

냉동저장기간에 따른 멜론 (*Cucumis melo* L.)의 생리활성 변화

조준구¹ · 윤선주¹ · 이은탁¹ · 김태완² · 권대준^{3*}

¹(주)바이오파머, ²안동대학교 식품생명공학과, ³아시아대학교 한약자원학과

Change of Biological Activity of Melon (*Cucumis melo* L.) according to Frozen Storage Period

Jun-Gu Cho¹, Sun-Joo Youn¹, Eun-Tag Lee¹, Tae-Wan Kim², and Dae-Jun Kwoen^{3*}

¹Biofarmer Co. Ltd, Gyeongsan, 712-714, Korea

²Department of Food Science & Biotechnology, Andong National University, Andong 760-749, Korea

³Department of Oriental Medicine Resource, Asia University, Gyeongsan, 712-220, Korea

Received July 6, 2009; Accepted December 1, 2009

The change of biological activities of melon were investigated during frozen storage. The total phenolic concentrations in melon juice and water extract were 296.25 and 433.25 µg/mL, respectively. The total flavonoid contents in melon juice and water extract were 20.83 and 53.58 µg/mL, respectively. Antioxidant activities of melon juice and water extract were determined. The DPPH of water extract of melon (85.84%) was higher than the melon juice (60.58%). ABTS of melon juice and water extract were 94.50 and 99.30%, respectively. SOD-like activity and xanthine oxidase inhibitory activity of melon of water extracts were higher than those of melon juice. α-Glucosidase inhibitory activity of melon juice and water extract were 22.42 and 23.43%, respectively. The changes in the antioxidant activity of melon was insignificant until 6 months of frozen storage. Therefore, it was expected that frozen storage of melon was useful preservation expedient for consistent supply of raw materials.

Key words: antioxidant activity, frozen storage, α-glucosidase inhibitory activity, melon

서 론

현대인들은 연장된 수명만큼이나 건강하게 살려고 하는 욕구가 점차로 높아지고 있으며, 이를 반영하는 사회현상으로 건강 기능성 식품의 소비가 지속적으로 늘고 있다[Albertazzi 등, 2002]. 그러나 식생활의 서구화, 스트레스 등으로 인해 여러 가지 만성질병에 위협을 받고 있으며, 다양한 원인의 누적으로 발생하는 성인병은 인체 내 활성 산소의 생성과 관련이 있다는 연구가 보고되고 있다[Cross 등, 1987; Kedziora와 Bortosz, 1988; Sozmen 등, 1994]. 따라서 활성산소는 생체내에서 에너지 생산을 위한 산화과정 중에 상당량이 생성된다. 활성산소를 조절할 수 있는 항산화제에는 superoxide dismutase 등의 효소 계열의 항산화제와 phenolic 화합물, ascorbic acid 등의 천연 항산화제와 BHA(butylated hydroxyanisole), BHT(butylated hydroxytoluene) 등의 합성화제가 있다. 그런데 지금까지 합성

항산화제인 BHA와 BHT 등은 탁월한 항산화 효과와 경제성 때문에 널리 사용되어 왔으나, 안정성에 논란이 있어 천연물로 부터 인체에 안전하고 항산화력이 높은 물질을 분리 이용하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다[Kang 등, 2005]. 멜론 (*Cucumis melo* L.)은 박과의 덩굴성 한해살이 식물로 아프리카가 원산지이고, 중앙아시아, 지중해 연안에서 북유럽 및 인도로 전파되어 재배되어 왔으며, 멜론재배는 일본과 달리 1980년대 이후 참외형 멜론을 필두로 네트(net)가 있는 머스크멜론도 보급되고 있으나, 아직도 재배면적은 그리 넓지 않으며, 참외의 인기는 여전히 높다. 서양에서 분화된 멜론과 동양에서 분화된 참외는 여러 가지 면에서 커다란 차이가 있으나, 상호 교잡이 가능하여 최근에는 상호 교잡에 의하여 여러 가지 품종이 육성되고 있다[Kang, 2002]. 멜론은 독특한 향기와 풍미로 과채류 중 에 최고급으로 취급되며, 고품질이 요구되는 작물이라 할 수 있다. 우리나라에서 교배종 멜론이 재배되기 시작한 것은 1970년대 말경으로 매년 재배 면적이 증가하고 있으며, 최근의 경제 발전에 따른 식생활의 변화와 소비자의 기호의 다양화에 따라서 멜론의 수요는 갈수록 증가될 것으로 예상되므로 그에 따른 품종의 다양화와 품질의 고급화와 안정화가 중요한 과제라 할 수 있다[Kim 등, 1997; Jun 등, 2002]. 멜론은 참외와 비슷하

*Corresponding author

Phone: +82-53-602-1829; Fax: +82-53-602-1898

E-mail: kj0211@hanmail.net

doi:10.3839/jabc.2009.034

게 당질의 함량이 높고, 철분, 나이아신, 비타민A, 비타민C도 많이 함유되어 있고, 혈액의 점도를 낮추어 주어 심장병이나 뇌졸중을 막아주는 항응고제로 효과가 크며 항암효과가 있는 β -carotene이 풍부하게 들어 있다. 멜론의 품질은 네트의 발생 양상, 향기, 맛, 당도 등으로 판단되는데 그 중에서도 맛과 당도가 가장 중요시되고 있으며, 최근에는 보건적 기능성을 나타내는 항산화 성분이 과실 품질로 주목받고 있다[Choi 등, 2007]. 또한 저온에서 생육장애를 일으킴으로 인해 오랫동안 저장 및 유통하지 못하기 때문에 적절한 가공을 통한 저장성 향상 및 다양한 상품으로의 개발방안이 필요하다[Lee와 Kim, 2000]. 따라서 본 연구에서는 멜론의 가공방안을 높이고, 출하기에 대량 수매하여 연중 멜론의 안정된 공급과 식품소재로 활용하기 위해 냉동저장기간에 따른 항산화 활성을 지표로 하여 생리활성의 변화를 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 시료의 추출. 본 실험에 사용된 멜론은 경남 합천 농협에서 구매한 것을 -20°C 에서 급속 냉동시킨 후 -20°C 에서 3, 6개월 냉동 저장하면서 실험에 사용하였다. 멜론의 껍질을 제거한 후 500 g를 파쇄하여, 멜론즙은 Whatman No. 2 여과지로 감압여과한 후 이 여액을 시료로 이용하였고, 열수추출물은 100°C 에서 3시간 추출하여 각각 500 mL로 정용하여 사용하였다.

총 phenol성 물질 함량 측정. 추출된 각 phenol성 물질의 함량 측정은 Rhee 등[1981]의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 각 phenol성 시료용액 0.2 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL를 가하여 충분히 혼합하고 2분후에 50% Folin-Ciocalteu's reagent 0.2 mL를 가하여 상온에서 30분 동안 방치한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 함량은 gallic acid(0.5 mg/mL)를 표준물질로 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 구하였다.

총 flavonoid 물질 함량 측정. 총 플라보노이드 함량은 시료용액 1 mL에 diethylene glycol 10 mL, 1 N NaOH 1 mL를 넣고 강하게 진탕한 후 37°C 항온기에서 1시간 정치한 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 naringin (0.5 mg/mL)을 표준물질로 사용하여 표준곡선을 통하여 계산하였다.

전자공여능(DPPH radical 소거능) 측정. 추출물의 전자공여능(Electron donating abilities, EDA)은 Blois [1958]의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료용액 1 mL에 0.2 mM 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 1 mL를 넣고 교반한 후 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

ABTS radical cation decolorization 측정. ABTS radical cation decolorization의 측정은 Pellegrin 등[1998]의 방법에 의해 측정하였다. 즉, 7 mM ABTS [2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] 5 mL와 140 mM $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 88 μL 를 섞은 용액 1 mL와 ethanol 88 mL를 혼합한 ABTS 용액 1 mL와 시료용액 50 μL 를 혼합하여 30초간 진탕한 후 2.5분간 incubation하고 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical cation decolorization 효과는 시료용액의 실험구와 대조구의 흡

광도 감소율로 나타내었다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 측정. SOD 유사활성은 Marklund [1974]의 방법에 따라 실시하였다. 각 시료용액 0.2 mL에 Tris-HCl의 완충용액(50 mM Tris+10 mM EDTA, pH 8.5) 2.6 mL과 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL 가하여 25°C 에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420 nm에서 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 실험구와 대조구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

Xanthine oxidase 저해활성 측정. Xanthine oxidase 저해활성 측정은 Stürpe와 Corte [1969]의 방법에 따라 측정하였다. 각 시료 용액 0.1 mL와 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5) 0.6 mL에 xanthine(2 mM)을 녹인 기질액 0.2 mL를 첨가하고 xanthine oxidase(0.2 U/mL) 0.1 mL를 가하여 37°C 에서 5분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 종료시킨 다음 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하였다. Xanthine oxidase 저해활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

α -Glucosidase 저해활성 측정. 각 시료용액 0.1 mL에 0.3 U/mL의 α -glucosidase 효소액 0.1 mL, 0.1 M PBS buffer(pH 7.0) 0.5 mL에 넣고 혼합하여 37°C 에서 15분간 반응시킨 후 3 mM pNPG(Sigma, St. Louis, MO) 0.2 mL를 가하여 37°C 에서 10분간 반응시켰다. 0.1 M Na_2CO_3 0.5 mL를 가하여 반응을 정지시킨 후 405 nm에서 흡광도를 측정하여 저해율을 계산하였다.

결과 및 고찰

총 phenol성 물질 함량. 식물이 함유하고 있는 총 페놀성 물질(phenolic compound)의 양은 항산화력의 간접적인 지표가 된다. 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지며, 이들은 phenolic hydroxy기를 가지고 있기 때문에 단백질 등의 거대분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화, 항균효과 등의 생리활성 기능을 가진다[Kuhnau, 1976]. 냉동기간에 따른 멜론즙과 열수추출물에 함유된 phenol 함량을 측정한 결과 Table 1과 같이 열수추출물이 433.25 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 인 반면 생과 멜론즙은 296.47 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 열수추출물의 phenol 함량이 높게 나타났다. 이는 3, 6개월 냉동저장한 멜론에도 같은 경향을 보여주었고, 멜론의 총 phenol성 물질은 열수추출물이 멜론즙보다 다소 많이 함유되어 있었다.

총 flavonoid성 물질 함량. 또 다른 항산화력의 지표인 총 flavonoid성 물질 함량은 Table 1과 같이 naringin으로 표준 곡선을 구하여 계산하였다. 그 결과 멜론즙은 20.83 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 를 함유하고 있었고, 열수추출물은 53.58 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 를 함유하고 있어 열수추출물의 함량이 높게 나타났으며, 냉동저장기간 동안 flavonoid성 물질 함량의 변화는 차이가 없었다. 이것은 열수추출에 의하여 친수성의 flavonoid계 물질이 추출되어 열을 가하지 않은 멜론즙보다 flavonoid성 물질 함량이 많은 것으로 사료된다.

전자공여능 확인. 전자 공여능 측정에 사용된 DPPH(α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl)는 안정한 자유 라디칼로서 그것의 비

Table 1. Total phenol and Total flavonoid contents of melon juice and water extract during storage age at -20°C

Storage time (months)	Total phenol ($\mu\text{g}/\text{mL}$)		Total flavonoid ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	
	Melon juice	Melon extract	Melon juice	Melon extract
0	302.92 \pm 12.78	433.25 \pm 20.17	23.27 \pm 3.40	55.21 \pm 2.00
3	302.07 \pm 5.11	423.53 \pm 13.11	21.52 \pm 1.51	54.13 \pm 1.09
6	296.47 \pm 8.78	420.15 \pm 8.55	20.83 \pm 1.23	53.58 \pm 1.43

Values are mean \pm SD of triplicate experiments.

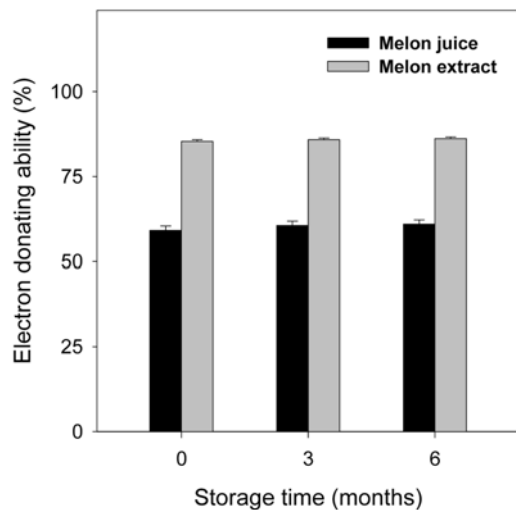


Fig. 1. Electron donating ability of melon juice and water extract during storage age at -20°C . DPPH free radical scavenging activity for test sample was determined with 0.2 mM DPPH ethanolic solution. Values are mean \pm SD of triplicate experiments.

공유전자로 인해 517 nm 부근에서 최대 흡광도를 나타내며 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하며 각 추출물에서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성 산소를 비롯한 다른 라디칼에 대한 소거 활성을 기대할 수 있으며 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다. 멜론즙과 열수추출물에 대한 DPPH radical 소거 활성을 측정된 결과는 Fig. 1과 같이 멜론즙은 60.58%의 전자공여능을 보였으며, 열수추출물은 85.84%의 전자공여능을 보였다. 냉동저장기간이 길어질수록 전자공여능은 차이는 없었고, 열수추출물이 멜론즙보다 비교적 높게 나타났다. Kang 등[1996]은 전자공여능이 phenolic acids와 flavonoids 및 기타 phenolic 물질에 대한 항산화작용의 지표라 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 큰 것일수록 전자공여능이 높다고 하였다. DPPH는 아스코르빈산, 토코페롤, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의하여 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 전자공여능의 차이 측정이 가능하다. 따라서 항산화물질의 전자공여능을 측정할 때는 DPPH 법이 편리하다고 알려져 있으나, 색소가 함유된 추출물의 경우 DPPH법의 적용에는 많은 경험이 요구된다.

ABTS radical cation decolorization 확인. 물질의 친수성 및 소수성 물질의 항산화력을 측정하기 위해 ABTS radical cation decolorization을 냉동기간에 따라 측정된 결과 Fig. 2와 같이 생과 멜론즙의 inhibition이 94.5%로 나타났고, 열수추출

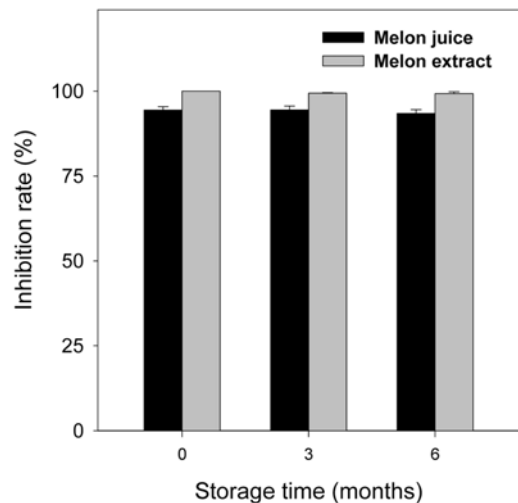


Fig. 2. ABTS radical cation decolorization of melon juice and water extract during storage age at -20°C . Values are mean \pm SD of triplicate experiments.

물도 99.3%로 높은 저해율을 나타내었다. 멜론즙과 열수추출물은 저해율의 차이뿐만 아니라 냉동기간에 따라 변화가 없었다. 따라서 멜론즙과 열수추출물이 친수성 및 소수성 물질에 대한 항산화력이 우수한 것으로 사료된다.

Superoxide dismutase (SOD) 유사활성 검증. Superoxide dismutase(SOD)는 항산화 효소로서 세포에 해로운 환원 산소종을 과산화수소로 전환시키는 반응($2\text{O}_2^{\cdot-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$)을 촉매하는 효소이며, SOD에 생성된 H_2O_2 는 peroxidase나 catalase에 의하여 무해한 물분자와 산소분자로 전환되어 산소상해로부터 생체를 보호하는 기능으로 알려져 있다[Pryor, 1986; Saul 등, 1987]. 따라서 산화방지는 물론 노화억제와도 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있는 SOD유사활성 측정을 pyrogallol의 자동산화 반응을 이용하여 조사하였다. 멜론즙의 경우 거의 효과를 나타내지 않았고, 열수추출물은 27.5%로 멜론즙보다 높은 SOD 유사활성을 나타내었고, 냉동기간에 따른 SOD 유사활성의 차이는 없었다(Fig. 3). 이는 Youn 등[2007]의 딸기의 SOD 유사활성에서 딸기즙의 경우 32.5%, 딸기열수추출액의 경우 38.0%의 활성과 멜론의 열수추출물은 비교적 유사한 SOD-유사활성을 나타내었지만, 멜론즙은 거의 효과를 나타내지 않아 전혀 다른 경향을 보였다.

Xanthine oxidase 저해활성 확인. Xanthine oxidase는 purine 대사에 관여하는 효소로서 xanthine 또는 hypoxanthine으로부터 uric acid를 형성하며 uric acid가 혈장 내에 증가되면 골절에 축적되므로 통증을 동반하는 통풍을 일으키는 효소로 알려져

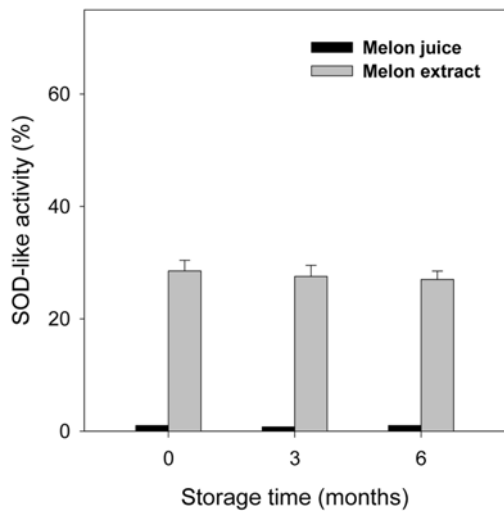


Fig. 3. SOD-like activity of melon juice and water extract during storage age at -20°C . Values are mean \pm SD of triplicate experiments.

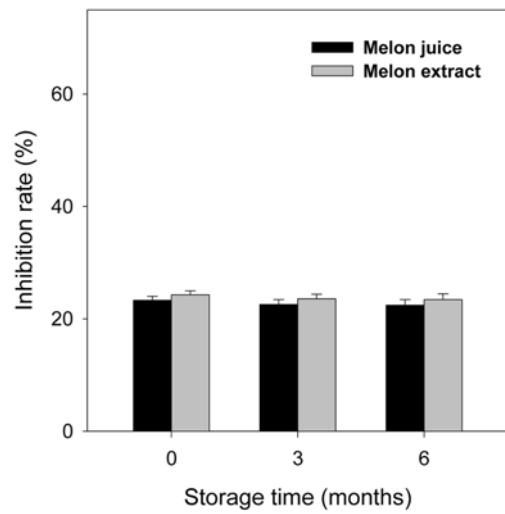


Fig. 5. α -Glucosidase inhibition activity of melon juice and water extract during storage age at -20°C . Values are mean \pm SD of triplicate experiments.



Fig. 4. Xanthine oxidase inhibition activity of melon juice and water extract during storage age at -20°C . Values are mean \pm SD of triplicate experiments.

왔다[Jonnes, 1973; Kelly 와 Wyngarden, 1974; Storch와 Ferber, 1988; Hatano 등, 1989]. Xanthine oxidase는 분자상의 산소를 수소(전자)수용체로 이용하여 xanthine을 uric acid형으로 산화하는 반응을 촉매하므로 xanthine oxidase의 저해효과는 유리 라디칼의 생성 억제와 더불어 생물학적으로 중요한 의의를 가진다고 할 수 있다. 냉동저장기간에 따라 멜론즙과 열수추출물의 xanthine oxidase의 저해활성을 관찰한 결과 Fig. 4와 같이 나타났다. 멜론즙의 경우 41.76%의 저해율을 나타내었고, 열수추출물은 61.29%로 멜론즙보다 높은 저해율을 나타내었고, 냉동기간에 따라 xanthine oxidase의 저해활성에 큰 차이가 없었다.

alpha-Glucosidase 저해효과. α -Glucosidase는 소장의 brush-border membrane에 존재하는 소화효소이다. 이들은 이당류나 다당류는 탄수화물이 소화 흡수되기 위한 상태인 단당류로 가수분해하는 역할을 한다[Gua 등, 2006]. α -Glucosidase 저해제

는 탄수화물 식이 후 혈당상승을 올릴 수 있다. 그리하여 냉동기간에 따른 멜론즙과 열수추출물의 α -Glucosidase 저해활성을 측정된 결과 Fig. 5와 같이 나타내었다. 생과 멜론즙의 경우 22.42%의 저해율을 나타내었고, 열수추출물은 23.43%로 비교적 유사한 저해율을 나타내었다. 또 냉동기간에 따른 α -Glucosidase 저해활성의 차이는 없었다.

초 록

멜론의 가공방안을 높이고, 안정된 수급과 식품소재로 활용하기 위해 냉동저장과 추출방법에 따른 생리활성 변화를 조사하였다. 냉동저장기간(3, 6개월)에 따른 멜론의 총 phenol 함량은 멜론즙이 296.25 $\mu\text{g/mL}$, 열수추출물은 433.25 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타났다. 또한 총 flavonoid성 함량은 멜론즙이 20.83 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타났고, 열수추출물은 53.58 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타났고, 냉동저장기간 동안 총 phenol 함량과 총 flavonoid성 함량은 비교적 차이가 없었다. 멜론의 항산화 효과는 전자공여능이 멜론즙과 열수추출물이 각각 60.58%, 85.84%로 나타났고, ABTS는 각각 94.50%, 99.30%로 높게 나타났다. SOD 유사활성은 열수추출물이 27.5%인 반면 멜론즙의 경우 거의 효과를 나타내지 않았다. Xanthine oxidase의 저해활성의 경우 멜론즙이 41.76%, 열수추출물은 61.29%로 높은 저해율을 나타내었고, 열수추출물이 다소 높게 나타났다. α -Glucosidase 저해활성은 멜론즙이 22.42%, 열수추출물은 23.43%로 비교적 유사한 저해율을 나타내었다. 냉동기간에 따른 항산화 효과는 비교적 차이가 없었다. 이러한 결과로 냉동 저장 시 항산화활성의 차이가 거의 없으므로 연중 원료의 안정적인 수급과 식품소재로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

Key words: 항산화활성, 냉동저장, α -glucosidase inhibitory activity, 멜론

참고문헌

- Albertazzi P, Steel SA, Clifford E, and Bottazzi M (2002) Attitudes towards and use of dietary supplementation in a sample of postmenopausal women. *Climacteric* **5**, 374-382.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1202.
- Choi YJ, Chun H, Choi YH, Yum SH, Lee SY, Kim HJ, Shin YS, and Chung DS (2007) Nutritional components content of oriental melon fruits cultivated under different greenhouse covering films. *J Bio-Env Con* **16**, 72-77.
- Cross CE, Halliwell B, Borish ET, Pryor WA, Ames BN, Saul RL, and McCord JM (1987) Oxygen radicals and human disease. *Ann Intern Med* **107**, 536-545.
- Gua J, Jin YS, Han W, Shim TH, Sa JH, and Wang MH (2006) Studies for component analysis, antioxidative activity and α -glucosidase inhibitory activity from *Equisetum arvense*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* **49**, 77-81.
- Hatano T, Yasuhara T, Fukuda T, Noro T, and Okuda T (1989) Phenolic constituents of licorice. II. Structures of licopyranocoumarin, licoaryl-coumarin and glisoflavone, and inhibitory effects of licorice phenolics on xanthine oxidase. *Chem Pharm Bull* **37**, 3005-3009.
- Jonnes PH (1973) Iodine as an antihypertensive agent. *Ibid* **3**, 679-682.
- Jun HJ, Kim DH, Hwang JG, and Choi MH (2002) Effects of foliar spray of magnesium sulfate on the quality of hydroponically grown melon (*Cucumis melo* L.). *Life Sci Res* **1**, 50-56.
- Kang IH, Cha JH, Han JH, Lee SW, Kim HJ, Kwon SH, Ham IH, Hwang BS, and Whang WK (2005) Isolation of antioxidant from domestic *Crataegus pinnatifida* Bunge leaves. *Korean J Pharmacogn* **36**, 121-128.
- Kang TS (2002) Studies of seed and fruit characteristics in melons (*Cucumis melo* L.). *Research Collection of Institute of Life sciences & resources-Kyung Hee University*. **22**, 8-19.
- Kang YH, Park YK, and Lee GD (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* **28**, 232-239.
- Kedziora J and Bortosz G (1988) Down's syndrome: a pathway involving the lack of balance of reactive oxygen species. *Free Radic Biol Med* **4**, 317-330.
- Kelley WN and JB Wyngarden (1974) Enzymology of gout. *Adv Enzymol Relat Mol Biol* **41**, 1-33.
- Kim MS, Chung HD, and Kim YK (1997) Inheritance of fruit color, and sugar and ascorbic acid content in melon (*Cucumis melo* L.). *Korean J Breed Sci* **29**, 103-108.
- Kuhnau J (1976) The flavonoids a class of semi-essential food components; their role in human nutrition. *World Rev Nutr Diet* **24**, 117-120.
- Lee HJ and Kim JG (2000) The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage. *Korean J Food Nutr* **13**, 563-569.
- Marklund S and Marklund G (1974) Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for the superoxide dismutase. *Eur J Biochem* **47**, 469-474.
- Pellegrin N, Roberta R, Min Y, and Catherine RE (1998) Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extract for antioxidant activities applying 2,2-azinobis(3-ethylenbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* **299**, 379-389.
- Pryor WA (1986) Oxy-radicals and related species: their formation, lifetimes and reactions. *Ann Rev Physiol* **48**, 657-667.
- Rhee KS, Ziprin YA, and Rhee KC (1981) Antioxidant activity of methanolic extracts of various oilseed protein ingredient. *Korean J Food Sci* **46**, 75-81.
- Saul RI, Gee P, and Ames BN (1987) Free radicals. DNA damage, and aging. In *Morden biological theories aging*, Warner HR, Butler RN, Sprott RL, and Schneider EL (eds.), pp. 113-129. Raven Press, New York, NY, USA.
- Sozmen EY, Tanyakin T, Onat T, Kufay F, and Erlacin S (1994) Ethanol-induced oxidative stress and membrane injury in rat erythrocytes. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* **32**, 741-744.
- Stirpe F and Corte ED (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* **244**, 3855-3861.
- Storch H and Ferber E (1988) Detergent-amplified chemiluminescence of lucigenin for determination of superoxide anion production by NADPH oxidase and xanthine oxidase. *Anal Biochem* **169**, 262-267.
- Youn SJ, Cho JG, Choi UK, and Kwoen DJ (2007) Change of biological activity of strawberry by frozen storage and extraction method. *J Life Sci* **17**, 1734-1738.