

도토리 Gallic Acid의 항산화성

이미현 · 정재홍* · 오만진[†]

충남대학교 식품공학과
*(주)오투기라면

Antioxidative Activity of Gallic Acid in Acorn Extract

Mi-Hyun Lee, Jae-Hong Jeong* and Man-Jin Oh[†]

Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea
*Ottogi Ramyon Co. Ltd., Pyeongtaeg 451-880, Korea

Abstract

As an approach to study a new natural antioxidant for edible fats and oils, antioxidative fractions from acorn powder were characterized. The oxidative stabilities of soybean, palm, beef tallow, and lard oil containing the acorn active fraction extracted with various organic solvents were studied by determining the peroxide value during the storage at 60°C. And this effective antioxidative components were isolated and identified by thin layer chromatography and high performance liquid chromatography. The proximate compositions of acorn powder were water 11.9~12.0%, protein 7.1~7.4%, starch 65.5~69.4%, fat 2.1~2.6%, fiber 2.1~3.6%, ash 2.4~2.6%, and total tannin 4.6~6.8%, respectively. The final yield of fraction extracted by sequential order of acetone : H₂O (1 : 1) and ethyl acetate was 2.8~3.1%. Gallic acid, digallic acid and gallotannin were contained this final fraction. The main antioxidative activity was speculated due to the presence of gallic acid in acorn powder extract. The antioxidative activity was more effective in fat water emulsion than just fat system. Antioxidative activities measured by peroxide value were quite high in beef tallow and soybean emulsion, but low in lard and palm oil emulsion in the concentration of 200ppm acorn extract. Therefore, the addition of 200ppm acorn extract was suggested to expect effective antioxidation concentration in the reaction system.

Key words : gallic acid, natural antioxidant, acorn extract

서 론

식용유지나 지방질식품은 가공, 저장 중 산화를 일으켜 과산화 지질을 형성하여 불쾌한 냄새를 내거나 독성물질을 생성한다. 이와같은 유지의 산화방지를 위하여 산소제거, 자외선 차단, 항산화제에 의한 산화반

응을 억제하고 있다. 이중 가장 실용적인 산화억제 방법은 항산화제를 직접 유지에 첨가하는 것이다. 유지의 항산화제로는 항산화력이 강한 합성 항산화제가 있지만 독성 때문에 사용이 기피되고 있어 보다 안전하고 효과적인 천연 항산화제의 연구와 개발이 활발히 진행되고 있다^{1,2)}. 유지식품에 실용화되고 있는 천연 항산화제로는 tocopherol³⁻⁶⁾, 향신료 추출물^{7,8)}, sesamol⁹⁾, flavonoid¹¹⁻¹⁴⁾, phenol 유도체¹⁵⁻¹⁹⁾, gallic acid^{20,21)}, 차

[†]To whom all correspondence should be addressed

있 추출물^{22,23)} 등이 있으며 이들의 산화방지 효과는 유지의 종류에 따라 많은 차이가 있는 것으로 보고되어 왔으나 tocopherol 만큼 항산화력이 높고 실용적인 것은 없는 것으로 알려져있다. 또한 근래 갈근²⁴⁾, 오미자²⁵⁾, 더덕²⁶⁾, 해바라기²⁷⁾, 쪽²⁸⁾에 항산화 성분이 존재하는 것으로 보고된 바 있다.

도토리 (*Quercus acutissima* CARRUTHERS)는 전국의 산야에서 많은 양이 생산되는데 전분을 원료로 하여 도토리 목의 제조에 이용될 뿐이다. 특히 도토리 중에는 tannin 계 화합물이 다량 함유되어 있으므로²⁹⁾ 도토리 추출물의 천연 항산화제로서 이용 가능성을 검토하고자 각종 유기용매를 가하여 추출물을 얻어 우지, 돈지, 팜유, 대두유에 도토리 추출물을 첨가하여 유탁액으로 한 다음 60°C에서 저장하면서 과산화물가를 측정하여 항산화 성분을 TLC 와 HPLC 로 분리, 동정하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 도토리는 1990년 충남 계룡산에서 채집한 것을 풍건하고 탈피 분쇄한 후 120mesh 체로 사별하여 시료로 사용하였으며, 돈지와 우지는 신장부위의 지방을 60°C로 용융 정제하여 사용하였고, 팜유와 대두유는 시판품을 구입하여 사용하였다.

일반성분 및 total tannin 분석

도토리의 수분, 조단백질, 탄수화물, 조지방, 조섬유, 조회분은 AOAC법³⁰⁾, total tannin은 Folin - Ciocalteu 방법³¹⁾에 따라 정량하였다.

항산화력의 측정

과산화물가 측정은 IUPAC 방법³²⁾ 따라 측정하였다.

항산화성분의 추출

분쇄한 도토리분말에 4배량의 acetone-water(1 : 1)를 가하여 실온에서 7시간 추출하고 잔사를 3~4회 반복 추출하고, 전액을 여과 한 후 40°C에서 감압농축하였다. 농축액에 2배량의 ethyl acetate를 첨가하여 진탕하고 항산화성분을 ethyl acetate 층으로 이행시켰다. 이 조작을 3회 반복하고 40°C에서 감압농축하여 분말

Table 1. Operating conditions of HPLC for analysis of tannin compounds in acorn extracts

Instrument	Waters model 45 liquid chromatograph
Column	μ -Bondapak C ₁₈
Solvent	0.5% H ₃ PO ₄
Detector	UV 280nm
Flow rate	1 ml/min
Injection vol.	20 μ l

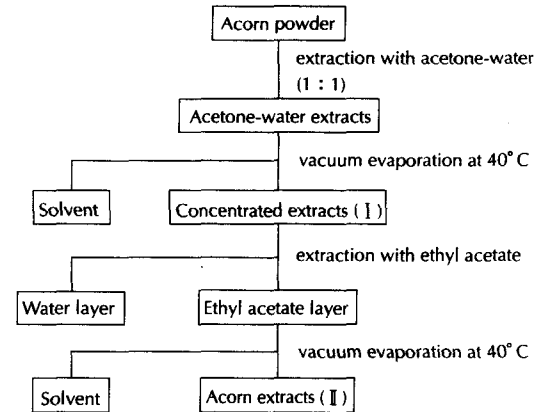


Fig. 1. Schematic diagram for the extraction of antioxidative fractions from acorn powder.

상의 도토리 추출물을 얻었으며, 이상의 제조 과정을 도시하면 Fig. 1과 같다.

항산화성분의 분리 및 확인³³⁾

Fig. 1의 방법으로 조제한 도토리 추출물을 ethanol에 용해하여 조제용 TLC plate에 점적하고 chloroform : ethyl formate : formic acid(50 : 40 : 10) 용액으로 전개시켜 건조 후 UV lamp를 조사하여 발색 spot를 확인하였으며 각각의 spot를 분취하여 ethanol에 용해하고 glass filter로 여과하여 돈지에 대한 항산화능을 측정하였다. 또한 도토리 추출물을 methanol에 녹여 HPLC의 분석시료로 하였고 표준품인 tannin 및 gallic acid와 비교하여 항산화성분을 확인 동정하였으며 HPLC 분석조건은 Table 1과 같다.

유지유탁액의 조제

공시재료의 유지유탁액 기질은 김 등³⁴⁾의 방법에 따라 조제하였다. 즉, 유지 10, 물 9, Tween 80과 span 80을 1 : 1로 혼합한 유화제 1의 비율로 10,000rpm에서

Table 2. Chemical composition of acorn (*Quercus acutissima* CARRUTHERS) powders

	Acorn (small)*	Acorn (large)
Moisture	11.8%	12.0%
Starch	65.5	69.4
Crude protein	7.1	7.4
Crude fat	2.6	2.1
Crude fiber	3.6	2.1
Crude ash	2.6	2.4
Total tannin	6.8	4.6

*small acorn : 0.5~1.0×1.5~2.0cm
large acorn : 2.0~2.5×2.5~3.0cm

Table 3. Yield of fractions extracted with organic solvents from acorn powders

	Extracts (I)	Extracts (II)
Acorn (small)	20.1%	3.1%
Acorn (large)	18.0	2.8

Extracts (I) : Acetone - H₂O extract of acorn powder
Extracts (II) : Final step extract of acorn powder

7분간 균질기로 혼합하고 유지유타액을 조제하여 기질로 사용하였다. 도토리 추출물을 ethanol에 용해시켜 기질용액 및 공시 식용유지에 0.01%, 0.02% 농도가 되도록 첨가하였으며 BHA첨가구도 같은 방법으로 ethanol에 용해시켜 첨가하였다.

결과 및 고찰

도토리의 일반성분 및 total tannin함량

본 실험에 사용한 작은 품종 및 큰 품종 도토리의 일반성분과 total tannin 함량은 Table 2와 같으며 수분 11.8~12.0%, 단백질 7.1~7.4%, 조지방 2.1~2.6%, 회분 2.4~2.6%로서 작은 품종과 큰 품종 간의 성분의 차이는 없었으며, 조섬유 2.1~3.6% 및 total tannin 4.6~6.8%로서 작은 품종의 것이 큰 품종에 비하여 다소 높은 것으로 나타났고, 전분 65.5~69.4%로서 큰 품종의 것이 약간 높았다.

도토리 추출물의 조제 및 수율

도토리 분말로부터 Fig. 1의 방법에 의해서 항산화성분을 추출 농축한 결과 수율은 Table 3과 같다. Acetone과 물로 추출하였을 때 수율은 18~20%이었고, ethyl acetate 층으로 이행시켜 농축한 추출물의 수율은

2.8~3.1%로서 작은 품종이 큰 품종보다 수율이 다소 높았다.

본 실험에서 사용한 도토리 추출물은 ethyl acetate 층으로 옮긴 분획을 사용하였으며, 처음 단계의 추출물은 짙은 갈색을 띠었으나 추출과정 진행에 따라 점차 탈색되었으며 추출물의 항산화력은 그대로 유지되었고, 작은품종 추출물이 큰 품종보다 수율이 높았으므로, 이후의 실험에서는 ethyl acetate 층으로 이행시킨 마지막 단계의 작은 품종 도토리 추출물을 사용하였다.

도토리 추출물의 항산화 효과

돈지와 돈지유타액에 도토리 추출물을 첨가하고 60°C에서 저장하였을 때 저장기간에 따른 POV의 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 돈지를 4일간 저장하였을 때 무첨가구의 POV는 50meq/kg, 도토리 추출물 0.02% 첨가구는 24meq/kg으로 약간의 항산화력이 인정되었으나 저장 6일째는 무첨가구 100meq/kg, 도토리 추출물 첨가구 87meq/kg으로 항산화력은 거의 인정되지 않았다. 그러나 BHA 0.01%첨가구에서는 17meq/kg으로 강한 항산화력을 나타내었다. 한편 돈지유타액에서는 저장 4, 6, 8일에서 무첨가구의 POV는 각각 17, 73, 112meq/kg으로 현저하게 증가하였는데, 도토리 추출물 첨가구에서는 각각 7, 17, 30meq/kg으로 강한 항산화력이 있음을 알 수 있었고, BHA 0.01%첨가구에서도 비슷한 경향을 나타냈다. 이와 같이 도토리 추출물을 돈지유타액에 첨가하

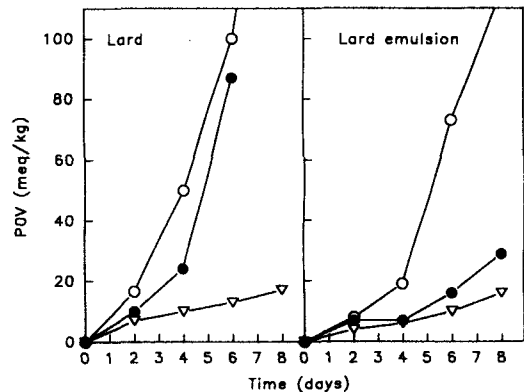


Fig. 2. Changes of peroxide value during the storage of lard and lard emulsion containing acorn extracts at 60°C.
-○- ; none -●- ; 0.02%, acorn extracts
-▽- ; 0.01%, BHA

여 저장하였을 때는 강한 항산화력을 나타냈으나, ethanol에 녹여 돈지에 그대로 첨가하였을 때 항산화 효과는 인정되지 않았다. 이는 저장과정 중 ethanol 증발에 따른 도토리 추출물 중에 함유된 항산화성분의 불용화에 기인하는 것으로 생각된다. 본 실험의 결과는 김 등³⁴⁾이 각종 페놀화합물의 항산화 효과를 검토한 결과 페놀화합물의 항산화력은 대두유 및 대두유 유탁액에서 효과적이었다고 보고한 보고와 비교할 때 다른 결과를 나타냈다.

도토리 추출물 첨가농도의 영향

돈지유탁액에 도토리 추출물을 0.01% 및 0.02%, 농도가 되도록 첨가하여 60°C에서 저장하면서 POV를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

도토리 추출물을 0.01% 농도로 첨가하여 4, 8일 저장하였을 때의 POV는 12meq/kg, 60meq/kg, 0.02% 농도로 첨가하였을 때의 POV는 8meq/kg, 30meq/kg 으로 첨가농도가 증가함에 따라 항산화력이 증가하여 도토리 추출물 0.02%첨가구는 BHA 0.01%첨가구와 비슷한 항산화력을 나타내어 도토리 추출물 0.02%첨가는 실용적인 농도로 인정되었다. 본 결과는 손 등³⁵⁾이 보고한 갈근 추출물의 항산화 효과와 비교하여 볼 때, 높은 항산화력을 나타냈으며 돈지에 대한 tocopherol의 최적실용농도가 0.3~0.04%라고 보고한 결과 보다 낮은농도에서도 유용한 항산화제로 인정되었다.

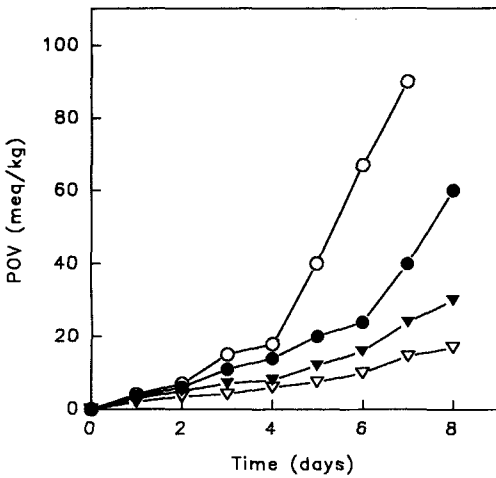


Fig. 3. Changes of peroxide value during the storage of lard emulsion containing acorn extracts at 60°C.
 -○- ; none -●- ; 0.01%, acorn extracts
 -▼- ; 0.02%, acorn extracts -▽- ; 0.01%, BHA

식용유지에 대한 항산화 효과

식용유지 유탁액에 0.02% 농도가 되도록 도토리 추출물을 첨가하고 60°C에서 저장하면서 POV변화를 측정된 결과는 Fig. 4, 5 및 6과 같다. 무첨가구에서 60°C, 8일간 저장하였을 때, 돈지유탁액의 POV는 112meq/kg, 우지유탁액 12meq/kg, 팜유유탁액 37meq/kg, 대두유유탁액은 14meq/kg 으로 산화속

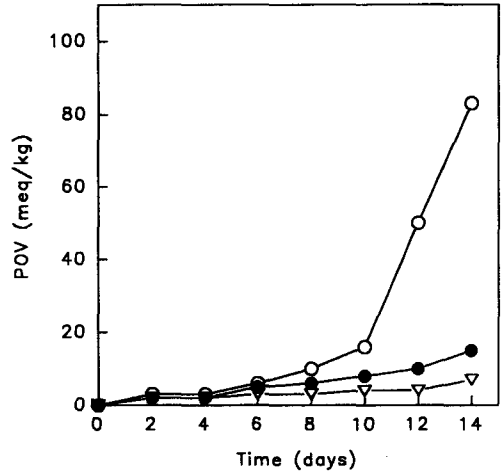


Fig. 4. Changes of peroxide value during the storage of beef tallow emulsion containing acorn extracts at 60°C.
 -○- ; none -●- ; 0.02%, acorn extracts
 -▽- ; 0.01%, BHA

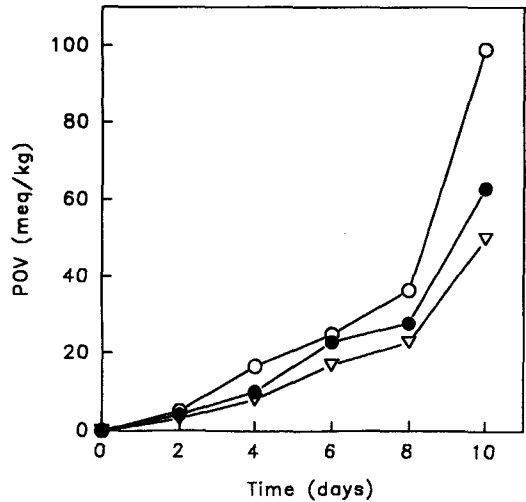


Fig. 5. Changes of peroxide value during the storage of palm oil emulsion containing acorn extracts at 60°C.
 -○- ; none -●- ; 0.02%, acorn extracts
 -▽- ; 0.01%, BHA

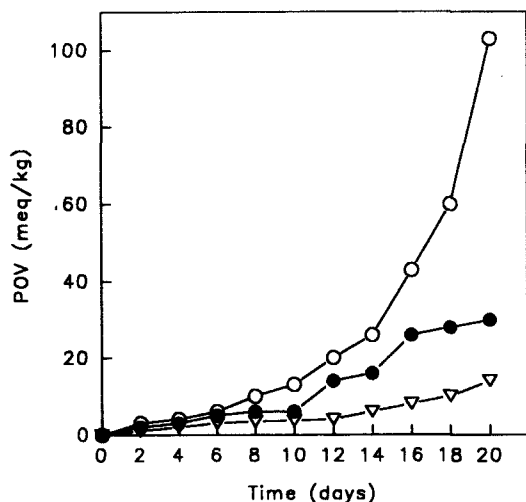


Fig. 6. Changes of peroxide value during the storage of soybean oil emulsion containing acorn extracts at 60°C.
 -○- ; none -●- ; 0.02%, acorn extracts
 -▽- ; 0.01%, BHA

도는 돈지> 팜유> 대두유> 우지유타액의 순으로 나타났으며, BHA 0.01%첨가에서는 돈지유타액의 POV는 18meq/kg, 우지유타액은 3meq/kg, 팜유유타액은 20meq/kg, 대두유유타액은 2meq/kg으로 BHA항산화 효과는 돈지와 팜유유타액에 대해서는 낮았으나, 우지와 대두유유타액에서도 높았다. 도토리 추출물 0.02%첨가에서 60°C에서 8일간 저장하였을 때, 돈지유타액의 POV는 31meq/kg, 우지유타액은 7meq/kg, 팜유유타액은 24meq/kg, 대두유타액은 6meq/kg으로 우지 및 대두유타액에 대해서는 항산화 효과가 높은 편이었으나 돈지 및 팜유유타액에서는 우지 및 대두유타액에 비하여 낮았다. 일반적으로 식물성유지에 대한 항산화제 첨가효과가 동물성 지방의 경우보다 낮다고 알려져 왔으나 이는 정제된 식물성유지라 하더라도 그들의 원료 중에 함유되어 있던 항산화성분의 일부가 기름에 이행되었기 때문이다³⁶⁾. 이들 유지 상호 간에 항산화 효과가 다른 것은 지방산 조성에 차이가 있고 미량으로 함유되어 있을 수 있는 prooxidant, antioxidant 또는 chelating agent 등의 함량의 차이가 있기 때문이라고 생각된다. Nozaki³⁷⁾는 rosemary 추출물의 각종 유지에 대한 항산화 효과를 측정하였던 바 돈지에 대한 항산화 효과는 대두유보다 현저하게 컸고 rape seed oil보다 palm

oil에 대한 항산화 효과가 현저하게 컸다고 보고한 바 있어 본 실험결과와도 비슷한 경향을 나타내고 있다.

항산화성분의 분리 및 확인

정제 마지막 단계에서 얻어진 도토리 추출물의 결정체를 ethanol에 용해시켜 TLC한 결과 얻어진 chromatogram은 photo 1과 같다. 도토리 추출물 중에는 gallic acid, digallic acid 및 gallotannin 등과 Rf 0.35, 0.66 및 0.81의 위치에 확인할 수 없는 성분이 함유되어 있었으며 gallic acid가 주종을 이루고 있었다. 본 결과는 박 등³⁸⁾의 결과와는 차이가 있었다. 또한 표준 gallic acid, 최종단계 도토리 추출물 및 Rf 0.51획분을 methanol에 용해한 것의 HPLC chromatogram은 Fig. 7과 같다. TLC상의 Rf 0.51 분획물은 HPLC의 Rt 2.98로 표준 gallic acid와 같았으므로 HPLC에 의해서도 도토리 추출물 중에는 주로 gallic acid가 함유되어 있음을 확인하였다

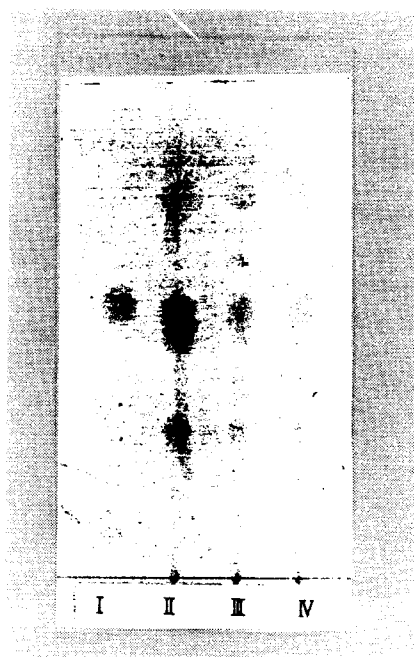


Photo 1. Thin layer chromatogram of tannin compounds of acorn extracts.
 I ; standard gallic acid
 II ; commercial tannic acid
 III ; acetone-H₂O extracts of acorn powder
 IV ; final step extracts

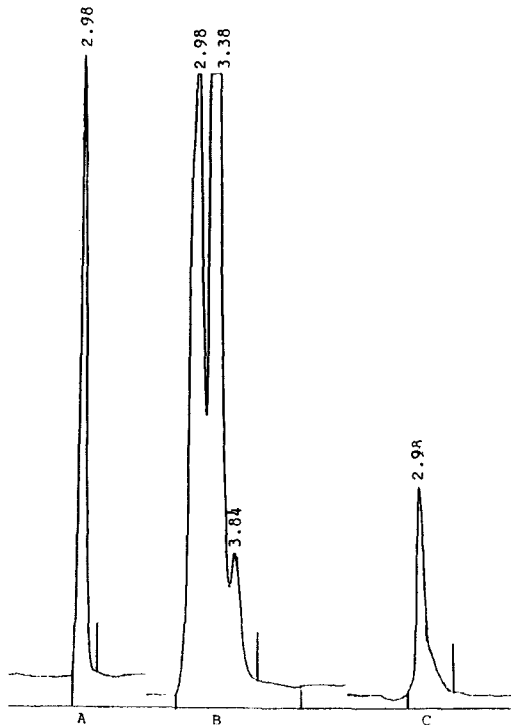


Fig. 7. High performance liquid chromatogram of tannin compounds acorn extracts.
 A ; gallic acid
 B ; acorn antioxidative fraction (final step)
 C ; acorn antioxidative fraction TLC (Rf value 0.51)

Gallic acid의 항산화 효과

마지막 단계의 도토리 추출물을 TLC 하여 Rf 0.51인 gallic acid와 Rf 0.28인 digallic acid를 분취하여 일정 농도로 돈지유타액에 첨가하여 POV를 측정 한 결과는 Fig. 8과 같다. 저장 6일째에 digallic acid 분취물 첨가구는 gallic acid 분취물 첨가구와 비슷한 항산화력을 보였으나 8일째에는 digallic acid 첨가구의 POV는 상당히 증가하였으나 gallic acid 분취물은 강한 항산화력을 나타내었다. Fig. 9는 돈지유타액에 gallic acid를 농도별로 첨가하여 저장에 따른 POV를 측정 한 것으로서 8일째에 gallic acid 0.01% 첨가구의 POV는 31meq/kg, 0.015%첨가구는 28meq/kg으로서 낮은 농도에서도 BHA와 비슷한 항산화력을 나타내었다. 이는 吉永 등²⁰⁾의 연구결과보다 낮은 항산화력을 나타내었으나 tocopherol 과 BHA와는 비슷한 항산화력을 나타내어 실용적인 항산화제로서의 이용성이 기대된다

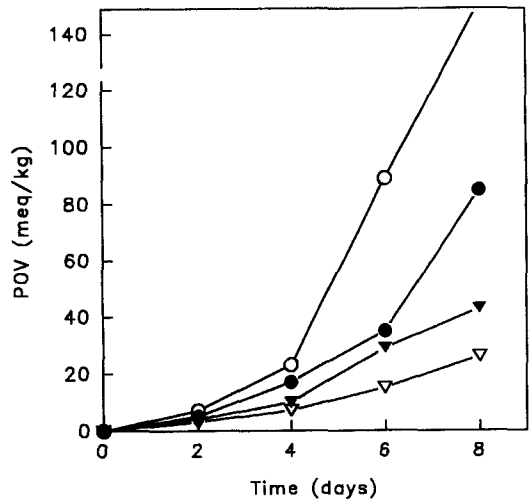


Fig. 8. Antioxidative activities of fractions of Rf 0.51 and 0.28 isolated by TLC acorn extracts.
 -○- ; none -●- ; 0.01%, Rf 0.28
 -▼- ; 0.01%, Rf 0.51 -▽- ; 0.01%, BHA

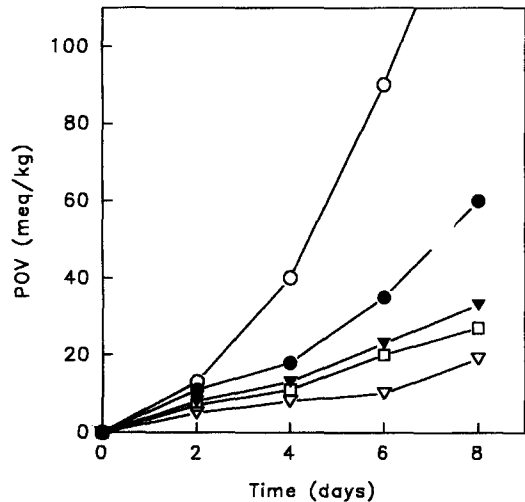


Fig. 9. Changes of peroxide value during the storage of lard emulsion containing gallic acid from isolated acorn extracts at 60°C.
 -○- ; none -●- ; 0.005%, gallic acid
 -▼- ; 0.01%, gallic acid -□- ; 0.015%, gallic acid
 -▽- ; 0.01%, BHA

요 약

도토리의 천연 항산화제로서의 이용성을 검토하기 위하여 도토리 분말로부터 수종의 유기용매를 가하여

항산화성 획분을 추출 분리한 후 대두유, 팥유, 돈지 및 우지에 첨가하고 60°C에서 저장하면서 POV의 변화를 측정하였으며, 항산화 성분을 TLC 및 HPLC로 분리 동정하였다. 도토리의 일반성분은 수분 11.8~12.0%, 단백질 7.1~7.4%, 전분 65.5~69.4%, 조지방 2.1~2.6%, 조섬유 2.1~3.6% 및 조회분 2.4~2.6%이었으며 total tannin 함량은 4.6~6.8%이었다. 도토리류 분말로부터 acetone : water 및 ethyl acetate를 차례로 사용하여 항산화성 획분을 추출하여 얻어진 추출물의 수율은 2.8~3.1%이었다. 최종단계의 도토리 추출물 중에는 gallic acid, digallic acid 및 gallotannin이 함유되어 있었다. 도토리 추출물의 항산화성분은 주로 gallic acid이었다. 도토리 추출물은 유타액상태의 기질에서는 강한 항산화력을 나타내었고, 우지에 직접 첨가하였을 때는 항산화력이 인정되지 않았다. 우지 및 대두유타액에 대한 도토리 추출물의 항산화 효과는 강하였으나 돈지 및 팥유유타액에 대해서는 약하였다. 도토리 추출물은 0.02%의 농도에서 실용적인 항산화 효과가 인정되었다.

감사의 글

본연구는 1991년도 한국학술진흥재단의 학술연구 조성비의 지원으로 이루어진 결과로 이에 심심한 감사를 드립니다.

문헌

1. Hathway, D. E. : *Metabolic fat in animals of hindered phenolic antioxidants in relation to their safety evaluation and antioxidant function in food research*. Academic Press, New York, Vol. 15, p.1 (1966)
2. Branen, A. L. : Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **52**, 59 (1975)
3. Cort, W. M. : Antioxidant activity of tocopherols, ascorbyl palmitate, ascorbic acid and their mode of action. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 321 (1985)
4. Aoyama, M., Maruyama, T., Niiya, I. and Akatsuka, S. : Antioxidant effects of tocopherol on the palm oil by frying test. *Nippon Shokuin Kogyo Gakkashi*, **34**, 714 (1985)
5. Kajimoto, G., Yoshida, M. and Shibahra, A. : A role of tocopherol on the heat stability of vegetable oils. *Nippon Shokuin Kogyo Gakkashi*, **38**, 301 (1985)
6. 兼松 弘, 青山念, 丸山茂紀, 新俗損, 塚本正人, 東海林茂, 松本太郎 : トコフェロール의 항산화效果에 관한 연구. *油化學*, **32**, 475 (1983)

7. 新田ねき : 香辛料의 油脂에 對する 抗酸化性. *調理科學*, **10**, 254 (1977)
8. 内藤茂, 山口直, 横尾良夫 : ニンニクの 抗酸化物質의 分析. *日本食品工業學會誌*, **28**, 465 (1981)
9. 福田青子, 大澤俊彦, 並木滿夫 : コマ의 抗酸化性について. *日本食品工業學會誌*, **28**, 461 (1981)
10. Fukada, Y., Osawa, T., Namiki, M. and Qzaki, T. : Studies on antioxidative substances in sesame seed. *Agric. Biol. Chem.*, **49**, 301 (1981)
11. Dziedzic, S. Z. and Hudson, B. J. F. : Hydroxy isoflavones as antioxidant for edible oils. *Food Chemistry*, **11**, 161 (1983)
12. Dziedzic, S. Z. and Hudson, B. J. F. : Polyhydroxy chalcones and flavanones as antioxidants for edible oils. *Food Chemistry*, **12**, 205 (1983)
13. Miura, K. and Nakatani, N. : Antioxidative activity of flavonoids from Thyme. *Agric. Biol. Chem.*, **53**, 3043 (1989)
14. Dziedzic, S. Z. and Hudson, B. J. F. : Polyhydroxy flavonoid antioxidants for edible oils. Structural criteria for activity. *Food Chemistry*, **10**, 47 (1983)
15. Kikuzaki, H. and Nakatani, N. : Structure of a new antioxidative phenolic acid from oregano. *Agric. Biol. Chem.*, **53**, 519 (1989)
16. Dziedzic, S. Z. and Hudson, B. J. F. : Phenolic acids and related compounds as antioxidants for edible oils. *Food Chemistry*, **14**, 45 (1984)
17. Hammerschmidt, P. A. and Pratt, D. E. : Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.*, **43**, 556 (1978)
18. 조미자, 권태봉, 오성기 : 식용 대두유에 대한 phenolics의 항산화 효과. *韓國農化學會誌*, **32**, 37 (1989)
19. 太田晴行 : フェノール系化合物を中心とする酸化防止劑. *New Food Industry*, **33**, 25 (1991)
20. 吉永晴雄, 稻永文利 : 抗酸化劑としての没食子酸の食品への利用. *New Food Industry*, **24**, 65 (1982)
21. 吉永晴雄 : 没食子酸含有酸化防止劑の食品への利用. *食品と科學*, **10**, 11 (1982)
22. Kimula, Y., Okud, H., More, K., Okuda, T. and Arichi, S. : Effect of extracts of various kinds of tea on lipid metabolic injury in rats fed peroxidized oil. *Nippon Eiyo Shakuryo Gakkahi*, **37**, 223 (1984)
23. Matsuzaki, T. and Nara, Y. : Antioxidative of tea leaf catechins. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **59**, 129 (1985)
24. 이가순, 오만진, 김성렬, 손화영 : 칩뿌리의 항산화 성분. *韓國食品科學會誌*, **22**, 793 (1990)
25. 戸田靜男 : 新抗酸化劑 五味子の抗酸化能. *フートケミカルネ*, **48**, 32 (1989)
26. 맹영선, 박해경 : 더덕 에탄올추출물의 항산화 효과. *韓國食品科學會誌*, **23**, 311 (1991)
27. 西橋秀治 : ひもあり抽出物の抗酸化劑の利用. *New Food Industry*, **33**, 17 (1991)
28. 이기동, 김정숙, 배재오, 윤형식 : 속의 물추출물과 에테르추출물의 항산화 효과. *한국영양식품학회지*, **21**, 17 (1992)
29. 김기현 : 도토리의 tannin성분에 관한 화학적 연구.

- 약학 연구지, 16, 1(1982)
30. AOAC : *Association of official analytical chemist*. 13th ed. Washington, D. C.(1980)
 31. Schanderl, S. H. : Tannins and related phenolics. In "*Method in food analysis physical, chemical and instrumental methods of analysis*", Joalyn, M. A. (ed.), Academic Press, p.704(1984)
 32. IUPAC : *Standard methods for the analysis of oils and fat derivatives*. Pergamon Press, New York, p.210 (1987)
 33. Franiau, R. and Mussche, R. : Quantitative determination of gallic acid in tannic acid by thin layer chromatography. *J. Inst. Brew.*, 78, 45(1973)
 34. 김동훈, 김영희 : 대두유 및 대두유-물 에멀젼기질에서 각종 페놀화합물의 항산화 작용. 고려대 농림논집, 24, 93(1984)
 35. 손화영, 오만진, 강제철, 이가순 : 식용유지에 대한 퀴뿌리의 항산화 효과. 한국영양식량학회지, 19, 448 (1990)
 36. Goh, S. H., Choo, Y. M. and Ong, S. H. : Minor constituents of palm oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 62, 237(1985)
 37. 茂利文夫 : 香粧品植物化學. フラクランスツナル, p. 99 (1986)
 38. 박재영, 구성자 : 도토리 전분의 tannin성분과 물리적 특성에 관한 연구. 한국영양학회지, 17, 41(1984)
- <1992년 8월 18일 접수>