

碩士學位論文

제주산 호박 효소추출물의  
항산화활성



濟州大學校 産業大學院

生命産業工學科 食品工學 專攻

金 明 澈

2008

碩士學位論文

제주산 호박 효소추출물의  
항산화활성

指導教授 金 洙 賢

이 論文을 工學碩士學位 論文으로 提出함

2008年 2月

濟州大學校 産業大學院  
生命産業工學科 食品工學 專攻

金 明 澈

金明澈의 工學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 河 璣 桓 印

委 員 宋 大 鎭 印

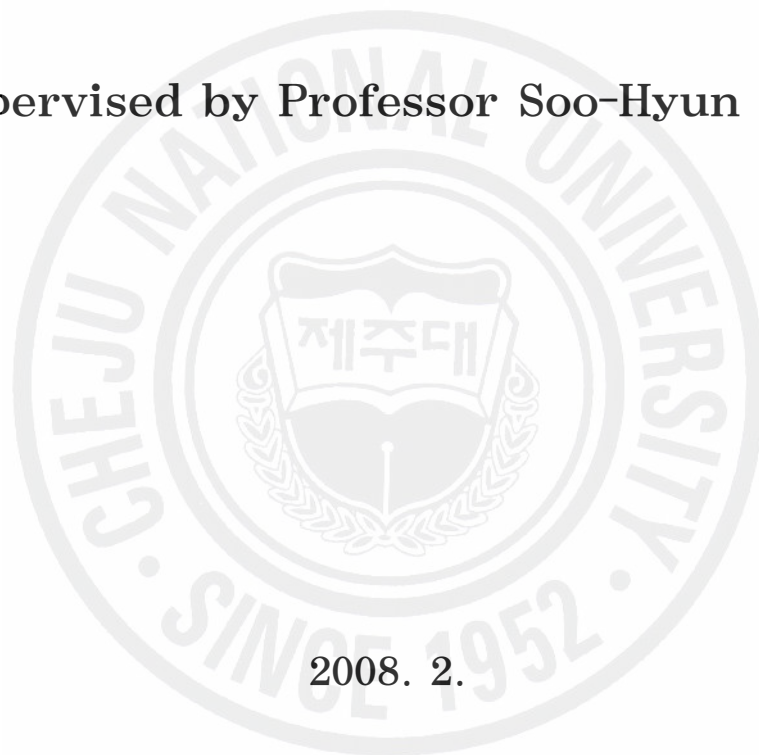
委 員 金 洙 賢 印

2008年 2月

**Antioxidant Activities of Enzymactic  
Extracts Pumpkin(*Cucurbita* spp.) in Jeju**

**Myeong-Cheol Kim**

**(Supervised by Professor Soo-Hyun Kim)**



2008. 2.

**Department of Industrial Life Science and  
Technology Graduate School of Industry Cheju  
National Universtiy**

## Abstract

The study was carried out to investigate the antioxidant activities of enzymatic extracts from Pumpkin(*Cucurbita* spp.) in Jeju.

Carbohydrate in proximate composition of pumpkin increased according as mature from young pumpkin to pumpkin of full ripe state, but crude protein, ash, crude fiber and crude fat decreased a little. Proximate composition of ripened pumpkin were high carbohydrate, crude ash, crude protein and crude fiber content except fat than sweet pumpkin.

Total phenolic compounds content of green pumpkin was high than ripened pumpkin and sweet pumpkin, Also, it was no content difference between ripened pumpkin and sweet pumpkin.

DPPH radical scavenging activity of enzymatic extracts of the green pumpkin showed highest activity than ripened pumpkin and sweet pumpkin.

Superoxide anion scavenging activity of all enzymatic extracts of ripened pumpkin and sweet pumpkin showed high activity, but green pumpkin was high in viscozyme extract.

Hydrogen peroxide scavenging activity in all enzymatic extracts of the green pumpkin showed some high activity than ripened pumpkin and sweet pumpkin.

Hydroxyl radical scavenging activity in enzymatic extract of all pumpkin sample showed lower than 14%.

Nitric oxide scavenging activity was very effective in viscozyme extracts of sweet pumpkin and green pumpkin, other enzymatic extracts of pumpkin sample showed some effect.

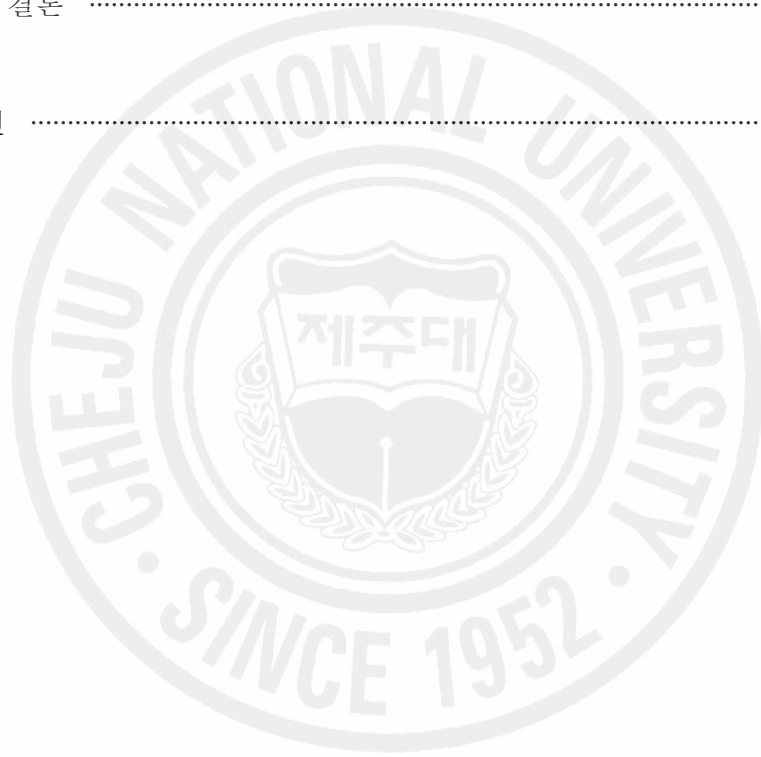
As these results, enzymatic extracts of pumpkins have antioxidant activity, is expected that may be used to functional food.



# 목 차

Abstract .....	i
I. 서론 .....	1
II. 실험재료 및 시약 .....	5
1. 실험재료 .....	5
2. Carbohydrases enzyme .....	5
3. 효소반응의 조건 .....	5
4. 시약 .....	5
III. 실험방법 .....	7
1. 일반성분 분석 .....	7
2. 효소 추출 .....	7
3. Methanolic extraction .....	8
4. 항산화 활성 측정 실험 .....	9
1) DPPH radical 소거활성 분석 .....	9
2) Superoxide anion(O <sub>2</sub> <sup>·-</sup> ) .....	9
3) Hydrogen peroxide(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) 소거활성 분석 .....	9
4) Hydroxyl radical (HO <sup>·</sup> ) 소거활성 분석 .....	9
5. Nitric Oxide radical(NO) 소거활성 분석 .....	10
6. Total phenolic 함량 분석 .....	10
IV. 결과 및 고찰 .....	11
1. 일반성분 .....	11

2. Total phenolic 함량 .....	12
3. 항산화 활성 .....	14
1) DPPH radical scavenging assay .....	14
2) Superoxide anion( $O_2^{\cdot-}$ ) 소거 활성 .....	15
3) Hydrogen peroxide( $H_2O_2$ ) 소거 활성 .....	17
4) Hydroxyl radical ( $HO^{\cdot}$ ) 소거 활성 .....	19
4. 아질산염 소거 활성 .....	21
V. 요약 및 결론 .....	24
VI. 참고문헌 .....	25



## I. 서 론

호박(*Cucurbita* spp.)은 박과에 속하는 일년생 덩굴성 초본으로 열대 아메리카가 원산지이며 고온다습한 지대에 적응해 온 동양계 호박(*C. moschata* Duch)과 남아메리카 고랭지를 원산지로 하여 고냉, 건조지대에 적응해 온 서양계 호박(*C. maxina* Duch) 및 멕시코 북부와 북아메리카 서부를 원산지로 하는 페포계 호박(*C. pepo* L)으로 나누어지는데(1), 우리나라에서는 16세기의 기록에 등장한다. 호박종(*Cucurbita* spp.) 중 재래종으로 이용되고 있는 것은 *C. moschata*, *C. maxina*, *C. pepo*, *C. mixta*, *C. ficifolia*가 있으며, 우리나라에서 재배되는 재래종 호박은 *C. moschata*로서 일반적으로 동양종 호박이라고 하고(2), 성숙도에 따라 애호박과 늙은 호박으로 구분하고 있다.

우리나라의 호박은 다른 박과 과채류에 비하여 기후조건에 대한 적응범위가 넓고, 한국의 기후풍토에서 잠재 생산 가능성이 대단히 높으며, 내건성이 강하여 적당히 시비하면 척박한 토양에서도 생육이 왕성하여 유희지에서 재배가 가능하고, 다른 과의 채소류에 비하여 병해충이 심하지 않아 재배기간 중에 농약을 거의 살포하지 않는 무공해식품으로도 그 가치가 높은 것으로 평가되고 있다(3).

호박은 성숙함에 따라 당질과 비타민 A 함량이 증가하여 영양적 가치가 높을 뿐만 아니라, 황색을 나타내는 천연색소인 carotene, lycopene 및 lutein 등이 존재하기 때문에 이들 천연색소들이 여러 가지 가공식품의 첨가물로 이용되고 있다. 특히  $\beta$ -carotene은 비타민 A의 좋은 급원으로서 다양한 약리효과를 가지는 것으로 보고되고 있다(4-6). 이 중 우리나라 재래종 호박의 완숙과(늙은 호박)에는  $\beta$ -carotene을 비롯한 여러 가지 유효 성분이 함유되어 있어서, 당뇨병, 비만증 등의 성인병 예방과 치료에 유효하다는 것이 알려지면서 수요가 크게 증가하고 있다(7-8). 특히 호박 중에 함유되어 있는  $\beta$ -carotenoid는 체내의 면역효과를 증강시키고 유해 활성산소를 소거하는 기능 및 각종 암의 저해 인자로 알려져 있다(9-10). 또한 호박(*Cucurbita* spp.)에는 칼슘, 칼륨, 인 등의 무기질과 비타민 A가 다량 함유되어 있으며, 호박의 당분은 소화흡수가 좋아서 위장이 약한 사람이나



회복기 환자, 당뇨병 환자, 비만인, 산후 부기를 감소시키는데 효과가 좋은 식품으로 알려져 있다(11-12).

최근 늙은 호박의 소비량이 증가하는 것은 호박이 식욕을 돋우거나 부기를 빼는 효능과 이뇨 성분이 있어서 전신이 자주 붓는 사람, 산후의 임산부 등이 호박을 삶아 먹으면 부기가 쉽게 빠지면서 회복이 빨라진다고 알려져 있고, 또한 비만 환자들의 다이어트 식이로 널리 이용되고 있기 때문이다(13). 우리나라에서는 미숙 상태의 애호박을 많이 이용하고, 완숙 후 늙은 호박이 차지하는 이용 비율은 20% 정도에 불과하나, 성숙함에 따라 당질 등의 영양성분이 증가하게 되어 주식으로서의 이용가치가 높은 것으로 평가되고 있다. 특히 호박에 다량 함유되어 있는  $\beta$ -carotene은 항암효과(14-16)와 면역기능 향진력(17-20), 심장질환에 대한 영향(21) 등이 알려져 있어서 단순한 색소로서의 의미를 벗어나 기능성 성분으로서 주목받고 있다.

한방에서는 호박이 오장을 편하게 하고 이뇨작용, 진정작용 등이 있으며, 산후의 어혈통을 진정시키고 기침, 가래, 안질환에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(22-23).

호박에 관한 연구로는 미숙호박과 완숙호박의 영양성분(24), 늙은 호박의 부위별 화학성분(5), 호박의 지방산조성(25), 호박 분말이 위암과 유선암에 미치는 영향(26) 등이 있으며, 기능성을 이용한 호박 가공식품의 제조 방법에 관한 연구로는 호박 잼의 개발, 호박술의 제조방법, 호박음료의 제조방법, 호박분말의 제조방법, 호박스넥의 제조방법(27-31), 호박 농축물을 이용한 호박차 및 호박음료의 개발연구(32), 호박 꿀차의 개발연구(33), 고구마와 호박을 첨가한 요구르트 제조 연구(34) 등이 있다.

최근에는 건강에 대한 관심이 증가하면서 호박을 압축해 레토르트 파우치 형태로 섭취하는 경우가 많아지고 있고, 호박을 이용한 음료나 죽, 차 등이 개발되고 있으며(35), 저장 중 호박의 카로티노이드 색소 변화와 부재료 첨가, 가열 및 저장조건에 따른 저장 중의 이화학적 변화 및 여러 가지 호박 제품에 대한 연구가 진행되었다(36-37).

유지는 지방, 필수지방산, 지용성 비타민과 같은 영양소의 공급은 물론 튀김식품에 고유한 향미를 부여하거나 열매체로 중요하게 사용된다(38). 그러나 유지를 함

유하는 식품은 저장, 가공 중에 여러 가지 이화학적 변화, 특히 산화되면 과산화물의 생성이나 중합체의 형성으로 유지식품의 변색, 이취, 영양소 손실 및 독성물질 등을 발생시킨다(39).

항산화제는 유지의 산화로 인한 특정 비타민류와 필수 아미노산 등의 손실을 최소화시키거나 유지식품의 산패를 지연 또는 방지하는데 사용한다(40-41). 가장 많이 사용하는 합성 항산화제는 BHT, BHA, PG, TBQA 등이나 이들은 실험동물에 고농도로 투여하면 간 비대증이 유발되거나 발암성이 나타나므로(42), 이들 페놀 합성 항산화제의 안전성(43)에 대한 문제가 논란이 되어 현재 그 사용량이 법적으로 규제되어 있다. 따라서 적은 양으로도 항산화 효과를 나타내고 쉽게 용해되며 이상한 맛과 색이 없고 안전성이 확보된 새로운 천연 항산화제의 개발을 위한 시도가 꾸준히 시도되어 왔다. 연구 초기에는 천연 향신료에 대한 연구가 많아 rosemary, sage, thyme 등이 높은 항산화 활성을 갖는 것으로 보고되어 왔으며(44-45), Oregano에 존재하는 flavonoids 물질은 BHT와 비슷한 항산화 효과를 나타낸다고 하였다(46), 불나무(47)와 propolis 추출물(48), 소목 추출물(49) 등이 다른 생약제나 식물성분보다 항산화능이 높았으며, 김, 미역, 다시마 등의 해조류 추출물의 항산화 활성도 비교적 높은 것으로 알려지고 있다(50-51).

최근 활성산소의 반응성을 감소 또는 무력화할 수 있는 물질의 발굴과 이용에 관한 연구가 커다란 관심이 되고 있다(52-53). 유지의 지방산화에서 알 수 있듯이 어느 산화방지제가 모든 종류의 유지류에 같은 산화방지 효과를 나타내지는 못하고, 특정 물질이 생체의 산화반응 또는 radical 반응 전반에 걸쳐 반응성을 억제하지는 못한다. 따라서 활성산소의 종류, radical source 및 반응기작에 따라 반응성을 억제할 수 있는 항산화 물질에 대한 연구가 필요하다. 유지의 산화에 의한 산패는 free radical chain reaction에 의한 자동산화 반응과 lipoxygenase 등에 의한 효소적 산화로 만들어진 일중항산소(singlet oxygen)가 불포화지방산과 반응하여 생성된 nonconjugated diene 화합물에 의한 산패로 구분할 수 있다(54). 이러한 식용유지의 지방산화에 사용되는 항산화제로는 항산화성이 강하고 가격이 저렴한 butyrate hydroxyanisole이나 butyrate hydroxytoluene 등이 있으나, 이들은 인체에 미치는 독성이 크기 때문에 사용이 제한되고 있다(55). 이에 따라 항산화능이 높고 보다 안전한 항산화제를 개발하고자 하는 연구가 활발히 진행되어 왔다

(56). 최근에는 식용식물에 존재하는 carotenoid(57), 함황아미노산과 아미노산 유도체(58), flavonoid 등의 페놀 화합물들(59)이 항산화제로서의 관심의 대상이 되고 있다.

호박의 항산화성에 대한 연구로는 호박즙의 유지에 대한 항산화 효과(60), 녹차 및 늙은 호박 분말 첨가에 따른 갓김치의 항산화 효과(61) 이외에는 거의 연구가 이루어지지 않고있는 실정이다.

따라서 본 연구에는 제주산 토종 호박, 단호박 및 애호박을 건조분말로 한 후, 이들을 여러 종류의 탄수화물 분해효소로 분해 추출하여 이들 추출물에 의한 항산화 활성과 아질산염소거 활성 등을 측정하여 호박의 기능성을 검토하였다.



## II. 실험재료 및 시약

### 1. 실험재료

호박은 제주특별자치도 제주시 한림읍에 소재한 농가에서 2006년 9월 말경에  
熟的 호박(ripened pumpkin, *Cucubita moschata*), 애호박(green pumpkin,  
*Cucubita moschata*) 및 단호박(sweet-pumpkin, *Cucubita maxima*)을 직  
접 제공받아 사용하였다. 제공 받은 호박은 4등분으로 분리하여 씨를 제거하고,  
이를 껍질이 있는 채로 동결건조(PVTFD100R)한 후 분쇄기를 사용하여  
200mesh 정도로 분쇄하여 실험재료로 하였다.

### 2. Carbohydases enzyme

호박은 일반성분 분석결과 주성분이 탄수화물과 식이섬유이므로 전분의 분해  
효소인 AMG, 섬유소의 분해효소인 Celluclast와 amylose, amylopectin의  
분해효소인 Termaryl과 Viscozyme 및 점질물질(gums)들을 분해하는 Ultraflo를  
사용하였다. 모든 효소는 최적의 반응 온도와 pH를 조정하였다.

### 3. 효소반응의 조건

본 실험에 사용된 탄수화물효소의 반응 조건은 Table 1과 같다.

### 4. 시약

본 실험에 사용된 Carbohydases인 Viscozyme, Cellucast, Termarl,  
Ultraflo, Pectinex, AMG는 Novo Co(Novozyme Nordisk, Bagsvaed,

Denmark)의 제품을 사용하였다. Butylate hydroxytoluene(BHT),  $\alpha$ -tocopherol, dimethyl sulfoxide(DMSO), 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)은 DPPH radical을 측정하기 위해 사용한 시약이며, nitro blue tetrazolium salt(NBT), xanthine, xantine oxidase, thiobarbituric acid(TBA), trichloroacetic acid(TCA), Folin Ciocalteu reagent, sodium nitroprusside, sulfanilic acid는 Sigma사(St. Louis, USA)에서 구입된 제품이며, N-1-naphthylethylene diamine dihydrochloride는 Hayashi pure chemical Industries Ltd(Osaka, Japan), Ethylenediamine tetra-acetic acid(EDTA), peroxidase, 2,3-Azino-bis(3-ethylbenzthiazolin)-6-sulfonic acid(ABTS), deoxyribose는 Fluka사(Buchs, Switzerland)에서 구입한 제품을 사용하였다.

Table 1. Characteristics of different carbohydrases in hydrolysis process

Enzyme	Source	Characteristics	Optimal	
			pH	T(°C)
AMG	<i>Aspergillus niger</i>	Hydrolyzes 1,4- and 1,6- $\alpha$ -linkages in liquefied starch	4.5	60
Celluclast	<i>Trichoderma reesei</i>	Catalyzes the breakdown of cellulose into glucose, cellobiose and higher glucose polymer	4.5	50
Termamyl	<i>Bacillus licheniformis</i>	Hydrolyses 1,4- $\alpha$ -glucosidic linkages in amylose and amylopectin	6.0	60
Ultraflo	<i>Humicola insolens</i>	Breakdown of $\alpha$ -glucans, pentosans and other gums	7.0	60
Viscozyme	<i>Aspergillus aculeatus</i>	Ability to liberate bound materials and to degrade non-starch polysaccharides	4.5	50

### Ⅲ. 실험방법

#### 1. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC 방법에 따라 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 분석하였고, 조회분은 550℃에서 직접회화법으로 평량하였다(62). 당질 함량은 총 일반성분 함량 100에서 측정된 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량을 뺀 수치로 나타내었다.

#### 2. 효소 추출

1,000mL 플라스크에 호박의 동결건조 분말 각 5g과 증류수 500mL를 가하여 pH(1M HCl/NaOH)를 고정시킨 다음 enzyme 0.5mL를 첨가하여 혼합한 후 incubator에서 12시간 shaking하여 반응시켰다. 그 후 80℃에서 10분간 효소를 불활성화 시킨 후 pH를 7로 조정 한 후 Whatman 여과지로 여과하고, 급속 냉각 후 동결 건조하였다(63)(Fig.1-Fig.2).

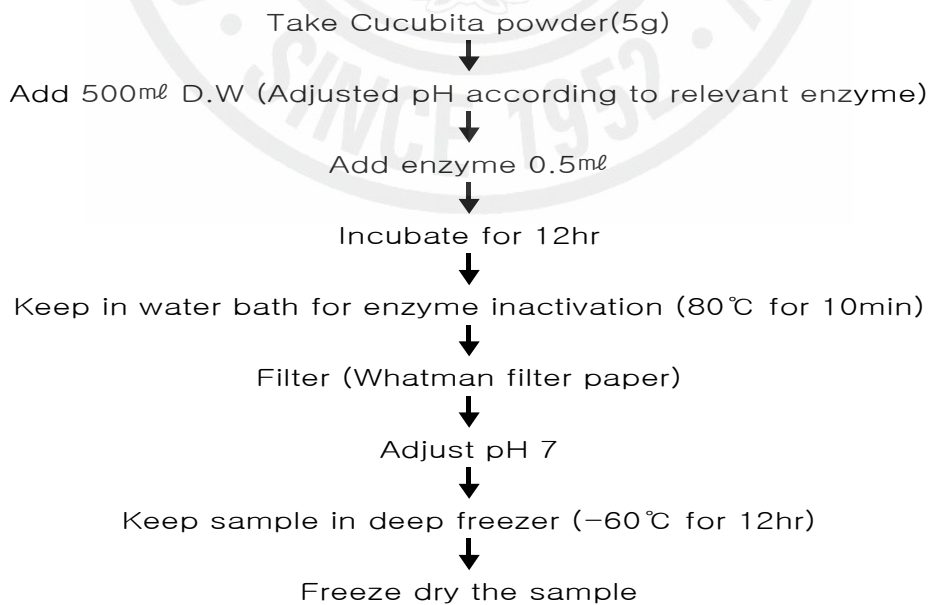


Fig. 1. Schematic diagram for the extraction of Cucurbita with enzyme.

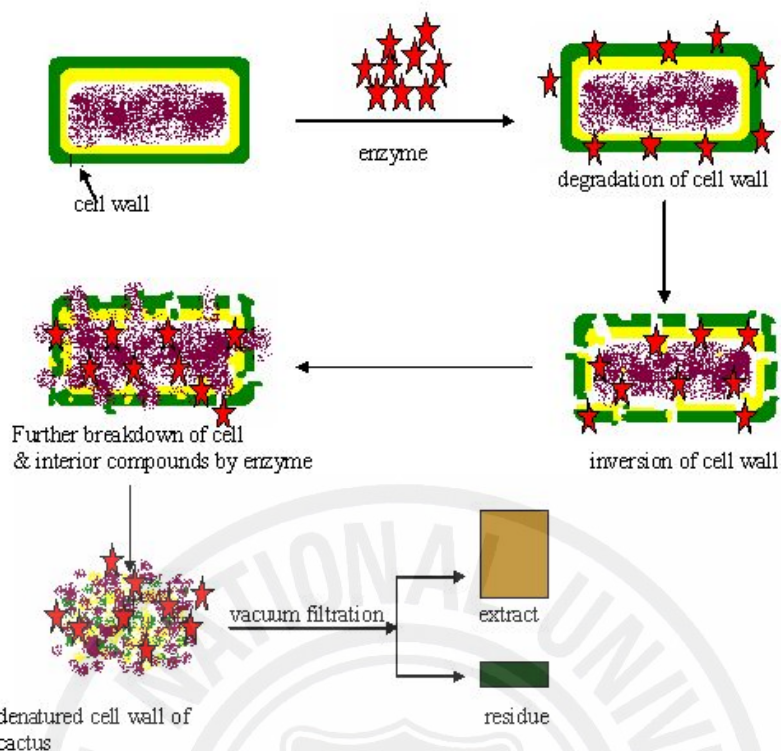


Fig. 2. Schematic diagram to explain the enzymatic extraction of Cucurbita.

### 3. Methanolic extraction

호박의 동결건조분말 10g을 80%의 메탄올(1000mL)을 가하여 25℃의 incubator에서 24시간 교반한 후 Whatman filter paper No. 1(Whatman Ltd., England)을 사용하여 여과하고, 여과액을 감압농축(vacuum rotary evaporator, 40℃)하여 시료로 사용하였다(Fig. 3).

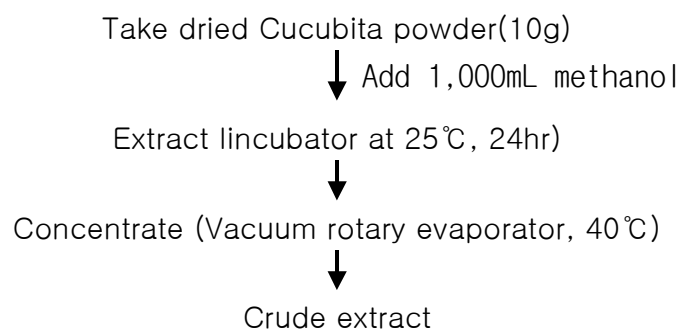


Fig. 3. Schematic diagram for extraction of Cucurbita with methanol.

#### 4. 항산화 활성 측정 실험

##### 1) DPPH radical 소거활성 분석

DPPH 유리기 소거활성은 방법에 따라 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)를 이용하여 시료구에는 시료 1mL와 DPPH 용액 1mL, 공시험구는 시료 1mL와 MeOH 1mL, 대조구는 DMSO 1mL와 DPPH 용액 1mL를 넣어 혼합한 후 실온에서 1시간 반응시킨 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다(64).

##### 2) Superoxide anion( $O_2^{\cdot-}$ ) 소거활성 분석

Superoxide anion 소거활성은 0.05M  $Na_2CO_3$  완충용액(pH 10.5)에 3mM Xanthine 0.02mL, 3mM EDTA  $Na_2$  salt 0.02mL, 0.15% bovine serum albumin 0.02mL, 0.75nM NBT 0.02mL의 혼합용액과 시료 0.02mL를 넣어 25°C의 incubator에서 10분 반응시키고, 6mM의 XOD 100 $\mu$ L를 첨가하여 25°C의 incubator에서 20분 반응한 후, 6mM의  $CuCl_2$  0.02mL를 첨가하여 560nm에서 흡광도를 측정하였다(65).

##### 3) Hydrogen peroxide( $H_2O_2$ ) 소거활성 분석

$H_2O_2$  소거활성은 96 microwell plate에 시료구와 공시험구, 대조구를 구분하여 각 효소별 시료 80 $\mu$ L에 인산완충용액(0.1M, pH 5.0)과 10mM의  $H_2O_2$  20 $\mu$ L를 혼합하여 37°C의 incubator에서 5분간 반응시켰으며, 시료구에는 1.25mM ABTS 30 $\mu$ L, 공시험구에는 D.W 30 $\mu$ L를 첨가한 후 peroxidase(1 $\mu$ G/mL) 30 $\mu$ L를 시료구와 공시험구에 첨가하여 37°C의 incubator에서 10분 반응시킨 다음 ELISA reader로 405nm에서 흡광도를 측정하였다(66).

##### 4) Hydroxyl radical ( $HO^{\cdot}$ ) 소거활성 분석

Hydroxyl radical의 소거활성은 2-deoxyribose 산화법으로 측정하였다(67).



즉, 시험관에  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (10mM), EDTA(10mM)와 2-deoxyribose (10mM), 시료액 0.2mL와 0.1M 인산완충용액(pH 7.4) 1.8ml,  $\text{H}_2\text{O}_2$ (10mM) 2mL를 가하고 37°C incubator에서 4시간 반응시켰다. 반응 후 1mL의 TCA 용액 (2.8%)을 가하여 반응을 중지시키고, 1.0% TBA(thiobarbituric acid) 용액 1mL를 가하여 100°C에서 10분간 가열시킨 후 급속히 냉각하고 532nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 5. Nitric Oxide radical(NO) 소거활성 분석

Nitric oxide radical(NO)의 소거활성은 시료 0.5mL에 10mM sodium nitroprusside 2mL와 0.01M 인산완충용액(pH 7.4)을 첨가하여 25°C의 incubator에서 150분 반응한 후 반응물 중 0.5mL를 취하여 1mL의 sulfanilic acid(0.03% in 20% glacial acetic acid)와 혼합한 후 5분간 반응시키고, 여기에 naphthylethylenediamine dihydrochloride(0.1%)를 1mL를 첨가하여 실온에서 30분 반응 후 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 6. Total phenolic 함량 분석

총페놀 함량은 시험관에 각 효소별 시료 1mL, 95% ethanol 1mL, 증류수 5mL, 5% Folin-Ciocalteu reagent 0.5mL를 가하여 실온에 5분간 방치하여 반응시킨 후, 5%의  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1mL를 가하고 어두운 곳에서(실온) 1시간 반응시킨 다음 UV-VIS spectrophotometer를 사용하여 725nm에서 흡광도를 측정하였다(68).

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 일반성분

호박 종류별 일반성분 함량은 Table 2에 나타내었다. 조회분과 조단백질 함량은 애호박, 늙은호박, 단호박 순서로 높았고, 당질은 단호박, 늙은호박, 애호박 순서로 높았고, 조섬유 함량은 애호박, 늙은 호박, 단호박 순서로 높았으나, 조지방 함량은 호박 종류들 간에 거의 함량 차이를 보이지 않았다.

호박은 애호박에서 완숙상태의 호박으로 성숙함에 따라 건물 중량으로 보았을 때 탄수화물은 증가하였으나, 조단백질, 회분, 섬유소 및 지방질은 다소 감소하였다. 늙은 호박과 단호박을 건물 중으로 비교해 보면 지방질을 제외하고는 늙은 호박이 단호박에 비해 당질, 회분, 단백질, 섬유소 함량이 높았다.

Table 2. Proximate composition of pumpkin

Component	Content(%) <sup>1)</sup>		
	Ripened pumpkin ( <i>C. moschata</i> )	Sweet-pumpkin ( <i>C. maxima</i> )	Green pumpkin ( <i>C. moschata</i> )
Moisture	6.5( 0.0)	3.9( 0.0)	10.3( 0.0)
Crude protein	8.5( 9.1)	6.4( 6.6)	13.0(14.5)
Total sugar	70.1(75.0)	77.5(80.7)	60.3(67.2)
Crude lipid	1.8( 1.9)	1.9( 2.0)	1.9( 2.1)
Crude fiber	5.8( 6.2)	5.2( 5.4)	6.3( 7.0)
Crude ash	7.3( 7.8)	5.1( 5.3)	8.2( 9.2)

( ): dry weight basis.

<sup>1)</sup>Mean (n=3).

호박은 미숙상태에서 완숙상태로 성숙함에 따라 탄수화물 함량은 거의 변화가 없었지만, 단백질과 회분은 증가하는 경향을 보였고, 섬유질 및 지방질은 완

숙됨에 따라 약간씩 감소하는 경향을 보인다고 보고하였는데(69), 이는 본 연구 결과와는 다른 결과를 보였다. 이러한 차이는 제주산 호박이라는 품종상 특성과 수확시기 등의 차이에서 기인하는 것으로 생각된다.

## 2. Total phenolic 함량

천연항산화제의 대부분은 식물체의 나무, 뿌리, 줄기, 잎, 꽃 등에 존재하며 주로 폴리페놀 물질로 알려져 있으며(70), 또한 호박 중에 함유된 phenol 및 flavonoid계의 성분은 항산화, 항암 등의 기능성을 가진 특이한 성분으로 알려져 있으므로, 호박에서의 폴리페놀 물질의 함량을 측정함으로써 어느 정도 그 식품의 항산화활성을 예측할 수 있다.

호박분말의 효소추출물 총페놀 함량을 측정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 총페놀 함량은 호박 품종별로 보면 애호박의 모든 효소 추출물에서 629.4mg/100g 이상의 높은 함량을 나타내었으나, 늙은 호박과 단호박은 애호박에 비하여 함량이 낮아 446.3~520.7mg/100g의 범위를 보였다. 그러나 늙은 호박과 단호박의 효소 추출물간의 총페놀 함량 차이는 거의 없었다. 효소별로 보면 늙은 호박의 효소 추출물은 Ultraflo 450.0mg/100g, Celluclast 517.9mg/100g, Termary 446.3mg/100g, AMG 495.0mg/100g 및 Viscozyme 520.7mg/100g로써 Viscozyme, Celluclast, Ultraflo, AMG, Termary의 순서로 함량이 높았다. 단호박의 효소 추출물은 Ultraflo 486.3mg/100g, Celluclast 517.9mg/100g, Termary 466.4mg/100g, AMG 506.4mg/100g 및 Viscozyme 515.0mg/100g로써 Celluclast, Viscozyme, AMG, Ultraflo, Termary의 순서로 함량이 높았다. 애호박의 효소 추출물은 Ultraflo 629.4mg/100g, Celluclast 723.5mg/100g, Termary 669.5mg/100g, AMG 786.8mg/100g 및 Viscozyme 735.3mg/100g로써 AMG, Viscozyme, Celluclast, Termary, Ultraflo의 순서로 함량이 높았다.

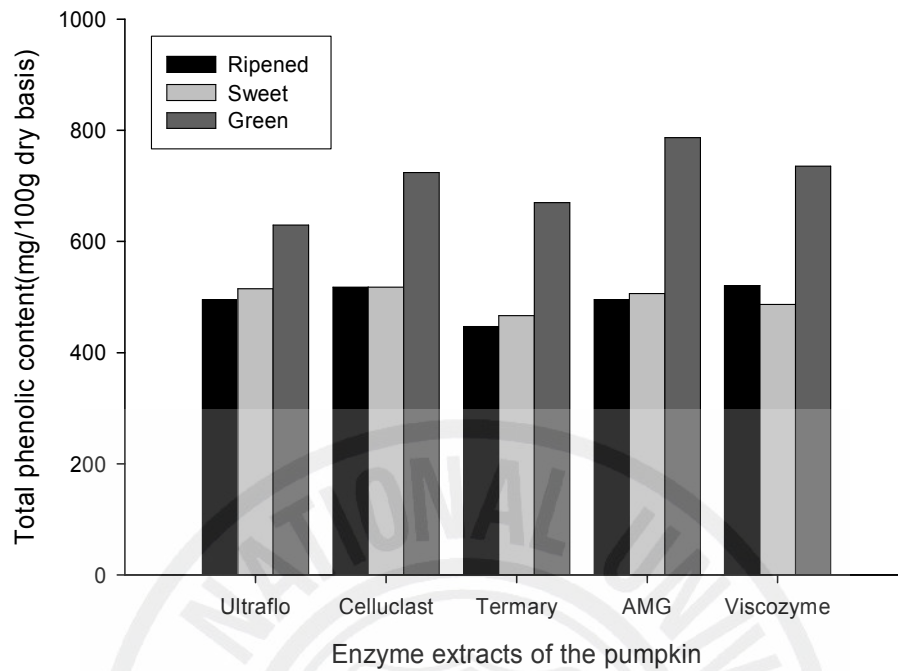


Fig. 4. Total phenolic content of the pumpkin extracts.

이상의 결과로부터 늙은 호박과 단호박에 비하여 애호박에 항산화 작용을 하는 polyphenol 화합물이 좀 더 많이 함유되어 있는 것을 알 수 있었으며, 늙은 호박과 애호박간의 함량 차이는 없었다.

한편, 늙은 호박의 부위별 성분을 비교한 연구(6)에 의하면 총페놀 함량은 내부 섬유상 부위에  $379.8 \pm 9.76 \text{ mg/100g}$ 으로 총 페놀 성분의 47% 이상 함유하였으며, 과육 부위에  $234 \pm 12.52 \text{ mg/100g}$ , 껍질 부위에  $185 \pm 10.72 \text{ mg/100g}$ 이 함유되어 있다고 하였는데, 이들 함량을 가식 부위 전체로 계산해 보면,  $623.1 \text{ mg/100g}$ 로서 본 연구의 애호박의 효소추출물의 결과와 거의 일치하였다. 그러나 본 연구에서의 늙은 호박과 단호박에 대한 결과는 이들의 연구 결과보다 약  $100 \text{ mg/100g}$  낮은 함량을 나타내었다. 본 연구와 이들의 결과가 다르게 나타나는 것은 수확시기, 토질, 영양분 등의 재배조건 및 품종에 따른 영향에 기인하는 것으로 보인다.

### 3. 항산화 활성

#### 1) DPPH radical scavenging assay

보라빛을 나타내는 DPPH는 항산화제와의 반응에 의해 안정한 화합물로 변하면 노란색으로 변한다. 이러한 반응의 정도는 항산화제의 수소 공여능에 의존한다(64). DPPH는 비교적 안정한 유리기로서 ascorbic acid,  $\alpha$ -tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화 활성을 측정하는데, 이러한 DPPH법은 식물추출물의 항산화 활성을 간단히 측정할 수 있는 동시에 실제 항산화 활성과도 연관이 매우 높기 때문에 많이 이용하는 방법이라 하였다(70). 항산화제는 세포막에서 다가 불포화 지방산을 공격하여 지질 과산화를 일으키는 활성산소종이나 활성질소종을 소거하는 역할을 담당하는데, 항산화 물질의 가장 특징적인 기작은 유리기와 반응하는 것으로 유리기 소거 작용은 활성라디칼에 전자를 공여하여 식물종의 항산화 효과나 인체에서 노화를 억제하는 척도가 된다(71).

호박분말의 효소 추출물의 농도가 2mg/mL이 함유하도록 반응용액을 제조하여 추출물에 의한 DPPH 유리기의 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 호박의 효소 추출물들은 품종별 및 추출 효소별로 많은 차이를 보였다. 품종별로 비교해보면 전체적으로 애호박 추출물에 의한 DPPH 유리기 소거활성이 다른 호박에 비해 높았으며, 특히 Ultraflo 추출물을 제외하고는 50% 이상의 높은 활성은 보였다. 늙은 호박과 단호박을 비교해 볼 때 Celluclast와 Viscozyme 추출물을 제외한 다른 효소 추출물들은 늙은 호박에 비하여 단호박이 좀 더 높거나 비슷한 DPPH 유리기 소거활성을 보였다. 효소별로 보면 늙은 호박의 DPPH 유리기 소거활성은 대조구인  $\alpha$ -tocopherol에 비하여 Ultraflo 추출물 25.6%, Celluclast 추출물 39.2%, Termary 추출물 22.4%, AMG 추출물 40.0% 및 Viscozyme 추출물 44.1%로써 Viscozyme 추출물에서 가장 높은 활성을 보였다. 단호박의 DPPH 유리기 소거활성은 Ultraflo 추출물 43.9%, Celluclast 추출물 25.8%, Termary 추출물 33.1%, AMG 추출물 47.6% 및 Viscozyme 추출물 37.6%로써 AMG에서 가장 높은 활성을 보였다. 애호박

의 DPPH 유리기 소거활성은 Ultraflo 추출물 45.1%, Celluclast 추출물 57.1%, Termary 추출물 51.4%, AMG 추출물 74.6% 및 Viscozyme 추출물 59.3%로써 AMG 추출물에서 가장 높은 활성을 보였다.

이상의 결과로 볼 때 호박 분말의 효소 추출물은 산화 유리기의 활성산소의 소거(10,72)에서 어느 정도 유용성을 인정할 수 있었으며, 특히 애호박의 효소 추출물은 늙은 호박과 단호박에 비하여 모든 효소 추출물에서 매우 효과적인 DPPH 유리기 소거활성제임을 알 수 있었다.

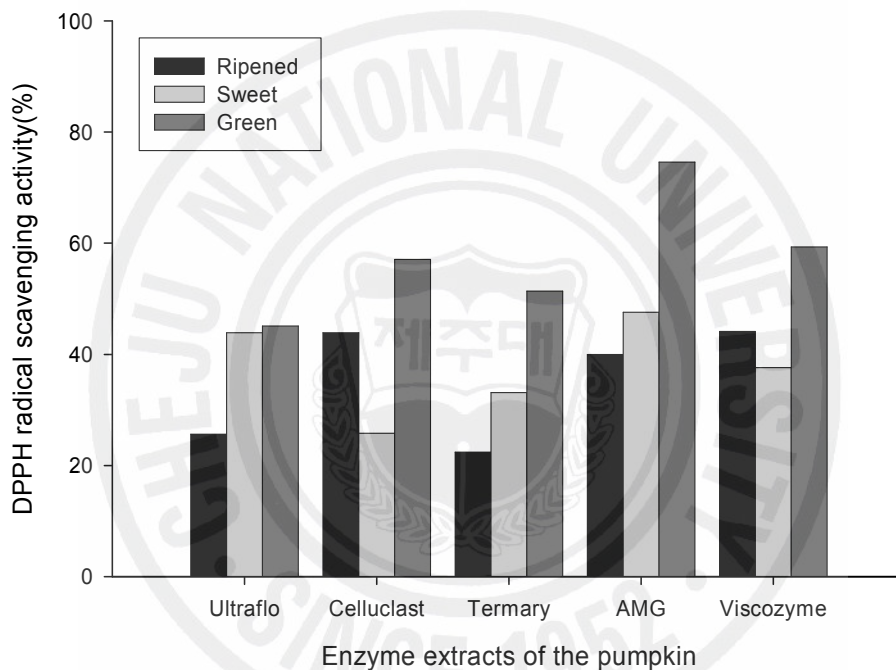


Fig. 5. DPPH radical scavenging activity of the pumpkin extracts.

## 2) Superoxide anion( $O_2^{\cdot-}$ ) 소거 활성

생체에 활성산소가 너무 많으면 암을 발생시키거나 노화를 촉진하는 등 나쁜 영향을 미친다. 이런 활성산소는 과식, 스트레스, 흡연, 지나친 운동으로 인한 과호흡 등에 의해 그 양이 증가하는데, 이러한 활성산소를 분해시키는 역할을 하는 효소가 superoxide dismutase(SOD)이다(73). 자연에 존재하는 항산화

효소 중의 하나인 SOD는 세포에 유해한 환원 산소종을 과산화수소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소이며, SOD에 의해 생성된  $H_2O_2$ 는 생체 조직을 산화시키기도 하고 peroxidase나 catalase에 의하여 자신은 분해하여 무해한 물분자와 산소분자로 전환된다(74).

호박분말의 효소 추출물의 농도가 2mg/mL이 함유되도록 반응용액을 제조하여 추출물에 의한 superoxide 소거활성은 측정한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 품종별로 보면 전반적으로 늙은 호박과 단호박 및 애호박 분말의 viscozyme 추출물은 superoxide 유리기 소거활성은 매우 높은 것으로 나타났으며, 늙은 호박과 단호박과의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 애호박 분말은 Viscozyme 추출물을 제외하고는 40% 미만의 낮은 활성을 보였다. 효소별로 보면 늙은 호박 분말의 효소 추출물에 의한 superoxide 유리기의 소거활성은 대조구인  $\alpha$ -tocopherol에 비하여 Ultraflo 추출물 56.9%, Celluclast 추출물 70.4%, Termary 추출물 61.2%, AMG 추출물 67.1% 및 Viscozyme 추출물 63.2%로써 사용된 모든 효소 추출물에서 56.9% 이상의 비교적 높은 활성을 보였으며, 특히 Celluclast 추출물에서 70.4%로 가장 높은 활성을 보였다. 단호박의 superoxide 유리기 소거활성은 Ultraflo 추출물 46.1%, Celluclast 추출물 71.7%, Termary 추출물 71.7%, AMG 추출물 64.5% 및 Viscozyme 추출물 70.4%로써 Ultraflo 추출물을 제외한 모든 효소 추출물에서 64.5% 이상의 높은 활성을 보였으며, 특히 Celluclast 추출물, Termary 추출물 및 Viscozyme 추출물에서는 70% 이상의 높은 활성을 보였다. 애호박의 superoxide 유리기 소거활성은 Ultraflo 추출물 17.1%, Celluclast 추출물 40.8%, Termary 추출물 25.7%, AMG 추출물 25.7% 및 Viscozyme 추출물 75.7%로써 Viscozyme 추출물에서 75% 이상의 높은 활성을 보였으나, 나머지 효소 추출물들은 40.8% 미만으로 낮은 활성을 보였다.

Fig. 6. Superoxide anion scavenging activity of the pumpkin extracts.

한편, 82개의 재료에 대하여 extraction buffer를 사용하여 superoxide anion radical( $\cdot\text{O}_2$ )의 소거활성을 측정한 결과 오가피 13.5%, 결명자 17.1%, 복분자 13.2%, 감초 35.6%, 생강 9.0%, 무 20.9%의 소거효과를 보인 보고(75)와 비교할 때 본 연구에서 모든 호박의 효소 추출물들이 이들과 비슷하거나 아주 높은 소거활성을 보이는 것으로 보아 이들 식품들에 비하여 그 효과가 높다고 평가할 수 있다.

이상의 결과로 볼 때 늙은 호박 및 단호박 분말의 모든 효소 추출물과 애호박의 Viscozyme 추출물은 superoxide anion을 활성적으로 소거하는 항산화제로서의 가능성이 매우 높다는 것을 알 수 있었다.

### 3) Hydrogen peroxide( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 소거활성

Hydrogen peroxide의 소거활성은 SOD에 의해 생성된  $\text{H}_2\text{O}_2$ 를 peroxidase를 첨가하여 물과 산소분자로 환원시켜 최종적으로 산패를 억제 시켜주는 능력



을 측정하는 것이다(66).

과산화수소는 현재 우리나라에서 식품첨가물로 허용되어 표백제의 용도로 사용되고 있고, “최종식품이 완성되기 전에 분해하거나 제거”하도록 사용기준이 설정되어 있으며, 인위적으로 첨가하기도 하지만 식품 중에 천연으로 존재하는 경우도 있다(70).

호박분말의 효소 추출물의 농도가 2mg/mL이 함유되도록 반응용액을 제조하여 추출물에 의한 hydrogen peroxide 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 7에 나타내었다. 품종별로 비교해보면 전반적으로 애호박의 효소 추출물이 다른 호박종에 비하여 약간 높은 활성을 보일 뿐 그다지 큰 차이는 없었다. 또한 애호박 분말의 Celluclast 추출물을 제외하고는 모든 호박의 효소 추출물들이 50% 미만의 활성을 보였다. 효소별로 보면 늙은 호박 분말의 효소추출물에 의한 hydrogen peroxide 소거활성은 대조구인  $\alpha$ -tocopherol에 비하여 Ultraflo 추출물 39.0%, Celluclast 추출물 34.4%, Termory 추출물 39.1%, AMG 추출물 36.2% 및 Viscozyme 추출물 37.1%로써 실험에 사용된 모든 효소 추출물에서 34~39% 범위의 활성을 보였다. 단호박의 hydrogen peroxide 소거활성은 Ultraflo 추출물 46.6%, Celluclast 추출물 40.0%, Termory 추출물 39.4%, AMG 추출물 38.7% 및 Viscozyme 추출물 37.9%로써 모든 효소 추출물에서 37.9~46.6%의 활성을 보였으며, 특히 Ultraflo 추출물이 46.6%로 가장 높은 활성을 보였다. 애호박의 효소 추출물의 hydrogen peroxide 소거활성은 Ultraflo 추출물 44.3%, Celluclast 추출물 53.4%, Termory 추출물 43.5%, AMG 추출물 49.4% 및 Viscozyme 추출물 46.3%로써 Celluclast 추출물에서 53.4%로 가장 높은 활성을 보였으나, 나머지 효소 추출물들은 50% 미만이었다.

Fig. 7. Hydrogen peroxide scavenging activity of the pumpkin extracts.

#### 4) Hydroxyl radical (HO·) 소거활성

생체 내에 산소가 유입되어 세포내에서 이용될 때 superoxide anion( $O_2^-$ ) radical 과 hydrogen peroxide( $H_2O_2$ ), hydroxyl( $\cdot OH$ ), 지질의 free radical과 같은 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)이 부산물로 생성된다. 또한 peroxynitrite(ONOO)는 생체 내에서 nitric oxide( $NO\cdot$ )와  $\cdot O_2$ 의 반응으로 생성되는 활성 질소종(reactive nitrogen species, RNS)으로 ROS와 함께 활성종에 포함된다. 이들 ROS와 RNS는 세포내 여러 구성성분인 지질, 단백질, 핵산 그리고 DNA를 산화시켜 염증을 유발하고 세포내 여러 조직을 손상시키며, 많은 퇴행성 질환, 즉 암, 동맥경화, 류마티스관절염, 그리고 알레르기에 관련있는 것으로 보고되고 있다(76).

호박분말의 효소 추출물의 농도가 2mg/mL이 함유되도록 반응용액을 제조하여 추출물에 의한 hydroxyl radical의 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 품종별로 보면 실험에 사용된 모든 호박 품종에서 14% 미만의 낮은 활성

을 보이는 것으로 보아 호박의 효소 추출물들은 hydroxyl radical의 효과적인 소거활성능이 없는 것으로 판단된다. 효소별로 보면 늙은 호박의 분말의 효소추출물에 의한 hydroxyl radical의 소거활성은 대조구인  $\alpha$ -tocopherol에 비하여 Ultraflo 추출물 5.57%, Celluclast 추출물 -3.37%, Termary 추출물 5.35%, AMG 추출물 5.64% 및 Viscozyme 추출물 4.40%로써 실험에 사용된 모든 효소 추출물에서 6% 미만의 매우 낮은 활성을 보였다. 단호박의 hydroxyl radical의 소거활성은 Ultraflo 추출물 5.05%, Celluclast 추출물 -3.52%, Termary 추출물 -3.81%, AMG 추출물 -1.76% 및 Viscozyme 추출물 6.01%로써 모든 효소 추출물에서 6% 미만의 낮은 활성을 보였다. 애호박 분말의 효소 추출물의 hydroxyl radical의 소거활성은 Ultraflo 추출물 13.7%, Celluclast 추출물 5.57%, Termary 추출물 2.49%, AMG 추출물 4.84% 및 Viscozyme 추출물 2.05%로써 Ultraflo 추출물이 13.7%로 가장 활성이 높았으나 전반적으로 활성이 낮은 편이었다.

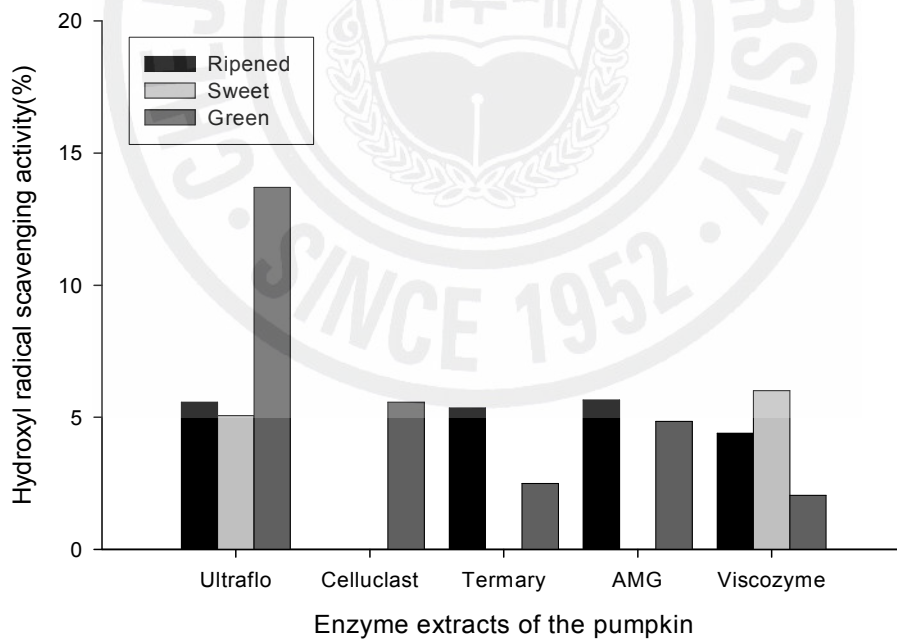


Fig. 8. Hydroxyl radical scavenging activity of the pumpkin extracts.

감잎의 hydroxyl radical의 소거 효과를 용매를 분획하여 실험한 결과 감잎

(200 $\mu$ g/ml)을 hexane으로 추출했을 때 20.1%, ethylacetate로 추출했을 때 42.1%, n-butanol로 추출했을 때 101.0%, 물로 추출했을 때 38.9%의 소거활성을 보였다는 보고도 있다(77).

이상의 결과로부터 호박분말의 효소 추출물에 의한 hydroxyl radical의 소거 효과는 기대할 수 없는 것으로 생각된다.

#### 4. 아질산염 소거활성

호박분말의 효소 추출물 2mg/mL이 함유되도록 반응용액을 제조하여 추출물에 의한 아질산염의 소거 효과를 측정 한 결과는 Fig. 9에 나타내었다. 늙은 호박, 단호박 및 애호박 분말의 효소추출물에 의한 아질산염 소거활성은 호박 품종별 및 각 추출 효소에 따른 차이를 거의 찾을 수 없이 40% 전후의 활성을 보였으나, 특이하게 단호박과 애호박 분말의 Viscozyme 추출물은 80% 전후의 아주 높은 아질산염 소거활성을 나타내었다. 호박 품종별로 보면 늙은 호박은 대조구인  $\alpha$ -tocopherol에 비하여 Ultraflo 추출물 32.4%, Celluclast 추출물 42.4%, Termery 추출물 41.4%, AMG 추출물 40.1% 및 Viscozyme 추출물 26.4%로써 Celluclast 추출물, Termery 추출물 및 AMG 추출물에서 40% 이상의 활성을 보였으나, Ultraflo 추출물과 Viscozyme 추출물에서는 33% 미만의 낮은 활성을 보였다. 단호박의 아질산염 소거활성은 Ultraflo 추출물 38.2%, Celluclast 추출물 44.9%, Termery 추출물 40.3%, AMG 추출물 41.0% 및 Viscozyme 추출물 86.1%로써 Viscozyme 추출물에서 매우 높은 활성을 보인 반면, 나머지 효소 추출물에서는 38.2~44.9% 범위의 활성을 보였다. 애호박 분말의 효소 추출물의 아질산염 소거활성은 Ultraflo 추출물 44.9%, Celluclast 추출물 46.2%, Termery 추출물 42.0%, AMG 추출물 44.7% 및 Viscozyme 추출물 78.3%로써 Viscozyme 추출물이 가장 활성이 높았으며, 나머지 효소 추출물들은 42.0~46.2% 범위의 활성을 보였다.

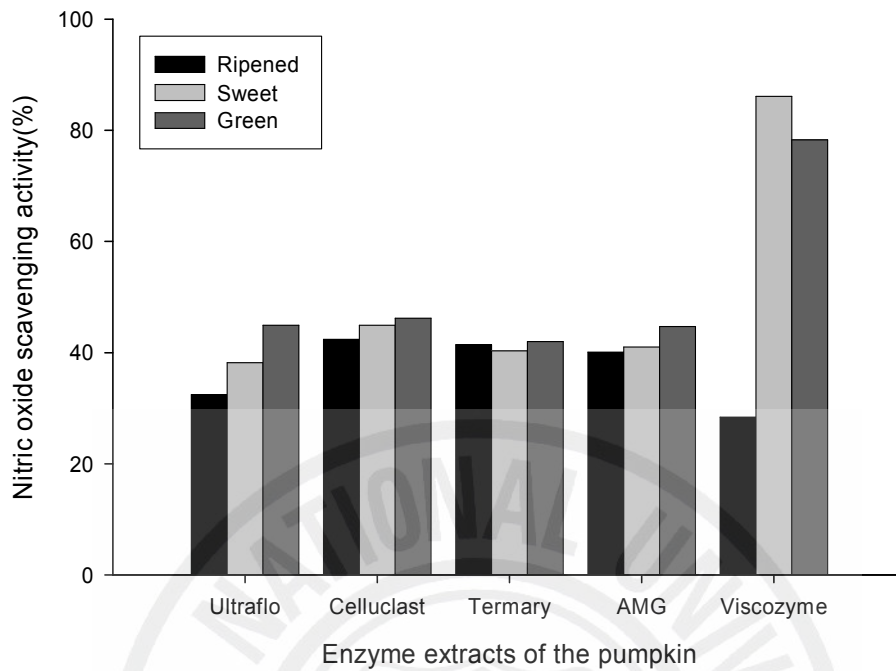


Fig. 9. Nitric oxide scavenging activity of the pumpkin extracts.

이러한 결과는 늙은 호박의 가식부위를 온수, 70% acetone 및 70%로 추출한 경우 추출물의 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거작용이 높게 나타나서 온수 추출물에서 7.5~36.4%의 소거효과, 80% acetone 추출물에서 6.6~28.2%의 소거효과 및 70% methanol에서 14.6~56.7%의 소거효과를 나타낸다는 연구결과(78)와 비슷한 효과를 나타내었다. 특히 본 연구에서는 늙은 호박과 단 호박 분말의 Viscozyme 추출물의 경우 이들의 연구 결과보다 매우 높은 소거 활성을 보였다. 이는 니트로사민 생성을 억제하는 것으로 알려지고 있는 폴리페놀 화합물(79), 플라보노이드 화합물(80) 및 페놀산(81) 등의 페놀성 화합물이라는 것이라는 보고와 폴리페놀, 페놀산, 플라보노이드 등 페놀성 화합물의 전자 공여능이 크고(82), 특히 식물의 플라보노이드가 항산화성이 강한 편으로 free radical terminator 또는 금속의 chelator로 작용 한다는 보고(83-84)들에 비추어 볼 때 호박에 다량 함유되어 있는 페놀성 화합물에 의한 효과라고 할 수 있다.

또한 1.2에서 오미자 종자 추출물의 아질산염의 소거효과는 물 추출 60.2%, 메탄올 98.6%, 에탄올 91.9%, 에틸아세테이트 55.9%, 클로르포름 56.5%의 결과를 보였고, pH 6.0에서 물추출 3.8%, 메탄올 21.3%이었으며, 에탄올, 에틸아세테이트 및 클로르포름 추출에서는 효과가 전혀 없었다는 결과를 보고한 바 있고(85), 대나무 에탄올 추출물에서도 인체 내 위에서의 pH 변화를 고려하여 각 pH 조건하(pH 1.2, 3.0, 6.0)에서 아질산염의 소거능이 각각 43.0%, 35.5%, 9.9%로 나타나는 결과를 보고한 바 있는 것으로 보아 아질산염의 소거활성은 pH의 변화에 따라 많은 차이를 보이고 있으며, 특히 강산성에서 효과가 높다는 보고가 있다(86). 솔잎과 녹차 추출물은 pH의 감소에 따라 높은 소거능을 나타내었으며, pH가 0.86 단위만큼 감소됨에 따라 아질산염이 두 배로 소거되었음을 제시하였고, 한 연구(85)도 있고 니트로사민의 소거활성은 중성영역의 pH에서보다 인체 위내의 pH에서 촉진되는 것으로 알려져 있다(86).

이상의 결과로부터 단호박과 애호박의 Viscozyme 추출물에 의하여 니트로사민(nitrosamine) 생성의 전구물질인 아질산염을 매우 효과적으로 소거할 수 있을 뿐만 아니라, 나머지 효소 추출물들에 의해서도 어느 정도 활성을 인정되므로, 호박의 효소 추출물에 의하여 발암물질 생성을 사전에 차단하는데에도 일조할 것으로 기대된다.

## V. 요약 및 결론

1. 호박의 일반성분은 애호박에서 완숙상태의 호박으로 성숙함에 따라 건물 중량으로 보았을 때 탄수화물은 증가하였으나, 조단백질, 회분, 섬유소 및 지방질은 다소 감소하였다. 늙은 호박과 단호박을 건물 중으로 비교해 보면 지방질을 제외하고는 늙은 호박이 단호박에 비해 당질을 제외하고는 회분, 단백질, 섬유소 함량이 높았다.
2. 총 phenolic 화합물 함량은 애호박이 늙은 호박과 단호박에 하여 좀 더 높았으며, 늙은 호박과 애호박간의 함량 차이는 거의 없었다.
3. DPPH 유리기 소거활성은 애호박의 효소 추출물이 늙은 호박과 단호박에 비하여 매우 효과적이었다.
4. Superoxide anion 소거활성은 늙은 호박 및 단호박 분말의 모든 효소 추출과 애호박의 Viscozyme 추출물이 활성적이었다.
5. Hydrogen peroxide 소거활성은 전반적으로 애호박의 효소 추출 물이 다른 호박에 비하여 약간 높은 활성을 보일 뿐 그다지 큰 차이는 없었다.
6. Hydroxyl radical 소거활성은 시험된 모든 호박 품종에서 14% 미만의 낮은 활성을 보이는 것으로 보아 효과적이지 못한 것으로 판단된다.
7. 아질산염 소거활성은 단호박과 애호박의 Viscozyme 추출물이 매우 효과적 이었으며, 나머지 효소 추출물들에 의해서도 어느 정도 활성을 인정되었다. 따라서 본 연구 결과 호박의 효소 추출물들은 항산화 활성을 어느 정도 기대할 수 있어서 기능성 식품 소재로 이용될 수 있을 것이라 기대된다.

## VI. 참고문헌

1. 동아출판사, 1983, 동아원색백과사전, 동아출판사, 서울, pp. 263~264.
2. Robinson RW and Decker-Watter DS, 1977. *Cucurbitas*. pp. 71~83, CAB International, N.Y.
3. Sharma BR, Saimbhi NS, Bawa AS and Shuki FC 1979. Varietal variation in the chemical composition of summer squash. *Indian J. Sci.*, 49 : 30~34.
4. Park EJ, Kim HJ, Kim JM and Chun HS, 1997. Antiulcerative effect of Sikhe on stomach ulcer induced by ethanol. *J. Kor. Food. Sci. Nutr.*, 6(1): 98~102.
5. Park YK, Cha HS, Park MW, Kang YH and Seog HM, 1977. Chemical components in different parts of pumpkin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26 : 639~646.
6. 장상문, 박난영, 이주박, 안홍, 2001. 늙은 호박의 부위별 성분 비교, 한국식품영양과학회, 30(6): 1038~1040.
7. Burton GW and Ingold GW, 1984. An unusual type of lipid antioxidant. *Science*, 224: 56~63.
8. Yoon SJ, Kim S, Jun HJ, Jeong BR and Chung HD, 2002. Active substances in fruit of the Korea native squash. *Cucurtata moschata* poir. *J. Food Sci.*, 20(5): 15~28.
9. 김혜경, 최홍식, 1992. 식품 및 생체 carotenoid의 co-oxidation. *Korean J. Life Science*, 2: 91~96
10. Nishihito H, 1998. Cancer prevention by carotenoid. *Mutat. Res.*, 402 : 159~165.
11. Ann YG and Lee SK, 1995. A study of Sikhye. *Korean J. Food Nutr.*, 8(3) : 165~171.
12. 안희수, 1986. 가지, 오이, 호박의 영양과 조리법, 식품과 영양 18: 7~38.



13. Cho JS, 1981. Food Stuff, *Geejeon Yeongusa*, Seoul, Korea, pp. 162~164.  
GW and Ingold GW, 1984. An unusual type of lipid antioxidant. *Science*, 224 : 56~63.
14. Rouseff RL and Kaihauri GN, 1983. Health and nutritional benefits of pumpkin varieties. *Kartofel'i Oveoschchi*, 1: 37~44.
15. Krinsky NL and Deneke SM, 1982. Interaction of oxygen and oxy-radicals with carotenoids. *J. Natl. Cancer Inst.*, 69: 205~210.
16. Peto R, Doll R, Vuckley ID and Sporn MB, 1981. Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rates. *Nature*, 20: 201~208.
17. Bendich A, 1990. *Carotenoids, on Chemistry and Biology*, Kninsky, N.Y., Mathews-Roth, M.M., Taylor, R.F.(ed.), New York, p.323~342.
18. Mathews-Roth MM, 1991. Recent progress in the medical applications of carotenoids, *Pure Appl. Chem.*, 63: 147~152.
19. Coditz GA and Branch LG, 1985. Increased green and yellow vegetable intake and lowered cancer deaths in an elderly population. *Am. J. Clin. Nutr.*, 41: 32~36.
20. Mathews-Roth, MM, 1985. Carotenoids and cancer prevention - experimental and epidemiological studies, *Pure Appl. Chem.*, 57(5) : 717~722.
21. Gerster H, 1991. Potential role of  $\beta$ -carotene in the preventions of caroliovascular disease. *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, 16: 277~283.
22. 홍문화, 1986. 현대병의 원리와 무공해식품, 동아출판사
23. 이금숙, 황춘선, 1990. 한국의 전통적 민간요법의 이용실태조사. 성인병에 이용되는 식품을 중심으로. 한국식문화학회지, 5, 331~.
24. Cho GS, 1997. Chemical compositions of the green and ripened pumpkin(*Cucurbita monschata* Duch, Korean. *J. Food Sci. Technol.*, 29 : 657~662. Park YK, Cha HS, Park MW, Kang YH and Seog HM, 1997. Chemical composition in different parts of pumpkin. *J. Kor. Soc. Food*

- Sci. Nutr.*, 26: 639~646.
25. Nam HK and Koh DH, 1994. Fatty acid composition of Korean pumpkins. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 7: 95~99
  26. Choi CB, Park YK, Kang YH and Park MW, 1998. Effects of pumpkin powder on chemically induced stomach and mammary cancers in Spragur-Dawley rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 27: 973~979.
  27. 김길웅, 1990. 호박잼의 제조방법, 특허공보, 90-3549.
  28. 김길웅, 1990. 호박음료의 제조방법. 특허공보 90-3706.
  29. 김길웅, 1990. 호박음료의 제조방법. 특허공보 90-31.
  30. 김길웅, 1990. 호박분말의 제조방법. 특허공보 90-32.
  31. 김길웅, 1990. 호박스넥의 제조방법. 특허공보 90-12.
  32. 박용문, 석호문, 1995. 호박농축물을 이용한 호박차 및 호박음료의 제조방법. 특허공보 제081467호.
  33. Park YH, 1995. A study on the development pumpkin-citron-honey drink. *J. Kor. Soc., Food Sci. Nutr.*, 24: 625~630.
  34. Shin, Y.S., Lee, K.S. and Kim, D.H., 1993. Studies on the reparation of yogurt from milk and sweet potato or pumpkin. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25, 666~671. drink. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 24, 625~630.
  35. Heo, SJ, Kim JH, Kim JK, Moon KD, 1998. Processing of purees from pumpkin and sweet-pumpkin. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 172~178
  36. Oh, BY, Park BH, 1998. Changes in physiochemical components of pumpkin juice with ingredients(ginger, onion, jujube, boxthron) during storage. *J. Korean Soc Food Sci Nutr*, 27, 1027~1033.
  37. Park BH, Jim HA, Park YH, Oh BY, 1998. Changes in physiochemical components of stewed of stewed pumpkin juice heated and stored under different conditions. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 1~9.
  38. Griffiths, B.. 1985. The role of fats in foods, food flavor. *Ingr. Proc. Pack.*, 7, 43~49.

39. Waslienm C.I. and Rehwoldt, R.E., 1990. Micronutrients and antioxidants in processed foods analysis of data from 1987 food additives survey. *Nutrition Today*, July/August, 25(4): 36~40.
40. Haumann, B.F., 1990. Antioxidants: firms seeking products they can label as 'natural'. *INFORM AOCS*, 1, 1002~1013.
41. Dziezak, J.D., 1986. Antioxidants: The ultimate answer to oxidation. *Food Technol.*, 40(9), 94~100.
42. Takahashi, O. and Hiraga, K., 1978. Dose-response study of haemorrhagic death by dietary butylated hydroxytoluene(BHT) in male rats. *Toxicol. App. Pharmacol.*, 43: 399~420.
43. Ito, N., Fukushima, S. and Hasegawa, A., 1983. Carcinogenicity of BHA in F344 rats. *J. Natl. Cancer Inst.*, 70, 343~352.
44. Frag, R.S., Vadei, A.Z.M.A, Hawedi, F.M. and El-Baroty, G.S.A., 1989. Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *JAOCS*, 66, 792~799
45. Frag, R.S., Vadei, A.Z.M.A, Hawedi, F.M. and El-Baroty, G.S.A., 1989. Influence of thyme and clove essential oils on cottonseed oil oxidation. *JAOCS*, 66, 800~804.
46. Vekiaris AS, Oreopoulou V, Tzia C and Thomopoulos CD, 1993. Oregano flavonoids as lipid antioxidants. *JAOCS*, 70, 483~487.
47. 최웅, 신동화, 장영상, 신재익, 1992. 식용유지에 대한 붉나무 추출물의 항산화 효과. *한국식품과학회지*, 24(4): 320~325.
48. 임대관, 최웅, 신동화, 장용섭, 1994. Propolis 추출물의 유지산화 억제효과 비교. *한국식품과학회지*, 26(5): 622~626.
49. 임대관, 초웅, 신동화, 1996. 소목 추출물의 항산화 효과. *한국식품과학회지*, 28(1): 77~82.
50. 박재한, 강규찬, 백상용, 이윤영, 이규순, 1991. 식용 해조류에 서 항산화 물질의 분리. *한국식품과학회지*, 23(3): 256~261.
51. 조순영, 유병진, 장미화, 이수정, 성낙주, 이응호, 1994. 수산 미이용 자원 중

- 에 존재하는 항산화 물질의 검색. 한국식품과학회지, 26(4): 417~421.
52. Halliwell, B., Nurcia, M.A., Chrico, S. and Aruoma, O.I., 1995. Free radicals and antioxidants in food and I vivo: What they do and how they work. *CRC Rev. Food Sci., Nutr.*, 35(1&2), 7~20.
  53. Thomas, M.J., 1995. The role of free radicals and antioxidants: How do you know that they are working. *CRC Rev. Food Sci. Nutr.*, 35(1&2) : 21~39.
  54. Kang, Y.H., Park, Y.K., Oh, S.R. and Moon K.D., 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(6): 978~.
  55. Branen, A.L., 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyl anisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52: 59~63.
  56. Hiroe, K. and Nobuji, N., 1989. Structure of a new antioxidative phenolic acid from oregano. *Agric. Bio. Chem.*, 53, 519~524.
  57. Terao, J., 1989. Antioxidant activity of  $\beta$ -carotene related carotenoids in solution. *Lipids*, 24, 657~662.
  58. Suzuki, N., Jochi, M. Eada, N. Machike, S., Nomoto, T. and Toda, B. 1992. antioxidative activity of amino acids and sulfur-containing compounds to superoxide: measurement by quenching the chemiluminescence of a Cypridina Luciferin analogue. *Bioscience*, 56, 409~507.
  59. Miura, K. and Nakatani, N., 1989. Antioxidative activity of flavonoids from thyme(*Thymus vulgaris* L.). *Agric. Bio. Chem.*, 53, 3043~3049.
  60. 오봉윤, 박복희, 1998. 호박즙의 유지에 대한 항산화 효과, 한국가정과학회지, 1(2), 89~99.
  61. 박민정, 전영수, 한지숙, 2001. 녹차 및 늙은 호박 분말 첨가에 따른 갓김치의 항산화 효과, 한국식품영양과학회지, 30(6), 1053~1059.
  62. AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Intl. 15th ed, Method 985.01, p. 723. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
  63. 허승담, 박달수, 고경민, 김문관, 손원근, 이두식, 신태균. 2003. 양식 넙치에서

- 손바닥선인장 발효물의 항균 효과. *Kor. J. Vet. Publ. Hlth*, 27(3), 143~147.
64. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Barnes G, 1985. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* 28: 25~30.
65. Nagai T, Inoue H and Suzuki N, 2002. Scavenging capacities of pollen extracts from *Cidtus Iodaniferus* on autoxidation, superoxide radicals, hydroxyl radical, and DPPH radicals. *Nutr. Res.*, 22: 519~526.
66. Muller, HE, 1985. Detection of hydrogen peroxide produced by microorganisms on an ABTS-peroxidase medium. *Zbl. Bakt. Hyg.*, 59 : 151~155.
67. 정미숙, 김경희. 1996. 선인장 붉은 열매에서 추출한 Betanine 색소의 안정성. *Korean J. Soc. Food Sci.* 12(4): 506~510.
68. A.O.A.C. Official methods of analysis, 13th ed., Association of Official Analysis Chemists, Washington, DC. USA(1980)
69. Cho, GS, 1997. Chemical composition of the green and ripened pumpkin(*Cucurbita moschata* Duch). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 657~662.
70. 유미애, 정혜경, 강명화, 2004. 포도부산물인 과피로부터 항산화 물질 최적 추출 방법 확립, *한국식품과학회지*, 36(1): 134~140
71. 이민자, 문갑순, 2003. 한국산 왕대, 솜대, 멥죽죽, 조릿대 및 오죽의 항산화 효과. *J. Korean Food Sci. Technol.* 35(6): 1226~1232.
72. 김혜경, 최홍식, 1992. 식품 및 생체 carotenoid의 co-oxidation. *Korean J. Life Science*, 2, 91~96; Nishihito, H., 1998. Cancer prevention by carotenoid. *Mutat. Res.*, 402, 159~165.
73. 하대식, 김충희, 김곤섭, 김의경, 김종수, 2005. 지질 과산화에 대한 전통약용 식물의 항산화 효과. *대한수의학회지*, 45(3): 341~350.
74. 손미애, 김성희, 남상해, 박석규, 성낙주. 2004. 국내산 녹차 및 후발효차 추출물의 항산화 효과. *생명과학회지*, 14(6): 920~924.

75. 임복규, 류병호, 2004. 유용식물로부터 human low density lipoprotein(LDL)에 대한 항산화제의 탐색. 한국식품영양학회지, 17(2): 138~146.
76. Chung,SK. 1997. Hydorxyl radical-scavenging effects of spices and scavenngers from brown mustard. Biosci. Biotech. Biochem, 61,118-123.
77. 박건영, 문숙희.2000. 감잎의 항산화효과. 한국식품영양학회지, 13(1), p53-58.
78. 강윤환, 차환수, 김홍만, 박용곤, 1997. 늙은 호박 추출물의 아질산염 및 전자공여 작용. 한국식품영양과학회지, 10(1): 31~36.
79. Takashi, Y., Yamamoto, M., and Tamura, A., 1978. Studies on the formation of nitrosamines : The effects of some polyphenols on nitrosation of diethylamine. *J. Food Hyg. Soc.*, 19, 224~229.
80. 이지현, 1992. 수종의 화합물들의 아질산염 소거능과 N-nitrosoproline 생성에 미치는 영향. 부산수산대학 석사학위논문, 부산대학교.
81. Kuenzig, W., Chau, J., Norkus, E. and Conney, A.H., 1984. Caffeic and ferulic acid as blocks of nitrosamine formation. *Carcinogenesis*, 5(3), 309~313.
82. 강윤환, 박용곤, 이기동, 1994. 페놀성화합물의 아질산염 소거 및 전자공여작용, 한국식품과학회지, 28(2), 232~239.
83. Shahidi, F. and Wanasundra, P.D., 1992. Phenolic antioxidants. *Critical Recievs in Food Science and Nutrition*, 32(1), 67~103.
84. Shahidi, F., 1992. *Phenolic compounds in food and their effectson health* (in English), Vol. 1. Ho, C.T., American Chemical Socirty, pp. 130~142.
85. 임 등(2004)
86. 정기태, 주인옥, 최정식, 홍재식, 2000. 오미자 종자의 항산화성, 항균성, 아질산염 소거능 *J. Korean Food Sci. Technol.* 32(4): 928~935.
87. 김수민, 조영석, 성삼경, 이일구, 이신호, 김대곤, 2002. 솔잎 및 녹차 추출물의 항산화성 및 아질산염 소거작용. 한국축산식품학회지, 22(1), 13~19.

## 감사의 글

본 연구를 수행하는데 있어서 저에게 아낌없는 격려와 지도를 해 주신 김수현 교수님께 마음 깊이 감사를 드립니다.

아울러 바쁘신 중에도 논문 심사에 수고하여 주신 송대진 교수님, 하진환 교수님께 머리숙여 감사드립니다. 또한, 깊은 관심을 가지고 지도해 주신 강영주교수님, 임상빈교수님, 고영환교수님께도 감사를 드립니다.

본 논문을 위해 학문적 조언과 세심한 지도를 해 주신 제주산업정보대학 오창경교수님과 오명철교수님께 진심으로 감사 드리며, 이 논문이 완성되기까지 밤늦게까지 실험실에서 자료 작성, 시료분석에 많은 도움을 주신 스리랑카에서 온 박사학위과정에 연구중인 사라스 마힌다에게도 고마운 마음을 전합니다.

끝으로 오늘이 있기까지 불편함을 감수하며, 묵묵히 내가 해야 할 일과 회사 일들 그리고 회사에 근무하는 임직원들까지 챙기는 일 사회 생활과 학업에 전념할 수 있도록 항상 옆에서 아낌없이 도와준 나의 사랑하는 아내 그리고 가족들에게 고마움을 전하며, 함께 걱정도 해준 사단법인 제주특별자치도농공단지협의회 직원 그리고 사단법인 제주특별자치도중소기업연합회 임직원과 제주프라스틱공업협동조합 직원, 절실한 여러 친구에게도 이 자그마한 결실을 보답으로 드립니다.