 대해 일반성분 및 항산화력의 변화를 분석하였고 깻잎과의 차이도 비교하였으며, 가장 항산화력 높은 싹의 메탄올 추출물을 들깨유에 첨가하여 산화억제 효과를 분석하였다.

1. 종자의 수분 함량(2.9%)은 발아에 따라 증가하여 10일 후에는 9.2%에 도달하였으나 조지방의 함량은 유의적인 변화를 보이지 않았다. 조지방과 조단백질 함량은 종자에서 각각 46.8%, 20.7%이었으나 발아 10일째 싹에서는 각각 18.2%와 18.3%로 감소하였다. 반면 환원당 함량은 2.2%에서 12.8%로, 조섬유 함량은 14.8%에서 22.4%로 각각 증가하였다. 10일째 싹을 깻잎과 비교해 보면, 깻잎이 수분(14.4%), 조회분(11.4%), 조단백질(28.9%)에서 높은 함량은 보인 반면, 조지방(6.0%), 탄수화물(38.4%), 환원당(12.8%), 조섬유(12.6%) 함량은 싹보다 낮았다.
2. DPPH와 ABTS 라디칼 소거능에 기초한 항산화력(TEAC)과 Fe(III) 이온 환원력에 기초한 항산화력(FRAP)을 분석한 결과, 8일째 싹의 항산화력이 가장 높았으며 (DPPH 라디칼 소거능=133.1 Trolox eq. mmol/kg, ABTS 라디칼 소거능=136.8 Trolox eq. mmol/kg, F(III) 이온 환원력=399.3 Fe(II) eq. mmol/kg), 폴리페놀 함량

도 8일째 싹에서 가장 높았다(19.2 g/kg). 이 싹과 깻잎 간에 TEAC의 유의적인 차이는 없었으나 FRAP은 깻잎에서 높았다.

3. 발아 8일째 싹의 메탄올 추출물을 들깨유에 첨가 시 농도 의존적으로 산화가 억제되었는데, 산화 유도기간이 2.5%(w/w) 첨가구에서는 4.62 hr로 대조구의 1.67 hr에 비해 2.8배 증가하였고 이는 동일농도의 BHT 첨가구와 비교 시 약 38% 수준이었다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 동덕여자대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 것으로, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. S. T. Hong, S. Y. Son, C. W. Rho, K. H. Lee, J. H. Jueng, and J. S. Park, Variations of Protein and Oil Content and Fatty Acid Composition in Korea Perilla(*Perilla ocymoides* L.) Collections, *Korean J. Intl. Agric.*, **15(4)**, 329 (2003).
2. M. G. Choung, Comparison of Major Characteristics between Seed Perilla and Vegetable Perilla, *Korean J. Crop. Sci.* **50(S)**, 171 (2005).
3. H. S. Shin and S. W. Kim, Lipid Composition of Perilla Seed, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **71(6)**, 619 (1994).
4. T. Narisawa, Y. Fukaura, K. Yazawa and C. Ishikawa, Colon Cancer Prevention with a Small Amount of Dietary Perilla Oil High in α -Linolenic Acid in an Animal Model, *Cancer*, **73(8)**, 2069 (1994).
5. M. de Lorgeril, S. Renaud, P. Salen, I. Monjaud, N. Mamelle, J. L. Martin, J. Guidollet, P. Touboul, and J. Delaye, Mediterranean α -Linolenic acid-rich Diet in Secondary Prevention of Coronary Heart Disease, *Lancet*, **343(8911)**, 1454 (1994).

6. G. Zhao, T. D. Etherton, K. R. Martin, S. G. West, P. J. Gillies, and P. M. Kris-Etherton, Dietary α -Linolenic Acid Reduces Inflammatory and Lipid Cardiovascular Risk Factors in Hypercholesterolemic Men and Women, *J. Nutr.*, **134**(11), 2991 (2004).
7. N. Yamamoto, M. Saitoh, A. Moriuchi, M. Nomura, and H. Okuyama, Effect of Dietary α -Linolenate/linoleate Balance on Brain Lipid Compositions and Learning Ability of Rats. *J. Lipid Res.*, **28**(2), 144 (1987).
8. I. H. Kim, M. H. Kim, Y. E. Kim and Y. C. Lee, Oxidative Stability and Extraction of Perilla Seed Oil with Supercritical Carbon Dioxide. *Food Sci. Biotechnol.*, **7**(3), 177 (1998).
9. C. K. Kim, G. S. Song, and Y. J. Kwon, Studies on the Isolation of Antioxidative Components of Perilla Oil, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(6), 690 (1994).
10. K. A. Shin, Y. S. Ko, and Y. C. Lee, Antioxidative Effects and Characteristics of Methanol Extracts from Perilla Oils Roasted for Different Time, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(5), 1045 (1998).
11. Y. E. Kim, I. H. Kim, and Y. C. Lee, Effects of Roasting Process and Antioxidants on Oxidative Stability of Perilla Oils. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**(2), 379 (1997).
12. O. S. Yi and H. K. Shin, Antioxidative Effect of Ascorbic Acid Solubilized via Reversed Micelle in Perilla Oil, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**(5), 706 (1989)
13. M. J. Han and H. Y. Im, Antioxidant Effect of Ether and Ethylacetate Fractions of *Pueraria thunbergiana* Extract on Perilla Oil, *Korean J. Soc. Food Sci.*, **15**(2), 20 (1999).
14. G. Y. Kim, P. S. Park, W. W. Kang, M. R. Park, and J. K. Kim, Effect for Oxidation Stability of Refined Perilla Oil Use in Extract of Black Rice(*Oryza sativa* L.), *Korean J. Post Harvest Sci. Technol. Agric. Products*, **4**(3), 311 (1997).
15. C. K. Kim, G. S. Song, Y. J. Kwon, I. S. Kim, and T. K. Lee, The Effect of Germination of Perilla Seed on the Oxidative Stability of the Oil, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(2), 178 (1994).
16. D. S. Chung and H. K. Kim, Changes of Protein and Lipid Composition during Germination of *Perilla frutescens* Seeds, *Korean J. Life Sci.*, **8**(3), 318 (1998).
17. C. Vidal-Valverde, J. Frias, I. Sierra, I. Blazquez, F. Lambein, and Y. Kuo, New Functional Legume Foods by Germination, Effect on the Nutritive Value of Beans, Lentils and Peas. *Eur. Food Res. Technol.*, **215**(6), 472 (2002).
18. J. W. Fahey, Y. Zhang, and P. Talalay, Broccoli Sprouts, an Exceptionally Rich Source of Inducers of Enzymes that Protect against Chemical Carcinogens. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, **94**(19), 10367 (1997).
19. Q. Lv, Y. Yang, Y. Zhao, D. Gu, D. He, A. Yili, Q. Ma, Z. Cheng, Y. Gao, H. A. Aisa, and Y. Ito, Comparative Study on Separation and Purification of Isoflavones from the Seeds and Sprouts of Chickpea by HSCCC. *J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol.*, **32**(19), 2879 (2009).
20. J. S. Kum, B. K. Choi, H. Y. Lee, and J. D. Park, Physicochemical Properties of Germinated Brown Rice. *Korean J. Food Preserv.* **11**(2), 182 (2004).
21. P. Paško, H. Bartoń, P. Zagrodzki, S. Gorinstein, M. Fotta, and Z. Zachwieja, Anthocyanins, Total Polyphenols and Antioxidant Activity in Amaranth and Quinoa Seeds and Sprouts During Their Growth. *Food Chem.*, **115**(3), 994 (2009)
22. P. Y. Lin and H. M. La, Bioactive Compounds in Legumes and Their Germinated Products. *J. Agric. Food Chem.*, **54**(11), 3807 (2006).
23. S. J. Kim and M. H. Cho, Melatonin and Polyphenol Contents in Some Edible

- Sprouts(Alfalfa, Chicory, Rape, Red Kale and Sunflower), *J. Food Sci. Nutr.*, **16(2)**, 184 (2011).
24. AOAC, "Official Method of Analysis of AOAC", 17th ed. p. 1, International Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA (2000).
 25. B. S. No, S. J. Kim, Y. S. Kim, G. G. Lee, and J. H. Lee, "Food Analysis", p. 124, Suhaksa, Seoul, Korea (2008).
 26. W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier and C. Berset, Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *LWT-Food Sci. Technol.*, **28(1)**, 25 (1995).
 27. R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-Evans, Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorizing Assay, *Free Rad. Biol. Med.*, **26(9-10)**, 1231 (1999).
 28. I. F. Benzie and J. J. Strain, The Ferric Reducing Ability of Plasma(FRAP) as a Measure of Antioxidant Power, The FRAP Assay. *Anal. Chem.*, **239(1)**, 706 (1996).
 29. H. S. Seong, Studies on the Constituents of Korean Native Perillas, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **5(1)**, 69 (1976).
 30. J. D. Bewley and N. Black, "Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination", vol. I. p. 200, Springer-Verlag, New York, NY, USA (1983).
 31. P. K. J. P. D. Wanasundara, F. Shahidi, and M. E. Brosnan, Changes in Nitrogenous Compounds during Germination, *Food Chem.*, **65(3)**, 289 (1999).
 32. S. Jood, B. M. Chauhan, and A. C. Kapoor, Contents and Digestibility of Carbohydrates of Chickpea and Black Gram as Affected By Domestic Processing and Cooking. *Food Chem.*, **30(2)**, 113 (1988).
 33. L. Meng, Y. F. Lozano, E. M. Gaydou, and B. Li, Antioxidant Activities of Polyphenols Extracted From *Perilla frutescens* Varieties, *Molecules*, **14(1)**, 133 (2008).
 34. U. M. Lanfer-Marquez, R. M. C. Barros, and P. Sinnecker, Antioxidant Activity of Chlorophylls and Their Derivatives, *Food Res. Int'l.*, **38(8-9)**, 885 (2005).