

늙은 호박 부위별 추출물의 항산화 효과 및 생리활성에 관한 연구

김민지 · 홍충의 · 남미현 · 이광원*

고려대학교 생명공학부

Antioxidant Effects and Physiological Activities of Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) Extract from Different Aerial Parts

Min-Ji Kim, Chung-Oui Hong, Mi-Hyun Nam, and Kwang-Won Lee*

Division of Food Bioscience and Technology, College of Life Science & Biotechnology, Korea University

Abstract This study investigated the antioxidant effects and physiological activities of extract from various parts of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) such as leaf, flesh, skin and seed. Different dried parts of *C. moschata* were boiled in ethanol for three hours, evaporated, and lyophilized with a freeze-dryer. Total polyphenol contents were the highest in leaf (29.62 ± 0.88 mg GAE/g DM). The same result was observed in the measurement of the flavonoid content. The leaf extract of *C. moschata* had stronger DPPH radical-scavenging activities and ABTS-radical scavenging activities than any other part. Leaf extract of *C. moschata* was found to have the highest ferric-reducing antioxidant power (FRAP) value. Meanwhile, at 0.1 mg/mL of all extracts higher degree of tyrosinase inhibitory effects than kojic acid was observed (leaf; 49.58%, flesh; 40.20%, skin; 41.30%, seed; 36.79% and kojic acid; 20.70%). The glycation inhibitory activity decreased in the order leaf>skin>flesh>seed. The α -glucosidase inhibitory activity of seed extract was the highest with a value of 63.58% at the concentration of 1 mg/mL.

Keywords: *Cucurbita moschata* Duch., antioxidant activity, physiological activity

서 론

사람은 호흡을 통하여 생명을 유지하며 이 과정에서 약 2%의 활성산소가 발생되는데(1), 이러한 활성산소는 생체에 이물질이 침입했을 때 방어 시스템의 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 그런데 활성산소가 생성되는 속도가 제거되는 속도보다 커지면 오히려 생체조직을 공격하여 심각한 결과를 초래한다(2). 과다하게 생성된 활성산소는 정상 세포막과 세포를 손상시키며(3), 피부를 구성하는 콜라겐을 산화시켜 노화를 촉진하고(4), 동맥경화, 고지혈증, 뇌졸중 등의 신경손상성 질환, 백내장, 당뇨 등의 질병을 부른다(5,6).

생체 내에는 항산화에 관련된 superoxide dismutase(SOD) 등을 포함하는 항산화 효소들이 존재하기 때문에(7) 산화 환원의 균형을 유지하려 노력한다(8). 하지만 생체 내 생성된 활성산소뿐만 아니라 환경오염, 스트레스 등으로 인하여 활성 산소가 발생하게 된다(9). 따라서 산화 반응을 방지하기 위한 수많은 항산화 및 생리활성 물질들이 개발, 이용되고 있다(10,11).

늙은 호박(*Cucurbita moschata* Duch.)은 호박 중에서도 동양계 호박 종류(*Cucurbita* spp.)로(12) 위장 보호, 회복기의 환자, 산후

부종제거 등에 좋은 식품으로 많이 이용되어 왔다. 호박의 이용과 관련하여 영양성분(13,14), 카로티노이드 조성(15,16) 등과 같은 기초적인 연구가 이루어져 왔으나 생산량에 비해 사용범위가 한정적인 작물 중의 하나이기도 하다. 그러나 과육 외 부위에서도 각종 활성이 보고되고 있는바 본 연구는 늙은 호박의 부위에 따른 항산화 활성 및 생리활성을 비교하여보고 보다 효율적으로 늙은 호박을 이용할 수 있는 근거를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

늙은 호박 부위별 추출 및 조제

본 실험에서 사용한 동양계 호박(*Cucurbita moschata* Duch.)은 2009년 9월에 경기도 용인시 처인구 원삼면 농가에서 수확한 것을 사용하였다. 수확한 호박과 잎을 세척한 후 호박은 표면으로부터 3 mm 정도로 과피를 분리한 다음 내부의 섬유상 부분을 포함한 과육 및 씨로 구분하였다. 각 시료를 동결건조 시킨 후 분쇄한 건조시료 100 g을 100% 에탄올 4 L에 넣고 3시간 동안 환류 추출한 후 여과하였다. 여액은 감압농축 및 동결건조하였고, 실험에 사용하기 전까지 -70°C 에서 보관하였다.

일반성분 및 수율

일반성분은 AOAC 방법에 따라 분석하였다(17). 수분은 105°C 상압건조법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법으로 조단백질은 Kjeldahl 식 질소 정량법을 이용하였다. 조회분은 550°C 직접회화법으로, 조섬유는 산·알칼리 처리법으로 정량한 후, 탄수화물의 함량을 100%에서 상기의 함량을 제한 값으로 계산하였다.

또한 각 부위별 추출물의 수율은 100% 에탄올 추출물을 동결

*Corresponding author: Kwang-Won Lee, Division of Food Bioscience & Technology, College of Life Science and Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea
Tel: 82-2-3290-3027
Fax: 82-2-927-1970
E-mail: kwangwon@korea.ac.kr
Received October 1, 2010; revised January 19, 2011;
accepted January 29, 2011

건조하여 분말대비 건조물의 중량비로 나타내었다.

총 폴리페놀 화합물 함량

총 페놀 함량은 Folin-denis 법을 일부 변형하여 비색 정량 하였다(17). 호박 부위별 추출액을 50 μ L 취하고, 여기에 25 μ L의 Folin-Ciocalteu reagent를 가한 후, 20% sodium carbonate solution 을 125 μ L 첨가하여 잘 섞고 실온에서 40분 방치한 후 분광광도계(Jasco V-530, Japan Servo Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 725 nm에서의 흡광도를 측정하였으며 표준물질로는 gallic acid를 사용하였다.

총 플라보노이드 화합물 함량

총 플라보노이드 함량은 호박 부위별 추출액 100 μ L에 2% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 용액을 100 μ L를 가하여 이것을 상온에서 5분간 방치한 후 430 nm에서 spectrophotometer(Bio-Tek Instruments Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 측정하였으며 표준물질로는 quercetin dehydrate 를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 플라보노이드 함량을 구하였다(18).

DPPH radical 소거 활성

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거 활성 능력은 Concepcion Sanchez-Moreno에 의한 방법을 일부 변형하여 실험하였다(19). 0.7 mM DPPH reagent 100 μ L와 시료 추출액 100 μ L를 넣고 30분간 반응시킨 후 515 nm에서의 흡광도를 측정하였고, 각 시료 추출물의 자유라디칼 소거 활성은 시료를 첨가하지 않은 DPPH radical 의 농도가 50% 감소하는데 필요한 시료의 농도인 SC_{50} (50% scavenging activity)로 결과를 나타내었다. 이 때 활성비교를 위하여 ascorbic acid를 사용하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였다.

ABTS radical 소거 활성

ABTS(2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical 을 이용한 항산화력 측정은 ABTS cation decolorization assay에 의한 방법을 일부 변형하여 시행하였다(20). 7 mM ABTS reagent 와 2.45 mM potassium persulfate를 혼합하여 암소에서 12-16시간 동안 방치하여 ABTS radical 을 형성시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.70(\pm 0.02)이 되도록 희석하였다. 희석된 용액 160 μ L에 추출액 20 μ L를 넣은 후 6분 후 734 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료 추출물의 radical 소거 활성은 50%의 antioxidant 효과를 보이는 SC_{50} 값으로 계산하였고, ascorbic acid를 표준곡선으로 사용하였다.

Ferric-reducing antioxidant power(FRAP)에 의한 항산화능 측정

FRAP assay는 환원력을 이용한 방법으로 Benzie와 Strain에 의한 방법을 응용하여 실행하였다(21). 실험에 쓰이는 FRAP reagent 는 sodium acetate buffer(pH 3.6, 300 mM)와 40 mM HCl에 용해시킨 10 mM의 TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine), 20 mM의 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 를 10:1:1의 비율로 사용하였다. 시료 추출액 6 μ L와 FRAP reagent 180 μ L를 혼합하여 5분간 방치한 후 595 nm에서 흡광도를 측정하였고 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 를 사용하여 환원력을 계산하였다. 대조군으로는 ascorbic acid를 사용하였다.

Tyrosinase 활성 저해 효과

Tyrosinase 효소 활성 억제 효과 측정은 Wong 등의 방법에 따

라 측정하였으며(22), 추출물 15 μ L, 50 mM sodium phosphate buffer(pH 6.5), 10 mM L-DOPA 용액과 tyrosinase 효소액을 가하고 10분간 37°C에서 반응시키고, 한편으로 tyrosinase 무첨가군을 설정하여 475 nm 에서 흡광도를 측정한 후 두 차이를 관찰하였다. 대조군으로는 kojic acid를 사용하였으며 tyrosinase에 대한 효소활성 저해능은 반응 후의 흡광도와 반응 전의 흡광도 변화 값의 비율로 계산하였다.

최종당화산물 생성 억제 효과

Glycation 반응이 진행되어 만들어지는 최종당화산물(AGEs, advanced glycation endproducts)의 생성 억제 효과를 알아보기 위해 McPherson 등의 방법을 일부 변형하여 실험하였다. 10 mM의 glyceraldehydes와 10 mg/mL의 bovine serum albumin(fatty acid free), 1 mM의 DTPA(diethylene triamine pentaacetic acid)와 0.1 M의 phosphate buffer(pH 7.0), 방부제로 0.02% sodium azide를 혼합하여 생성된 최종당화산물에 최종 농도 2 mg/mL로 계산한 시료를 20 μ L 넣어 37°C에서 5일간 반응을 진행시켰다. 대조군으로는 10 mM의 aminoguanidine을 사용하였으며 AGEs의 생성 및 억제 확인을 위해 excitation 370 nm와 emission 440 nm에서 형광도(VICTOR3™, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 찍어 관찰하였다.

α -glucosidase 활성 억제 효과

α -glucosidase 활성억제 측정은 *in vitro*에서 기질과의 반응역학 분석(kinetic analysis) 방법으로 억제율을 측정하였다. 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0) 200 μ L, 10 mg/mL 농도의 시료 10 μ L, rat intestinal acetone powder(Sigma, St. Louis, MO, USA)로 만든 효소액 50 μ L, 기질 2 mM p -nitrophenyl- α -D-glucopyranoside 250 μ L 순으로 가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, 90 water bath에서 효소를 불활성화하여 반응을 정지하였다. 대조군으로는 acarbose를 선택하여 실험하였고 405 nm에서 흡광도를 측정하여 30분간 반응시킨 군과 반응시키지 않은 군의 전후 차이를 이용하여 계산하였다.

통계 처리

본 실험에서 측정된 모든 수치는 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 실험군간의 통계학적 분석은 statistical analysis system(SAS)을 이용하여 one-way analysis of variance(ANOVA) 분석을 실시하였으며 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test 로 $p < 0.05$ 의 수준에서 통계학적 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 수율

본 실험에 사용된 늙은 호박의 부위별 일반성분 함량의 일반 분석결과 호박씨가 수분과 조섬유의 함량을 제외한 조단백, 조지방, 회분에서 잎, 과육, 과피보다 높은 것을 확인하였다. 늙은 호박을 잎, 과육, 과피 및 씨로 구분한 후 100% 에탄올로 동결건조하여 추출 전 분말대비 건조물의 중량비로 나타낸 추출물의 수율은 Table 1과 같았다. 과육, 과피, 잎, 씨의 순서로 수율이 높았으며 5.86-27.77%의 범위로 확인되었다.

총 폴리페놀 화합물 함량

Total polyphenol 함량 실험은 강력한 산화력을 가지는 폴리페놀의 산화 환원반응을 응용한 것으로 폴리페놀성 화합물에 의해

Table 1. Proximate composition and yield of *Cucurbita moschata* Duch. from different aerial parts

| | Leaf | Flesh | Skin | Seed |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Moisture | 88.25±0.15 ^{a3)} | 93.55±0.05 ^b | 94.16±0.98 ^b | 51.85±1.91 ^c |
| Crude Protein ¹⁾ | 5.04±0.05 ^a | 1.03±0.04 ^b | 0.30±0.03 ^c | 28.62±0.25 ^d |
| Crude Lipid | 0.39±0.01 ^a | 0.74±0.04 ^a | 0.63±0.01 ^a | 14.03±0.84 ^b |
| Crude Ash | 2.68±0.21 ^a | 0.80±0.16 ^b | 0.25±0.03 ^c | 4.64±0.39 ^d |
| Crude Fiber | 3.34±0.19 ^a | 3.76±0.25 ^b | 3.28±0.26 ^a | 0.10±0.01 ^c |
| Carbohydrate ²⁾ | 0.30±0.17 ^a | 0.12±0.19 ^b | 1.38±0.74 ^c | 0.76±1.89 ^c |
| Yield | 8.58±0.33 ^a | 27.77±0.17 ^b | 20.51±0.29 ^c | 5.86±0.31 ^d |

Each sample express percentage (%). ¹⁾Crude protein contents and ²⁾carbohydrate contents express a total N(%)×6.25(nitrogen factor) and 100%-the others part. ³⁾different letters in a row indicate significant difference ($p<0.05$).

Table 2. Total flavonoid, polyphenol, and antioxidant activities of ethanol extracts from *Cucurbita moschata* Duch. from different aerial parts

| | Leaf | Flesh | Skin | Seed | Control |
|---|---------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|--|
| Total polyphenol ¹⁾ (mg GAE/gDM) | 29.62±0.88 ^{a6)} | 7.08±0.84 ^b | 12.08 ± 0.88 ^c | 1.52±0.53 ^d | - |
| Total flavonoid ²⁾ (mg QE/gDM) | 18.91±0.35 ^a | 1.89±0.24 ^b | 5.86±0.27 ^c | 0.93±0.23 ^d | - |
| DPPH SC ₅₀ ³⁾ (mg DM/mL) | 1.27±0.14 ^a | 3.85±0.13 ^b | 2.83±0.07 ^c | 7.33±0.53 ^d | 0.026±0.01 ^c (Ascorbic acid) |
| ABTS SC ₅₀ ⁴⁾ (mg DM/mL) | 2.28±0.05 ^a | 5.00±0.11 ^b | 4.20±0.07 ^a | 11.46±1.49 ^c | 0.065±0.01 ^d (Ascorbic acid) |
| FRAP ⁵⁾ (mM FeSO ₄ · 7H ₂ O/g DM) | 388±31 ^a | 133±17 ^b | 115±18 ^b | 119±08 ^b | 7967±195 ^c (Ascorbic acid) |

¹⁾Total polyphenol contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE), ²⁾Total flavonoid contents are expressed as quercetin equivalents (QE), ³⁾DPPH-scavenging activity (DPPH SC₅₀), ⁴⁾ABTS-scavenging activity (ABTS SC₅₀), and ⁵⁾ferric-reducing antioxidant power (FRAP) of the ethanol extract of *Cucurbita moschata* from different aerial parts. DM and SC₅₀ express dry matter and amount of sample necessary to decrease the initial DPPH radical (or ABTS radical) concentration by 50%, respectively. ⁶⁾Different letters in a row indicate significant difference ($p<0.05$).

환원되어 청색으로 변하는 현상을 이용한 것이다(17). 부위별 호박 추출액의 총 페놀 함량을 측정된 결과(Table 2의 상단) 대조군인 ascorbic acid는 1 mg/mL에서 192.06±0.72 mg GAE/g DM로 측정된 반면 호박의 부위별 추출물은 낮은 함량의 폴리페놀 함량을 보였다. 그러나 부위별로 살펴보면 잎 29.62±0.88 mg GAE (gallic acid equivalents)/g DM(dry matter), 과피가 12.08±0.88, 과육은 7.08±0.84이었고, 씨는 1.52±0.53 mg GAE/g DM로 잎이 가장 높게 나타났다. Kang 등의 늙은 호박 추출물 연구에서도(23) 과피와 과육 부분을 비교해본 결과 과피의 폴리페놀 함량이 높게 측정되어 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

총 플라보노이드 화합물 함량

추출물의 농도를 1 mg/mL로 하여 실험한 결과(Table 2) 잎은 18.91±0.35 mg QE(quercetin equivalents)/g DM, 과피는 5.86±0.27 mg QE/g DM로 나타났다. 반면 과육과 씨에서는 1.89±0.24 mg QE/g DM, 0.93±0.23 mg QE/g DM로 나타나 잎과 과피에 비해서는 낮은 수치를 보였고 대조군인 gallic acid는 1 mg/mL에서 122.46±0.20 mg QE/g DM으로 측정되었다.

이는 Kang 등의 연구와(23) Lee 등의 늙은 호박 추출물 연구에서(24) 늙은 호박의 부위 중 과육보다 과피에서 높은 플라보노이드 함량을 나타내 같은 결과를 보였다. 그러나 본 실험에서는 잎에서 과피보다 두 배 이상 높은 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 있다고 나타났기에 잎에서 가장 높은 항산화 성분을 함유하고 있다고 보여진다.

DPPH radical 소거 활성

DPPH radical 소거활성 측정은 분자 내 radical을 가지고 있는 보라색의 화합물로 ascorbic acid, polyhydroxy 방향족 화합물 등에 의해 전자나 수소를 받아 불가역적으로 안정한 분자를 형성하여 환원되어짐에 따라 보라색에서 탈색되어 가는 원리를 이용한 것이다(19). DPPH radical 소거활성 측정 결과(Table 2) 대조군인 ascorbic acid의 SC₅₀값은 0.026 mg DM/mL로 호박 추출물과 비교했을 때 잎은 1.27 mg DM/mL, 과육은 3.85 mg DM/mL, 과피는 2.83 mg DM/mL 그리고 씨는 7.33 mg DM/mL로 나타나 각각의 유의성은 있었으나 대조군과 비교하여 큰 항산화력은 보이지 않았다. 그러나 Kang 등의 연구와(23) 마찬가지로 농도가 증가함에 따라 소거활성 정도가 모두 증가하는 경향을 보였다.

ABTS radical 소거 활성

부위별 호박 추출물의 ABTS radical의 소거 활성을 비교한 결과 SC₅₀값이 잎은 2.28 mg DM/mL, 과육은 5.00 mg DM/mL, 과피는 4.20 mg DM/mL이었고, 씨는 11.46 mg DM/mL로 관찰되었다(Table 2). 대조군인 ascorbic acid의 SC₅₀값은 0.065 mg DM/mL의 결과를 나타내었다.

Ferric-reducing antioxidant power(FRAP)에 의한 환원력 측정

FRAP에 의한 환원력 실험의 원리는 금속이온인자(Fe²⁺ 등)에 대한 킬레이트 활성이 높을수록 산화 반응에 촉매작용을 감소시켜 항산화 활성을 보이고 높은 환원력을 가지는 물질은 흡광도

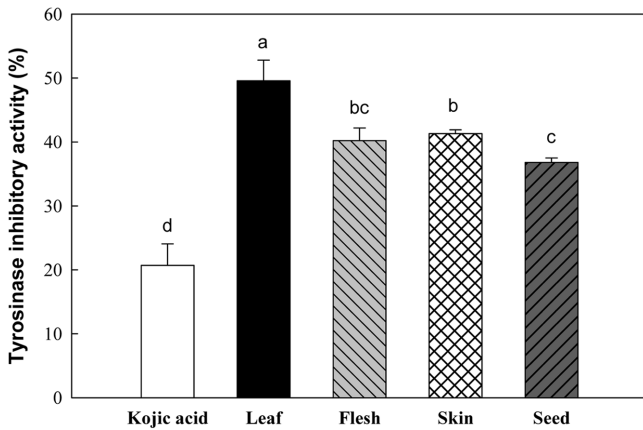


Fig. 1. Tyrosinase inhibitory activity of the sample extract from *Cucurbita moschata* Duch. Kojic acid, 0.1 mg/mL; sample extract, final concentration 0.1 mg/mL. ^{a-d}Values with different superscripts within a each column were significantly different at $p < 0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test.

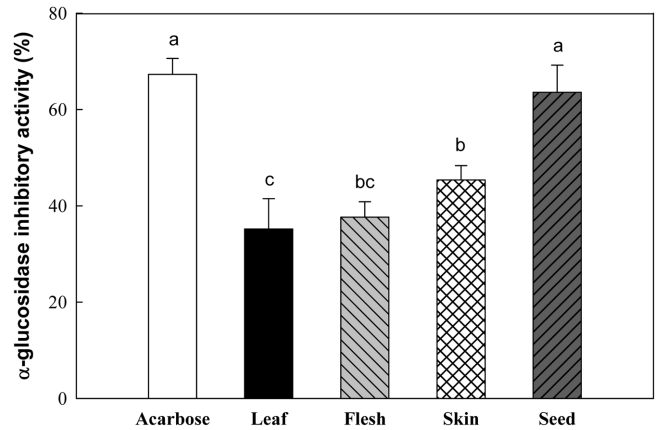


Fig. 3. alpha-Glucosidase Inhibitory activity of the sample extract from *Cucurbita moschata* Duch. Acarbose, 0.06 mM; sample extract, final concentration 1 mg/mL. ^{a-c}Values with different superscripts within a each column were significantly different at $p < 0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test.

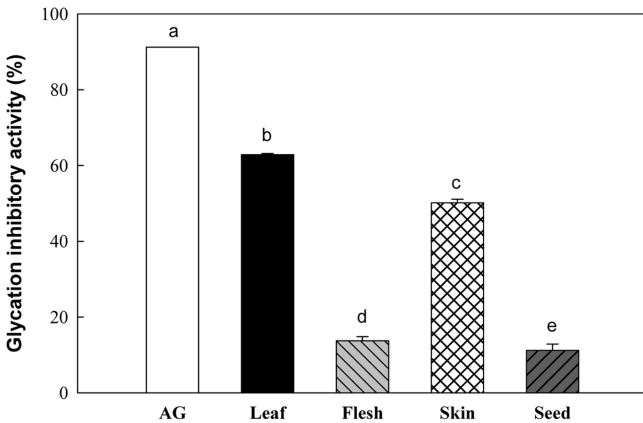


Fig. 2. Glycation inhibitory activity of the sample extract from *Cucurbita moschata* Duch. AG, Amino guanidine 10 mM; sample extract, final concentration 2 mg/mL. ^{a-e}Values with different superscripts within a each column were significantly different at $p < 0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test.

의 수치가 높게 나타나게 된다(21). 호박 부위별 추출물의 환원력을 측정된 결과는 다음과 같았다(Table 2의 하단). 1 mg/mL 농도에서 대조군인 ascorbic acid은 7967±195 mM FeSO₄·7H₂O/g DM가 계산되었고 이에 비교하여 실험군에서 잎은 388±31 mM FeSO₄·7H₂O/g DM, 과육은 133±17 mM FeSO₄·7H₂O/g DM, 과피와 씨는 각각 115±18 mM FeSO₄·7H₂O/g DM, 119±08 mM FeSO₄·7H₂O/g DM로 호박의 부위 중 잎이 가장 높은 환원력을 가지고 있는 것을 확인하였다.

Tyrosinase 효소 활성 억제 효과

Tyrosinase로 인해 생성된 melanin 생성은 색소침착으로 이어지고 피부 노화를 촉진시키는 등의 산화 반응을 일으키기에 노화의 특징적인 항목 중 한 가지로 알려져 있다. 이렇게 생성된 멜라닌은 쉽게 분해하기 어렵기 때문에 이를 억제하기 위한 방법의 일환으로 tyrosinase의 활성을 저해하는 것이 있다(2). 이를 살펴보면 대조군인 kojic acid은 0.1 mg/mL 농도에서 20.70%로 측정된 반면 모든 부위별 추출물에서 대조군에 비해 높은 억제능

력을 나타내었다(Fig. 1). 부위별로 비교하여 보았을 때는 잎에서 49.58%, 과육은 40.20%, 과피에서는 41.30%이었고, 씨에서는 36.79%로 동일한 농도에서 대조군보다 유의적으로 모두 높은 활성을 보였으며 그 중 특히 잎에서 2배 이상의 활성저해 효과가 있었다. Lee 등의 논문은 호박 추출물의 연구와 비교하였을 때(24) 과육이 씨보다 활성억제정도가 높게 나타나 본 실험과 동일한 결과를 확인할 수 있었다. 그렇지만 본 실험에서는 잎과 과피까지 활성억제정도를 관찰하였고 그 결과 과육보다 20%정도 높은 결과를 보여 높은 호박의 부위 중 잎에서 가장 높은 tyrosinase 효소 활성 억제 효과가 있음을 나타냈다.

최종당화산물의 제조 및 확인

체내에서 glycation 반응은 식이를 통해 흡수된 포도당이나 포도당의 대사과정 중 생성된 carbonyl 화합물과 albumin, hemoglobin, collagen 등과 같은 단백질의 아미노그룹과 반응하여 몇 단계의 중간생성물을 거쳐 AGEs라고 불리는 최종당화산물을 만들게 된다(25). 이 반응은 체내, 체외에서 비가역적인 반응으로 노화의 원인이라고 보고되고 있기에 AGEs의 형성을 억제하는 효과를 알아보았다. 대조군으로는 당화반응을 억제하는 것으로 잘 알려진 10 mM aminoguanidine(AG)으로 최종당화산물 반응을 억제하는데 91.21%의 효능을 보였다. AGEs에 비해 부위별 추출물은 낮은 당화반응 억제 효과를 보였으나, 부위별로 살펴보면 과육과 씨는 13.72, 11.18%로 비교적 낮은 glycation 억제능력을 보인 반면 잎은 62.85%, 과피는 50.14%로 다른 두 부위보다는 비교적 높게 측정된 것을 볼 수 있었다(Fig. 2).

alpha-Glucosidase 억제 효과

alpha-Glucosidase는 소장에서 다당류를 단당류로 분해하는 탄수화물의 소화와 흡수에 필수적인 효소이다. 이 효소의 억제제로서 대표적인 acarbose는 소장내의 점막에서 효소 활성을 저해함으로써 다당류의 분해를 방해하여 소장에서 glucose의 흡수를 지연시켜주어 식후 혈당의 급격한 상승을 막는다(26). 0.06 mM acarbose는 67.28%의 활성 억제 효과를 보인 반면 추출물의 농도를 1 mg/mL로 한 실험군은 잎 35.19%, 과육 37.65%, 과피에서는 45.37%의 활성 억제 효과를 보였다(Fig. 3). 한편 씨의 활성이 63.58%로 acarbose 0.06 mM 과 비슷한 수치를 보여 실험군 중

가장 높은 활성 억제능을 확인하였다. 이같은 결과는 최근 안전성 측면으로 인하여 천연물로부터 효과가 있는 물질을 찾아 사용하려는 시도가 증가하고 있기에 주목할 만하다고 생각된다.

본 연구에서는 건강식품의 가공 소재 및 자원 활용 차원에서 늪은호박의 항산화 활성 및 생리활성을 비교하였다. 부위별 추출물 중 잎에서 가장 높은 항산화 활성을 나타내었고 tyrosinase 효소 활성 억제나 α -glucosidase 저해활성 등의 생리활성에서 그 가능성을 보였으므로 이를 토대로 하여 기능성을 나타내는 활성의 지표물질에 대한 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 늪은호박(*Cucurbita moschata* Duch.)의 부위별 항산화 효과 및 생리활성을 평가하기 위하여 잎과 과피, 과육과 씨 네 부분으로 나누어 일반성분을 측정하고, 환류 추출과 감압 농축 및 동결건조를 통하여 분말을 얻은 후 실험에 사용하였다.

호박의 부위별 총 폴리페놀 함량은 잎이 29.62±0.88 mg GAE/g DM로 가장 높게 측정되었다. 플라보노이드 함량도 잎이 가장 높고 과피, 과육, 씨의 순서로 측정되어 폴리페놀 함량과 같은 경향을 보였다. DPPH radical 소거 활성과 ABTS radical 소거 활성에서 SC₅₀값을 측정하였을 때는 잎에서 가장 높은 소거 활성을 나타내었다(DPPH: 1.27±0.14, ABTS: 2.28±0.05). FRAP assay를 이용한 환원력을 실험한 결과에서도 잎에서 가장 높은 환원력이 관찰되었다.

한편, 생리활성적인 측면 중 tyrosinase 효소 억제 활성 능력은 대조군인 kojic acid와 비교하였을 때 같은 농도인 0.1 mg/mL에서 20.70%이었던 반면 실험군인 잎은 49.58%, 과육은 40.20%을 보였고, 과피는 41.30%, 씨는 36.79%가 관찰되어 모두 이보다 높은 수치를 나타냈으므로 kojic acid 보다 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다. 최종당화산물(AGEs) 생성억제 효능에서는 잎(65.85%), 과피(50.14%), 과육(13.72%), 그리고 씨(11.18%)의 순서로 관찰되었다. α -Glucosidase 저해활성은 씨 부분의 저해활성이 63.58%로 67.28%를 나타낸 대조군 0.06 mM acarbose에 근접한 수치를 나타내었다.

감사의 글

본 실험을 위하여 고려대학교 CJ식품안전관의 장비 및 시설을 사용하였으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Halliwell B, Gutteridge JM. Oxygen-toxicity, oxygen radicals, transition-metals, and disease. *J. Biochem.* 219: 1-14 (1984)
2. Kuhn MA. Oxygen free radicals & antioxidants. *Am. J. Nurs.* 103: 58-62 (2003)
3. Bokov A, Chaudhuri A, Richardson A. The role of oxidative damage and stress in aging. *Mech. Ageing Dev.* 125: 811-826 (2004)
4. Kang S, Cho S, Chung JH, Hammerberg C, Fisher GJ, Voorhees JJ. Inflammation and extracellular matrix degradation mediated by activated transcription factors nuclear factor-kappa B and activator protein-1 in inflammatory acne lesions *in vivo*. *Am. J.*

- Pathol. 166: 1691-1699 (2005)
5. Steinberg D. Low density lipoprotein oxidation and its pathobiological significance. *J. Biol. Chem.* 272: 20963-20966 (1997)
6. Collier A, Rumley A, Rumley AG, Paterson JR, Leach JP, Lowe GDO, Small M. Free-radical activity and hemostatic factors in niddm patients with and without microalbuminuria. *Diabetes* 41: 909-913 (1992)
7. Sies H. Glutathione and its role in cellular functions. *Free Radical Bio. Med.* 27: 916-921 (1999)
8. Hampton MB, Orrenius S. Dual regulation of caspase activity by hydrogen peroxide: Implications for apoptosis. *FEBS Lett.* 414: 552-556 (1997)
9. Rees MD, Kennett EC, Whitelock JM, Davies MJ. Oxidative damage to extracellular matrix and its role in human pathologies. *Free Radical Bio. Med.* 44: 1973-2001 (2008)
10. Cheung LM, Cheung PCK. Mushroom extracts with antioxidant activity against lipid peroxidation. *Food Chem.* 89: 403-409 (2005)
11. Leelarungrayub N, Rattanapanone V, Chanarat N, Gebicki JM. Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *Nutrition* 22: 266-274 (2006)
12. Robinson RW, Decker-Watter DS. Cucurbits. CAB International, New York, NY, USA. pp. 71-83 (1997)
13. Kim SR, Ha TY, Song HN, Kim YS, Park YK. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for kabocha squash and pumpkin. *J. Korean Food Sci. Technol.* 37: 171-177 (2005)
14. Sharma BR, Singh D, Saimbhi NS, Bawa AS, Shukla FC. Varietal variation in the chemical composition of summer squash. *Indian J. Agr. Sci.* 49: 30-32 (1979)
15. Krinsky NI, Deneke SM. Interaction of oxygen and oxy-radicals with carotenoids. *J. Natl. Cancer I.* 69: 205-210 (1982)
16. Hidaka T, Anno T, Nakatsu S. The composition and vitamin A value of the carotenoids of pumpkins of different colors. *J. Food Biochem.* 11: 59-68 (1987)
17. Ainsworth EA, Gillespie KM. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. *Nat. Protoc.* 2: 875-877 (2007)
18. Maksimovic Z, Malencic D, Kovacevic N. Polyphenol contents and antioxidant activity of Maydis stigma extracts. *Bioresource Technol.* 96: 873-877 (2005)
19. Wang KJ, Zhang YJ, Yang CR. Antioxidant phenolic compounds from rhizomes of *Polygonum paleaceum*. *J. Ethnopharmacol.* 96: 483-487 (2005)
20. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med.* 26: 1231-1237 (1999)
21. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239: 70-76 (1996)
22. Wong TC, Luh BS, Whitaker JR. Isolation and characterization of polyphenol oxidase isozymes of clingstone peach. *Plant Physiol.* 48: 19-23 (1971)
23. Kang YH, Cha HS, Kim HM, Park YK. The nitrite scavenging and electron donating ability of pumpkin extracts. *J. Food Sci. Nutr.* 10: 31-36 (1997)
24. Lee HJ, Do JR, Kwon JH, Kim HK. Physiological activities of *cucurbita moschata* duch. Extracts with different extraction conditions. *J. Food Sci. Nutr.* 39: 165-171 (2010)
25. Baynes J, Monnie V. The Maillard reaction in aging, diabetes, and nutrition, Alan R, ed. Liss Inc, New York, NY, USA. pp. 277-290 (1989)
26. Slominski A, Tobin DJ, Shibahara S, Wortsman J. Melanin pigmentation in mammalian skin and its hormonal regulation. *Physiol. Rev.* 84: 1155-1228 (2004)