

바질의 항산화 물질 측정에 관한 연구

서 봉 순·박 명 희[†]

위덕대학교 외식산업학부

Measurement of Antioxidation Substances in Basil

Bong-Soon Suh and Myung-Hee Park[†]

Division of Food Service Industry, Uiduk University, Gyeongju 780-713, Korea

Abstract

Basil is known to contain six types of polyphenols that engage in physiological activation; protocatechuic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, coumaric acid, rosmarinic acid and quercetin. In this study, the antioxidants in eight types of basil were evaluated. Specifically, the antioxidative activation of basil was evaluated based on the relationship between active oxygen scavenging (DPPH radical-scavenging), which was used as an index showing the content and functionality of the polyphenol compounds in basil, and Fe^{2+} /ascorbate (FTC) and 2-thiobarbituric acid (TBA). The total polyphenol content of the different types basil occurred in the following order: Dark-opal> Lettuce> Bush> Greek> Lemon> Sweet> Geno> Holy. The highest content Dark-opal was 173.3 mg, which was about three times greater than the lowest content Holy, which was 49.85 mg. In addition, DPPH radical-scavenging by Dark-opal 51%, which was the highest scavenging activity occurred in the following order: Dark-opal> Lettuce> Bush> Greek> Lemon> Sweet> Geno> Holy. The antioxidative activation values measured using the FTC and TBA were the same as the value obtained using the DPPH method. Finally, the level of antioxidative activation measured using FTC, TBA and DPPH methods showed that the higher the content of polyphenol substance was, the stronger the antioxidative activation became.

Key words : Basil, rosmarinic acid, antioxidation, total polyphenol, DPPH radical-scavenging, FTC method, TBA method.

서 론

허브(herb)는 ‘초록색 풀’을 의미하는 라틴어인 herba에서 유래되었으며, 기원전 4세기경 테오프라스트스라는 그리스 식물학자는 허브를 다른 식물과는 달리 약용으로 이용되는 600여 종의 식물로 구분했고(이정연 2004), 일반적으로 허브는 약초, 향초, 채소, 향신료로 구분되어 사용되고 있으며, 허브의 한 종류인 바질(*Ocimum basilicum* L.)은 아프리카, 열대 아시아 등 고온다습한 지역이 원산지로 현재는 유럽을 비롯한 전 세계에서 재배되는 꿀풀과의 1년생 초본으로 0.4~0.9 m 크기로 자라며(곽병화 2001), 바질(basil)은 ‘왕자’를 뜻하는 그리스어 바질레우스(basileus)에서 유래했으며, 키친 허브라 불릴 정도로 서양요리에 다양하게 이용되고 있다. 특히 토마토가 들어가는 음식에 잘 어울리기 때문에 파스타나 피자, 샐러드 재료, 그리고 허브버터로도 이용된다. 건조된 잎과 꽃 부분을 수증기 증류한 정유(essential oil)를 주로 화장품, 향수, 비누, 치약 등의 향료로 이용하고, 그 외 의약품 및

식용으로 널리 이용되고 있으며(Lee *et al* 1999), saponin 등을 함유하고 있으므로 의약 분야에서 신경통약으로 사용된다(Deni B 1990).

우리나라에서도 경제 무역의 활성화 및 고도의 경제 성장으로 소비자들의 소득 및 교육 수준의 향상과 함께 식생활에도 서구문화의 유입으로 다양하게 변천되고 새로운 식문화를 형성하고 있다. 그중에서도 향신료의 사용이 증가되고 있다. 그러나 우리나라의 허브 사용은 다른 선진국에 비하여 현저하게 낮은 수준에 있으나, 생활환경이 계속 변화되고 있어 최근에는 젊은 층으로부터 다양한 향에 대한 인식의 변화와 소비가 증가되고 있는 실정이다. 여러 가지 허브 중에서도 바질은 독특한 향을 가지는 종으로 꽃이 피기 전 잎의 향기가 가장 강한 것으로 알려져 있으며, 이 시기가 바질 잎을 수확하는 최적기이다(최영진 1992). 국내의 바질 연구로는 바질 정유 성분과 휘발성 성분의 분석이 있으며, 최근에는 바질의 항산화 활성에 관한 연구가 보고 되어 있다(Lee *et al* 1999, Ahn *et al* 2001, Kim *et al* 2005). 식품에 존재하는 생리활성 물질의 대부분은 폴리페놀 화합물이며, 이 물질은 항세균, 항알레르기, 항산화, 항종양, 항암, 심장 질환 등에 효

[†] Corresponding author : Myung-Hee Park, Tel : +82-54-760-1604, Fax : +82-54-760-1709, E-mail : n95971022@nate.com

과가 있는 것으로 알려져 있다(Hung *et al* 1992). 바질의 폴리페놀 화합물인 rosmarinic acid(RA)는 체내에서 생성된 활성 산소 및 체내에서 과잉으로 발생하는 라디칼을 제거하는 기능도 보고 되고 있다(Kim *et al* 2005). 따라서 본 연구에서는 8종의 바질을 이용하여 품종에 따른 총 폴리페놀 화합물 함량과 기능성을 나타내는 하나의 지표로 활용되고 있는 활성 산소 소거능(DPPH 라디칼 소거능), Fe^{2+} /ascorbate(FTC), 2-thiobarbituric acid(TBA)를 이용한 항산화 활성과의 관계를 조사하였다.

실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 이용한 바질은 일반명 'Bush, Dark-opal, Geno, Greek, Holy, Lemon, Lettuce, Sweet' 등 8종을 한국 인삼초 연구원(수원)에서 분양을 받아 사용하였다. 바질은 잎만을 채취하여 증류수를 이용하여 깨끗하게 세척하였고, 실험실용 키친 타올을 이용하여 여분의 물기를 제거하였다. 이렇게 준비한 바질 잎을 진공 동결 건조 처리하여 건조한 다음 분쇄기(MSM-515, Taegyung, Korea)로 분말 제조하였다.

2. 실험 방법

1) 총 폴리페놀 화합물 측정법

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 법을 이용하여 분석하였다. 80% ethanol로 추출하여 제조한 바질 분말 약 1 g을 vial에 넣고 80% ethanol 10 mL를 첨가하여 초음파 처리기를 이용하여 1시간 동안 추출하였다. 원심 분리하여 잔사를 제거하고 그 상층액을 분석에 이용하였다.

그 후 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 100 μ L를 넣고 잘 혼합한 후 6분간 실온에 방치하였다. 여기에 10% Na_2CO_3 포화 용액 2 mL를 가한 후 증류수로 5 mL가 되도록 정용하였다. 이것을 잘 혼합하여 실온에서 1시간 방치한 후 UV-VIS Spectrophotometer(Shimadzu UV mini Model 1240)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Blank는 바질 추출물과 증류수를 사용하였으며, 표준 물질 rosmarinic acid(Sigma Chemical Co., St, Louis, USA)를 이용하여 동일한 방법으로 작성된 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 환산하였다.

2) DPPH를 이용한 라디칼 소거능의 측정법

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)에 의한 바질 추출물의 효과는 Blios법(1958)에 의하여 분석하였다. 즉, 80% ethanol로 추출한 시료 용액 50 μ L에 ethanol 2,500 μ L와 1 mM의

DPPH/ethanol 용액 500 μ L를 첨가 혼합하여 20분간 실온에 방치하였다. 이것을 525 nm에서 UV-VIS Spectrophotometer(Shimadzu UV mini Model 1240)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

Blank는 DPPH 대신에 ethanol을 사용하였고, control은 바질 추출물 대신 ethanol을 사용하였으며, DPPH에 의한 항산화능(%)은 다음 계산식과 같다.

$$\text{항산화능 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample 흡광도} - \text{Blank 흡광도}}{\text{Control 흡광도}} \right) \times 100$$

3) Fe^{2+} /ascorbate(FTC)법을 이용한 항산화 활성 측정

바질 추출물 4 mL에 2.51% linoleic acid 4.1 mL, 50 mM 인산 완충 용액(pH 7.0) 8 mL, 증류수 3.9 mL를 첨가하여 용액을 잘 혼합한 후 40°C 어두운 곳에 항온 처리해서 과산화물을 유도시켰다. 이 혼합 용액 0.1 mL, 75% ethanol 9.7 mL, 30% ammonium thiocyanate 0.1 mL를 순서대로 첨가한 후 잘 섞는다. 여기에 2×10^{-2} M ferrous chloride(3.5% HCl에 녹인 것)를 0.1 mL 가한 후 잘 섞이도록 한 후 정확히 3분 후에 UV-VIS Spectrophotometer(Shimadzu UV mini Model 1240)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

4) 2-Thiobarbituric Acid(TBA)법을 이용한 항산화 활성 측정

바질 추출물 4 mL에 2.51% linoleic acid 4.1 mL, 50 mM 인산 완충 용액(pH 7.0) 8 mL, 증류수 3.9 mL를 첨가하여 용액을 잘 혼합한 후 40°C 어두운 곳에 항온 처리하여 일정 간격으로 측정하였다.

먼저 각 시료 용액 1 mL를 원심분리 튜브에 넣고 20% trichloroacetic acid(TCA) 2 mL와 1% 2-thiobarbituric(TBA) 2 mL를 가하여 혼합한 후 열탕조에서 10분간 가열 처리하여 흐르는 물에 냉각시킨 후 5°C 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 그 상층액을 532 nm에서 측정하여 TBA값을 측정하였다.

실험 결과 및 고찰

1. 바질의 총 폴리페놀 물질 함량

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포하고 있는 물질의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지고 있다. 페놀성 OH기에 의한 강력한 항산화 활성이나 활성 산소의 소거능이 알려져 있는데(Stirp & Corte 1969, Duval & Shetty 2001) 이러한 기능들로부터 크게 주목 받고 있는 물질들이다. 8종류의 바질의 잎에 함유되어 있는 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과를

Table 1. Total polyphenol contents in 8 kinds of basil leaves

Sample	Total polyphenol
Bush	111.65±0.13*
Dark-opal	173.30±1.36
Geno	59.65±0.18
Greek	106.60±0.25
Holy	49.85±0.01
Lemon	70.05±0.98
Lettuce	118.15±0.01
Sweet	65.15±0.21

* Listed value is expressed as average($n = 3$, mg/100 g d.wt.)±S.D. of rosmarinic acid.

Table 1에 나타내었다. 총 폴리페놀 화합물의 함량 Dark-opal 이 34.66 mg, Lettuce가 23.63 mg, Bush가 22.33 mg, Greek가 21.32 mg, Lemon이 14.01 mg, Sweet가 13.03 mg, Geno가 11.93 mg이었고 함량이 가장 작았던 Holy는 9.97 mg으로 Dark-opal의 약 1/3 정도의 함량이었다. 우리가 일반적으로 많이 소비하고 있는 Sweet 바질에는 13.03 mg으로 폴리페놀 물질의 함량이 비교적 적은 편이었다.

바질에는 protocatechuic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, coumaric acid, rosmarinic acid, quercetin이 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며, 그중에서도 rosmarinic acid의 함량이 가장 높은 것으로 보고하고 있다(Kim *et al* 2005).

2. 바질의 DPPH 라디칼 소거능

바질의 품종에 따른 1,1-dephenyl-2- picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능[radical-scavenging activity ; RSA(%)]을 측정하여 그 결과를 결과 Fig. 1과 Table 2에 나타내었다. DPPH는 항산화 물질에 의해 환원이 되어 짙은 보라색이 탈색됨으로써 항산화능을 측정하는 방법으로 알려져 있다. DPPH의 수소 공여능의 측정을 이용한 항산화 측정법에서는 Dark-opal 품종의 라디칼 소거능이 약 51%로 8품종 중에 가장 좋았다(Fig. 2). 다음으로는 Lettuce>Bush>Greek>Lemon>Sweet>Geno>Holy의 순이었다.

아스코르빈산, 토코페롤 및 페놀성 화합물과 플라보노이드 유도체 등이 유효 기능성 물질로서 항산화에 관여하는 것으로 알려지고 있다(Kyrtopoulos SA 1989). Table 1의 결과에서도 알 수 있듯이 바질은 그 품종에 따라 페놀 화합물의 함량에는 차이가 있다는 것을 알 수 있었다. 페놀 화합물의 함량이 가장 많았던 Dark-opal 품종의 DPPH 소거능이 가장 높아 페놀 화합물과의 유효 관계를 알 수 있었으며, 또한 페

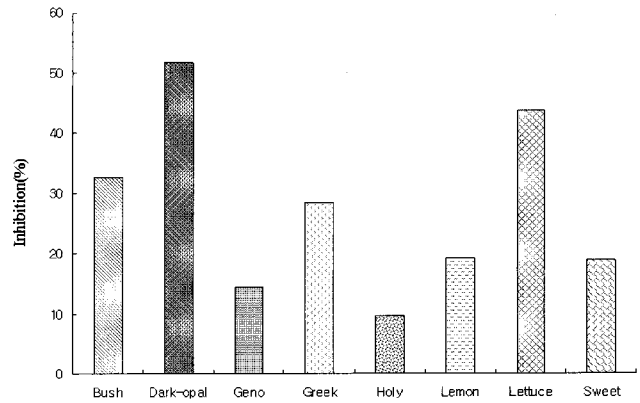


Fig. 1. Effects of DPPH radical-scavenging activity of 8 kinds of basil leaves.

Table 2. Effects of DPPH radical-scavenging activity of 8 kinds of basil leaves

Sample	Inhibition(%)
Bush	32.61
Dark-opal	51.69
Geno	14.29
Greek	28.38
Holy	9.52
Lemon	19.12
Lettuce	43.63
Sweet	18.86

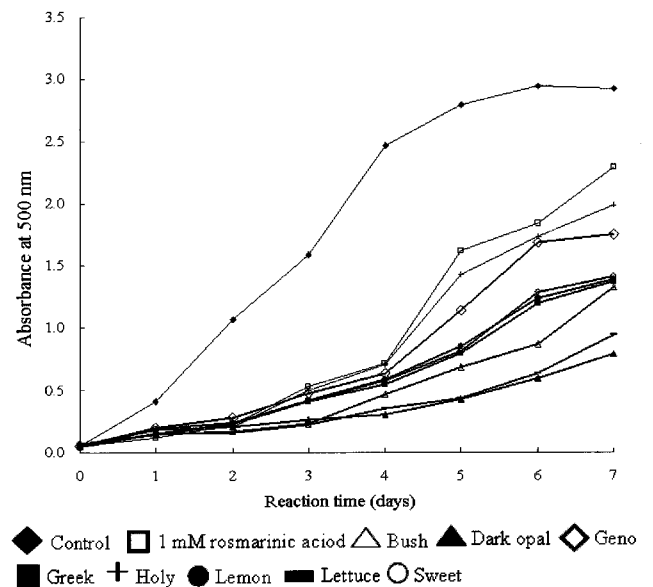


Fig. 2. Antioxidative activity in 8 kinds of basil leaves by Fe²⁺/ascorbate(FTC) method.

늘 화합물은 항산화능에 영향을 주는 유효 기능성 물질임을 확인할 수 있었다. 폴리페놀 물질을 이용하여 DPPH 소거능을 연구한 Villano *et al*(2007)의 연구에서 폴리페놀 물질에 따라 항산화능이 차이가 있으며, 반응 시간에 따라 소거능에 영향을 줄 수 있다고 보고하였다. 따라서 DPPH 소거능을 이용한 항산화 활성의 결과도 인정될 수 있으나, 보다 명확하게 품종별 항산화 활성을 알아 보기 위하여 FTC법과 TBA법을 이용하여 DPPH법과 비교 분석하였다.

3. 바질 품종에 따른 항산화 활성 측정(FTC법: Ferric Thiocyanate Method, TBA법; 2-Thiobarbituric Acid)

항산화를 측정하는 방법에는 여러 방법이 있으나, FTC, TBA법은 linolic acid를 첨가하여 시간의 경과에 따라 변화되는 항산화력을 측정하는 방법으로 반응 기간 동안 지방산의 조성, 산화의 활성 항산화제 등의 영향을 받는다(Tarladigis *et al* 1960). 본 실험에서는 8종의 바질 추출물을 첨가하여 그 항산화 활성을 측정하였는데 FTC법을 이용한 결과가 Fig. 2, TBA법을 이용한 결과가 Fig. 3이다.

Fig. 2의 결과에서도 알 수 있듯이 바질의 추출물과 바질에 함유되어 있는 대표적인 폴리페놀 물질인 rosmarinic acid를 첨가한 처리구와 아무것도 첨가하지 않은 대조군에서 항산화 활성에 차이가 있었다. 대조군은 실험을 시작한 1일부터 큰 폭으로 변화가 일어나 흡광도가 급격하게 증가하여 산화가 매우 빠르게 진행되었음을 알 수 있었다. 대조군의 흡광도는 실험 6일째에 최대로 나타났고, 7일째에는 흡광도가 감소하였기 때문에 FTC법, TBA법을 이용한 실험 기간을 7일간으로 설정하여 항산화 활성을 측정하였다. 바질 추출물의 항산화 활성을 보다 가시적으로 알기 쉽게 하기 위하여 1 mM의 rosmarinic acid를 첨가하여 표준 물질의 항산화 활성과 비교하여 보았다. 8품종의 바질은 1 mM의 rosmarinic acid보다 항산화 활성이 강하였다. 반응 시간에 따른 항산화 활성은

반응 4일째까지는 천천히 산화가 진행되었으나 4일 이후 산화가 급격하게 진행되었다. 특히 Geno와 Holy종은 다른 품종의 바질보다 항산화 활성이 낮다는 것을 알 수 있었다. FTC 법에서도 항산화 활성이 가장 좋았던 것은 Dark-opal 품종이었다. TBA법을 이용한 측정법에서도 FTC와 동일한 경향을 나타내었다. Fig. 2 및 Fig. 3에서 대조군을 100%로 하였을 경우 품종에 따라 유지의 산패를 얼마나 억제하였는가를 나타내었다. 항산화 활성이 가장 좋았던 것은 Dark-opal로 약 87%의 억제 효과가 있었다. 다음으로는 Lettuce로 약 81%였다. 항산화 활성이 낮았던 것은 Geno와 Holy 품종으로 각각 28%와 25%였다.

활성 산소는 생체 내에서 발생하는 산화적 대사의 산물로서 유전자의 손상, 암 유발 노화 촉진 및 퇴행성 질환에 관여하는 것으로 알려져 있다(Kim *et al* 1987, Wiseman 1996, Park *et al* 2003). 사람은 체내에 활성 산소를 억제하거나 제거하는 방어 기전이 있어 스스로 보호하고 있으나, 활성 산소에 의한 스트레스에 항상 노출되어 있다. 이렇게 발생하는 활성 산소를 제거해 주는 효과를 가진 물질 중 식물체에 널리 분포되고 있는 것이 폴리페놀 화합물이다. 페놀성 화합물은 식품내의 지질이나 생체막의 지질이 활성 산소에 의하여 산화되어 불안정한 상태로 되나, 이것을 비교적 안정된 상태로 유도하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Pratt DB 1992, Choi HS 1994, Higasi GS 2000). 바질에는 rosmarinic acid 이외에도 protocatechuic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, coumaric acid, quercetin과 같은 폴리페놀 물질이 함유되어 있으나 그 함량이 가장 많은 것이 rosmarinic acid였다.

Rosmarinic acid(α -O-caffeoyl-3,4-dihydroxyphenyl-lactic acid)는 Ocimum속에 가장 많이 함유되어 있는 물질로 항산화(Chen *et al* 1992, Cuvelier *et al* 1996, Frankel *et al* 1996), 항HIV(Mazumder *et al* 1997), 항염증 작용(Kelm *et al* 2000) 등과 같은 흥미로운 효과를 가지고 있는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서도 DPPH 법, FTC 법, TBA 법을 이용한 항산화 활성이 폴리페놀 물질의 함량이 많을수록 항산화 활성이 강한 결과를 나타내었다.

요약 및 결론

최근 우리나라에서는 국민소득의 증가와 식습관의 변화로 인해 특히 유지 함유가 높은 식품의 다량 섭취로 인한 성인병의 발병률이 높아지고 있으며, 유지 중에서는 불포화 지방산이 공기 중의 산소와 결합하여 식품 제조, 저장 중에 산화되는 성질을 가지고 있다. 이때 과산화 지질이 발생하기도 하고, 생체 내에서는 활성 산소에 의하여 과산화 지질이 생성되며, 생체막에서는 인지질이 산화되어 막의 구조에 변화가 생기거나 파괴되어 질환을 발생하는 원인으로 지적되고 있

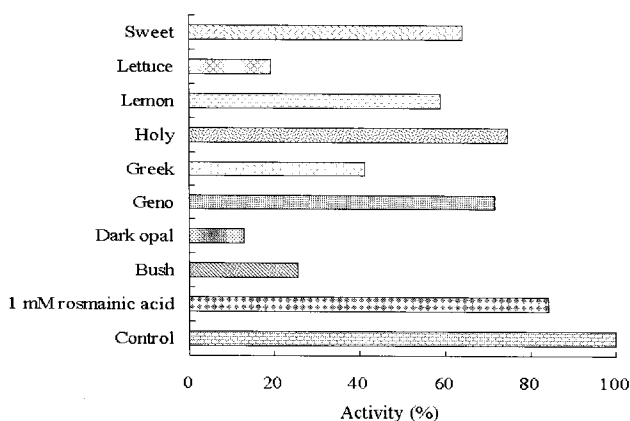


Fig. 3. Antioxidative activity in 8 kinds of basil leaves by 2-thiobarbituric acid(TBA) method.

다. 식품 내의 지질이나 체내의 생체막에 존재하는 지질은 활성 산소의 존재 하에 유리기와 연쇄 반응으로 산화되어 식품의 품질 변화 및 생체 노화의 원인이 된다(Choi HS 1994). 생체 내에서 발생하는 활성 산소를 제거하는 능력으로 주목을 받고 있는 것이 식물 중에 함유되어 있는 폴리페놀 물질이다. 허브는 그 독특한 향으로 인하여 여러 가지 요리에 첨가되며, 지질에 대한 항산화 효과와 항균 활성을 가지고 있으며, 특히 바질에는 생리활성에 관여하는 6종의 폴리페놀인 protocatechuic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, coumaric acid, rosmarinic acid, quercetin 등이 알려져 있는데, rosmarinic acid의 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 원래 rosmarinic acid는 로즈마리(*Rosmarinus officinalis*)에서 처음 분리된 것이기 때문에 부처진 이름이기는 하나 로즈마리보다 rosmarinic acid의 함량이 많기 때문에 주목되고 있는 것이다. Rosmarinic acid는 꿀풀과와 다른 식물에서 생산되는 다기능성 폴리페놀 계통의 물질로 항산화, 항염, 관절염 억제, 심장기관 보호 등의 효과를 가지고 있다. rosmarinic acid의 항산화 능력은 vitamin E 보다도 뛰어난 것으로 알려져 있으며 세포손상이나 노화 억제 효과도 뛰어나 북미에서는 건강보조제 또는 화장품의 원료로 이용되고 있다. 본 연구에서는 8품종의 바질(Bush, Dark-opal, Geno, Greek, Holy, Lemon, Lettuce, Sweet)에 함유되어 있는 총 폴리페놀 화합물의 함량과 DPPH 라디칼 소거능의 활성, Fe^{2+} /ascorbate(FTC) 법, 그리고 2-thiobarbituric acid(TBA)법을 이용하여 바질 잎의 항산화 활성을 측정하였고 그 결과는 다음과 같다.

총 폴리페놀 화합물의 양은 Dark-opal>Lettuce>Bush>Greek>Lemon>Sweet>Geno>Holy의 순이었다. 함량이 가장 많았던 Dark-opal은 173.3 mg이었고, 함량이 가장 작았던 Holy는 49.85 mg으로 Dark-opal이 약 3배 정도 높았다.

DPPH 라디칼 소거능은 Dark-opal이 약 51%로 8품종 중에 가장 좋았고, Lettuce>Bush>Greek>Lemon>Sweet>Geno>Holy의 순이었다. 이는 총 폴리페놀 함량이 높을수록 DPPH 라디칼 소거능의 활성이 높다는 것을 알 수 있다.

FTC와 TBA 법을 이용한 항산화 활성 측정도 DPPH 법과 동일한 Dark-opal>Lettuce>Bush>Greek>Lemon>Sweet>Geno>Holy순으로의 결과였다.

본 연구에서도 DPPH 법, FTC 법, TBA 법을 이용한 항산화 활성이 폴리페놀 물질의 함량이 많을수록 항산화 활성이 강한 결과를 나타내었다. 또 바질의 종류에 따라 항산화능과 폴리페놀 물질의 함량에는 차이가 있음을 알 수 있었다. 바질과 같은 허브는 단일 식품으로 사용되는 경우는 매우 적고 조리 시에 첨가되어 사용되는 경우가 많다. 또한 다양한 종류의 가공품에 첨가되기도 한다. 따라서 조리 방법에 따른 변화와 허브를 첨가하여 만든 다양한 제품에 대한 연구도 필요할 것이라 사료된다.

문 헌

- 곽병화 (2001) 꽃·나무·허브 키우기. 주부생활, 서울. pp 146-147.
- 이정연 (2004) 허브. 김영사, 경기. p 11.
- 최영전 (1992) 향료, 약미, 향신료 식물 백과. 오성출판사, 서울. pp 131-136.
- Ahn DJ, Lee JG, Kim MJ, Lee JC (2001) Comparison of volatile components in organs of *Ocimum basilicum* L. cultivated in Korea. *J Korean Med Crop Sci* 9: 130-138.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 26: 1198-1199.
- Chen Q, Shi H, Ho CT (1992) Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation and soybean lipoxygenase activity. *J Am Oil Chem Soc* 69: 999-1002.
- Choi HS (1994) Peroxide and nutrition of lipids. *J Kor Soc Food Nutr* 23: 867-878.
- Cuvelier ME, CRichard H, Berset C (1996) Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosmarinic acid. *J Am Oil Chem Soc* 73: 645-652.
- Deni B (1990) In encyclopedia of herbs and their uses. New York. pp 166-167.
- Duval B, Shetty K (2001) The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25: 361-377.
- Frankel EN, Huang SW, Aeschbach R, Prior E (1996) Antioxidant activity of a rosemary extract and its constituents, carnosic acid, carnosol and rosmarinic acid, in bulk oil and oil-in-water emulsion. *J Agric Food Chem* 44: 131-135.
- Higasi GS (2000) Appraisal of antioxidative activity from vegetables. *Jsp. J Food Ind* 57: 56-64.
- Hung MT, Ho CT, Lee CY (1992) Phenolic compounds in food. In phenolic compounds in food and their effects on health II. Maple Press, New York pp 2-7.
- Kelm, MA, Nair MG, Strasburg GM, DeWitt DL (2000) Antioxidant and cyclooxygenase inhibitory phenolic compounds from *Ocimum sanctum* Linn. *Phytomedicine* 7: 7-13.
- Kim JH, Yoon SJ, Lee KH, Kwon HJ, Chun SS, Kim TW, Cho YJ (2005) Screening of biological activities of the extracts from basil (*Ocimum basilicum* L.). *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 173-177.
- Kim SB, Kang JH, Park YH (1987) DNA damage of lipid oxidation products and its inhibition mechanism. *Bull*

- Korean Fish Soc* 20: 419-423.
- Kyrtopoulos SA (1989) N-nitroso compound formation in human gastric juice. *Cancer Surv* 8: 423-442.
- Lee JG, Ahn DJ, Kwag JJ, Jang HJ, Jeong KT, Lee JC (1999) Volatile components of basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivated in Korea. *J Korean Food & Nutr* 12: 513-517.
- Mazumder A, Neamati N, Sunder S, Schulz J, Pertz H, Eich E, Pommier Y (1997) Curcumin analogues with altered potencies against HIV-1 integrase as probes for biochemical mechanisms of drug action. *J Med Chem* 40: 3057-3063.
- Park MH, Kang SM, Jung HY, Hong SG (2003) Protecting effects of vitamin E against immobilization stress-induced oxidative damage in rat brain. *Korean Nutr* 36: 570-576.
- Pratt DE (1992) Natural antioxidant from plant material. In phenolic compounds in food and their effects of health. American Chemical Society, Washington DC. pp 54-72.
- Pratts DB (1965) Lipid antioxidants in plant tissue. *J Food Sci* 29: 27-33.
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY (1997) Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *Korea J Food Sci Technol* 29: 595-600.
- Stirp F, Corte ED (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* 244: 3855-3863.
- Tarladigis BG, Watts BM, Younathan MT, Dugan LR Jr. (1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J Am Oil Chem Soc* 37: 44-49.
- Villano D, Fernandez-Pachon MS, Moya ML, Troncoso AM, Garcia-Parrilla MC (2007) Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta* 71: 230-235.
- Wiseman H (1996) Dietary influences on membrane function: Importance in protection against oxidative damage and disease. *Nutr Biochem* 7: 2-6.
- (2009년 8월 27일 접수, 2009년 12월 15일 채택)