

## 수원 5호 메밀의 유리라디칼 소거 및 Xanthine oxidase 활성 저해

서형주\* · 정수현 · 김영순 · 이성동

고려대학교 병설 보건전문대학 식품영양과

### Free Radical Scavenging Activities and Inhibitory Effects on Xanthine oxidase of Buckwheat(Suwon No. 5)

Hyung-Joo Suh<sup>†</sup>, Soo-Hyun Chung, Young-Soon Kim and Sung-Dong Lee

Dept. of Food and Nutrition, Junior College of Allied Health Sciences, Korea University, Seoul 136-703, Korea

#### Abstract

To examine the free radical scavenging activities from buckwheat, Suwon No. 5 was extracted with various solvents. The seed of Suwon No. 5 had a high contents of carbohydrate, but the vegetable of that had a 31.4% of protein, 28.6% of ash and 25.7% carbohydrate as moisture free basis. Phenols contents of vegetable extracts had higher than those of seed extracts. Acetone extract of vegetable showed the greatest electron donating ability. Butanol and acetone extracts of vegetable showed high inhibitory effect on lipid peroxidation. Acetone extract of vegetable had also excellent activity in the superoxide radical scavenging activity by xanthine/xanthine oxidase-cytochrome c reduction system. The inhibitory effects of extracts on xanthine oxidase were measured. Acetone extract had the strongest inhibitory effect on xanthine oxidase and IC<sub>50</sub> was 2.2μg.

Key words: buckwheat, xanthine, radical scavenging activity

#### 서 론

노화의 원인으로는 대사과정에 생성된 유해물질의 축적, 방사선에 의한 유전자의 변이, 각종 면역 반응의 영향의 축적에 의한 세포의 손상 및 생체내 유리라디칼에 의한 세포내 지질산화물의 생성 등이 알려져 있다(1-3). 또한 노화의 원인 중의 하나로 산소에서 유래되는 superoxide anion radical, hydroxyl radical singlet oxygen 및 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 등의 활성산소의 역할이 대두되어 이들의 제거에 대한 관심이 고조되고 있다(4-6). 이들은 epinephrine의 산화, 미토콘드리아, 식세포 또는 세포질 중 xanthine oxidase나 glutathione reductase 등의 flavoenzyme(7,8)에 의한 정상적인 대사과정과 같은 여러가지 생물학적 반응에 의해 형성되는 것은 물론, 자외선이나 염증, 약물중독, 조직의 저산소증 및 고산소증 등의 병적상태에서는 그 생성이 증가한다(9). 이들은 건강한 조직에서는 백혈구 등이 이를 이용하여 외부에서 침입한 물질들을 비특이적으로 제거하는 필수적인 물질이기는 하나, 주로 불포화지방산이 풍부한 생체막

의 자유라디칼반응에 관여함으로써 지질과산화를 일으키는 것으로 알려져 있다(10-12). 각종 라디칼과 활성산소에 의해 발생하는 과산화반응 및 손상에 대한 생체내 방어기구가 여러면에서 연구되고 있으며, superoxide dismutase(SOD), catalase 및 glutathione peroxidase 등의 효소, tocopherol, ascorbic acid, riboflavin, uric acid 등의 항산화 영양소 등에 대한 연구가 있다(13,14).

마디풀과에 속하는 일년초인 메밀은 전통적으로 홍역, 폐양성 위장병 등 내과적 치료용과 타박상, 악성종기 등 외과적 치료용으로 사용되어 왔으며, 이외에도 위를 강하게 하고 기운을 돋우며, 정신을 맑게하고 오장내의 노폐물을 제거하는 생리적 작용이 알려져 있다(15). 이러한 약리작용외에 메밀의 영양성분은 매우 탁월하여 골다공증 치료와 혈압조절에 필수적인 칼슘(16), 헤모글로빈의 주성분인 철분(17), 단백질과 각종 필수아미노산(18), 중추신경과 혈중에 깊은 관계가 있는 나이아신 등을 상당량 함유하고 있다(19). 또한 메밀의 주요 성분으로 알려진 rutin은 flavonoids의 일종으로 80~

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

90%는 식물의 꽃과 잎에 함유되어 있으며, 항산화효과(20), 항당뇨활성(21)이나 혈압강하작용(22)에 대한 연구가 진행되었다. 현재까지 메밀에 대한 연구는 아미노산의 조성(18), rutin의 함량(23), 혈압강하작용(22) 등 식품학 및 영양학적 측면에서의 연구 등이 진행되었다. 최근에는 메밀을 받아서켜서 메밀의 유용성분인 rutin(24), 식이섬유(25) 등의 함량을 증가시킴으로써 곡류뿐만 아니라 채소로서의 기능을 부여하는 연구들이 행해지고 있다.

본 연구에서는 주로 종실이 이용되는 메밀의 잎과 줄기, 즉 채소의 활용도를 증대하고자 메밀의 주요 flavonoids인 rutin의 함량이 0.4%로 다른 품종에 비해 0.05~0.18% 정도 높은 수원 5호 메밀(26)을 선택하여 유리 라디칼 소거능을 수소공여능, 과산화지질형성 억제능과 superoxide anion radical 소거능 등으로 검토하여 거의 이용되지 못하고 있는 메밀 채소의 이용성을 확대하는데 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 메밀은 수원 농촌진흥청 작물시험장에서 개량한 수원 5호 메밀을 사용하였으며, 메밀 채소는 햇볕이 잘드는 학교 실습장에서 약 2개월간(1994년 4~6월) 재배하여, 줄기와 잎을 동결건조시키고 건조된 시료를 4°C에 냉장보관하여 사용하였다.

### 시약

Cytochrome c(from horse heart M.W. 12,384) 및 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH), xanthine oxidase(from milk, grade IV), 2-thiobarbituric acid(TBA)는 Sigma사 제품을 사용하였으며, 추출에 사용한 용매는 일급시약을 사용하였다.

### 시료의 제조

메밀채소 및 종실 건조시료를 10배량의 증류수 및 에탄올, 메탄올, 아세톤, 부탄올, 에테르, 아세트산 에틸을 가하고 80°C에서 1시간 환류 추출하여 이를 농축 건조한 후 각 용매별 수소 공여능, 과산화지질 형성 억제능, xanthine oxidase 저해효과 측정 등에 이용하였다.

### 총 페놀량 측정

총 페놀 물질은 Salunkhe 등의 방법(27)을 변형하여 측정하였다. 즉, 추출액 1ml에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>용액 1ml을

가하여 3분 후 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2ml을 가하였다. 이를 상온에서 30분 방치후 750nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로 tannic acid(Merck사)를 에탄올에 녹여 사용하였다.

### 수소 공여능 측정

수소 공여능 측정은 Blies의 방법(28)에 준하여 DPPH를 이용하여 측정하였다. DPPH 20mg을 에탄올 150ml에 녹여 DPPH용액을 만든 후 이 용액 0.5ml에 각각 1mg/ml의 농도로 제조한 시료용액을 0.2ml 또는 0.5ml를 가하고 즉시 5초간 진탕 후 517nm에서 30분 동안의 흡광도의 감소를 측정하였다.

### 과산화지질 형성 억제능 측정

과산화지질 형성 억제능은 기질로서 리놀레산틀 이용하여 측정하였다. 0.08% sodium lauryl sulfate용액에 0.1%가 되도록 리놀레산틀 첨가하여 반응 기질로 사용하였다. 기질용액에 시료를 일정량 첨가한 후 시험관에서 조사거리를 30cm로 하여 UV light(30W)를 60분, 120분 조사하였다. 이 반응액을 1ml 취한 후 20% 초산과 0.8% TBA용액을 각각 1ml씩 가하고 20분간 100°C에서 가열하였다. 냉각 후 1ml 증류수와 1-부탄올 : 피리딘(15 : 1)용액을 4ml 가하고 진탕하여 원심분리한 후 1-부탄올층의 흡광도를 532nm에서 측정하였다.

### Superoxide anion radical 소거 활성 측정

Superoxide anion radical 소거 활성의 측정은 xanthine/xanthine oxidase를 이용한 superoxide dismutase 활성 측정법(6)을 이용하였다. Phosphate buffer(50mM, pH 7.5), EDTA, cytochrome c, xanthine이 혼합된 반응액중에 일정량의 추출액을 섞은 후 xanthine oxidase 희석액 20μl를 가하여 반응을 개시하였다. 반응개시 후 60초간의 흡광도 변화를 550nm(UVICON-930 spectrophotometer)에서 측정하였다. 추출액의 첨가량을 다르게 하여 5~10회 측정하고 각각에 대해서 550nm에서 cytochrome c 환원이 억제되는 비율로서 검량선을 작성하였다. 반응액의 총 양을 1ml이 되게 하였고 첨가물의 최종 농도는 각각 phosphate buffer( $8.70 \times 10^{-1}$  mM), EDTA( $1.74 \times 10^{-3}$  mM), cytochrome c( $1.74 \times 10^{-3}$  mM), xanthine( $3.48 \times 10^{-2}$  mM)이었다. 한편 xanthine oxidase는 550nm에서의 분당 흡광도 변화가 약 0.02 가량 되도록 2.3M (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>용액으로 희석해서 첨가하였다. 활성의 계산은 cytochrome c의 환원이 50% 억제되는 양을 1U로 나타내었고 그때의 시료량을 IC<sub>50</sub>으로 나타

내었다

**Xanthine oxidase 저해 활성 측정**

메밀 분획의 xanthine oxidase 저해 효과는 Fridovich의 방법(29)을 변형하여 측정하였다. 0.1mM xanthine 0.5ml 및 pH 7.5, 50mM phosphate buffer 0.3ml를 혼합한 후 각 분획의 농도를 달리하여 0.1ml 가하고 위의 buffer에 50배 희석한 xanthine oxidase를 가하여 293nm에서 3분간 흡광도의 증가를 측정하였다.

**결과 및 고찰**

**메밀의 일반성분**

수원 5호 개량 메밀의 종실과 채소에 대한 일반성분을 분석한 결과(Table 1), 종실의 경우 탄수화물이 67.0%인 반면, 채소의 경우 1.8%의 함량을 보였다. 수분 함량의 경우 종실은 11.0%인 반면 채소는 93.0%의 높은 수분 함량을 보였다. 수분을 제외한 경우 종실은 75.2%가 탄수화물로 구성되어 있는 반면, 채소는 31.4%의 단백질, 28.6%의 회분과 25.7%의 탄수화물로 구성되어 있다.

**추출 용매의 특성**

메밀을 용매를 달리하여 추출물을 제조하고 각각의 특성을 검토한 결과는 Table 2와 같다. 추출물의 특성을 비교해 볼 때 항산화성 물질인 페놀물질의 양은 종실에 비해 채소가 많은 양을 함유하고 있으며, 메탄올과 에탄올에서 비교적 많은 양의 페놀물질 성분이 추출되고 있다. 특히 채소의 경우 에탄올과 메탄올 추출물의 경우 종실의 경우 50.22, 42.51mg/ml로 매우 높은 함량을 보였다. 추출율은 물이 종실에서 5.9%와 채소에서 11.2%로 가장 높았다. 비교적 페놀물질 함량이 낮은 물에서 추출율이 가장 높은 것은 페놀물질 이외에 당과 단백질의 추출이 많이 이루어졌기 때문인 것으로 사료된다.

**수소 공여능**

수소 공여능 측정에 사용된 DPPH는 안정한 자유

**Table 2. Properties of extracts from buckwheat with different solvents**

Solvents	Yield(%)		Phenol(mg/ml)	
	Seed	Vegetable	Seed	Vegetable
Acetone	2.8	6.3	7.20	34.61
Butanol	4.5	7.2	7.05	37.05
Ethanol	5.3	5.7	8.85	50.22
Ether	2.2	2.9	0.79	23.70
Methanol	4.1	12.6	10.51	42.51
Water	5.9	11.2	8.20	29.53

라디칼로서 그것의 비공유전자로 인해 517nm 부근에서 최대 흡수치를 나타내는데 전자 또는 수소를 받으면 517nm부근에서의 흡광도가 감소하며 다시 산화되기 어렵다. 따라서 메밀의 각 용매별 추출물이 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크다면 높은 항산화 활성 및 활성 산소를 비롯한 다른 라디칼에 대한 높은 소거활성을 기대할 수 있다.

Table 3에 나타난 결과와 같이 종실에 비해 채소의 추출물이 수소공여능이 컸으며, 채소의 경우 아세톤 추출물이 가장 높은 수소공여능을 보인 반면, 종실의 경우는 채소와는 달리 메탄올 추출물이 높은 수소공여능을 보였다. 한편 환원성 항산화제의 경우 유지의 자동산화 과정에서 생성되는 ROO·, R·, RO· 등에 수소 또는 전자를 주는 수소(전자)공여능 즉 환원력이 중요한 작용을 하지만 항산화제의 일반적인 작용을 수소공여능만으로 설명할 수 없으며, 오히려 환원체에 의해서 라디칼반응이 연쇄적으로 유발되는 경우도 보고되었다(30).

**Table 3. Electron donating abilities of extracts from buckwheat with different solvents**

Solvents	Decrease in absorbance at 517nm			
	0.02%		0.05%	
	Seed	Vegetable	Seed	Vegetable
Acetone	0.224	0.621	0.507	0.676
Butanol	0.234	0.512	0.458	0.607
Ethanol	0.267	0.521	0.550	0.537
Ether	0.075	0.488	0.095	0.667
Methanol	0.404	0.553	0.590	0.605
Water	0.187	0.278	0.216	0.548

**Table 1. Proximate composition of buckwheat(Suwon No. 5)**

(%)

Buckwheat	Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate		Crude ash
				Non fiber	Crude fiber	
Seed	11.0	16.7	2.9	63.9	3.1	2.4
Vegetable	93.0	2.2	1.0	0.9	0.9	2.0

### 과산화지질 형성 억제능

과산화지질 형성 억제능은 기질로 리놀레산을 사용하여 자외선 조사에 대한 산화 억제능을 검토하였다. 이 반응계에서는 자외선이 반응계 물분자에 작용함으로써 형성되는 hydroxyl radical, 반응계내에 금속이온과 같은 기존의 라디칼 및 고에너지의 자외선이 직접 유지분자에 작용하여 형성된 유지의 allyl radical에 의해서 유지의 산화가 진행될 수 있다(31). 위 반응계에서는 EDTA를 첨가하여 기존에 존재하는 금속이온의 영향을 최소화하여 라디칼 소거활성을 검토하였다(Fig. 1). 종실과 채소 추출물의 과산화지질 형성 억제능을 비교한 결과 종실의 과산화지질 형성 억제능은 미약하였으나, 채소 추출물의 과산화지질 형성 억제능은 비교적 높은 억제능을 보였다. 특히 부탄올과 아세톤 추출물에서 60% 이상의 높은 과산화지질 생성 억제능을 보였다. 이로써 부탄올과 아세톤 추출물이 유지의 allyl radical, peroxy radical 및 hydroxyl radical과 이에 의

해 연쇄되는 라디칼에 모두 강력한 소거 작용을 나타냄을 예상할 수 있었다.

### Superoxide anion radical 소거능력

Superoxide anion radical 소거 활성의 측정은 xanthine/xanthine oxidase를 이용한 superoxide dismutase 활성 측정법을 이용하였다. 각 추출용매에 따른 superoxide anion radical 소거 활성을 검토한 결과는 Table 4와 같다. 종실과 채소의 superoxide anion radical 소거 활성을 비교한 결과 종실은 superoxide anion radical 소거 활성이 거의 없는 반면 채소의 추출물은 비교적 높은 superoxide anion radical 소거 활성을 보였다. 특히 채소의 경우 아세톤 추출물에서 689.7U/mg의 활성으로 높은 활성을 보인 반면, 다른 용매의 추출물에서는 81.9~183U/mg의 비교적 낮은 활성을 보였다. 또한  $IC_{50}$ 값 역시 아세톤은 1.45 $\mu$ g의 낮은 값을 보인 반면, 다른 추출용매에서는 5.44~12.21 $\mu$ g의 값을 보였다. 채소의 아세톤 추출물은 수소공여능 역시 다른 추출물에 비해 뛰어났다. 이는 아세톤 추출물이 높은 환원력을 보였으며, xanthine/xanthine oxidase-cytochrome c 환원 반응계에서도 비교적 큰 cytochrome c 환원에 대한 억제능을 나타내었다.

### Xanthine oxidase에 의한 저해효과

Xanthine oxidase와 xanthine, hypoxanthine과 같은 기질과의 반응은 일반적인 라디칼 형성 반응으로 알려져 있다. Xanthine/xanthine oxidase-cytochrome c 반응계에서 측정되는 superoxide anion radical에 대한 소거효과는 어떤 물질에 의해 반응계 자체가 억제될 경우, 즉 xanthine oxidase의 활성이 저해되는 경우 그물질의 실제 라디칼 소거효과 보다 높은 활성으로 나타나게 된다. 따라서 메틸 추출물의 xanthine oxidase의 활성 저해를 측정하였다(Fig. 2). 종실 추출물의 xanthine oxidase 저해활성은 메탄올 추출물의  $IC_{50}$ 값이 152 $\mu$ g

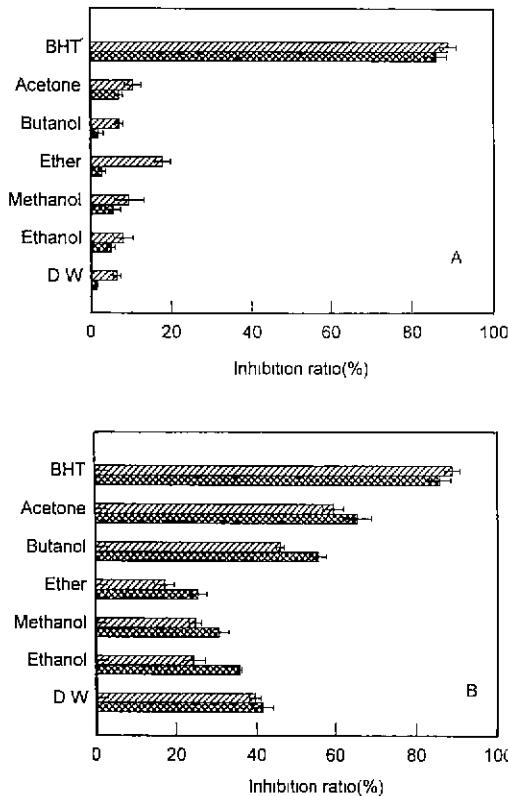


Fig. 1. Inhibitory effects on lipid peroxidation of extracts from buckwheat with different solvents.

▨: 1hr irradiation, ▩: 2hr irradiation,  
A: Seed, B: Vegetable

Table 4. Superoxide radical scavenging activity of extracts from buckwheat in xanthine/xanthine oxidase-superoxide radical generating system

Solvents	Activity(U/mg)		$IC_{50}$ ( $\mu$ g)	
	Seed	Vegetable	Seed	Vegetable
Acetone	4.4	689.7	225.8	1.45
Butanol	1.7	183.8	584.4	5.44
Ethanol	4.2	145.9	238.0	6.85
Ether	-	91.9	-	10.87
Methanol	6.9	114.0	143.2	8.77
Water	0.6	81.9	1681.3	12.21

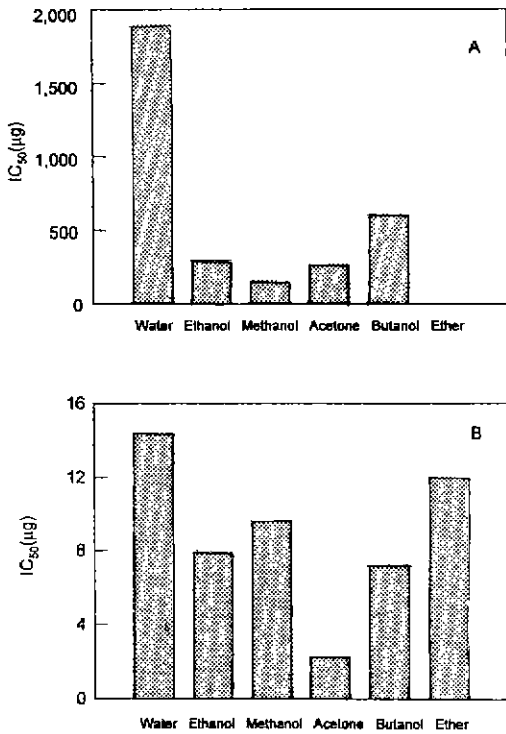


Fig. 2. Inhibitory effects of extracts on xanthine oxidase. A: Seed, B: Vegetable

으로 가장 높은 저해활성을 보인 반면 에테르 추출물은 전혀 저해활성을 보이지 않았다. 채소의 추출물의 저해활성은 종실 추출물 보다 높은 저해활성을 보였으며, 아세톤 추출물이 2.2µg의 IC<sub>50</sub>값으로 가장 높은 저해활성을 보였다.

아세톤 추출물의 농도를 달리하여 xanthine oxidase에 대한 저해효과를 측정한 결과(Fig. 3), 1µg/ml의 농도에서 31.3% 저해효과를 보이던 것이 농도가 증가할수록 저해효과가 급격히 증가하여 3µg/ml, 5µg/ml의 농도에서는 65.2%와 93.1%의 저해효과를 보였으나, 그 이상의 농도에서의 저해활성의 변화는 미미하였다. 이러한 결과는 아세톤 추출물의 superoxide anion radical에 대한 소거활성은 대부분 라디칼에 대한 소거활성이 아니라 xanthine oxidase 활성 저해에 의해 라디칼 형성 자체가 억제됨으로써 나타나는 현상임을 확인하였다.

그러나 Hatano 등(31)에 의하면 효소의 저해활성과 라디칼 소거능간의 상관관계는 찾을수 없지만 xanthine oxidase를 강하게 저해하는 ellagic acid와 같은 탄닌 및 관련물질들이 라디칼 소거능도 가진다고 보고하였다.

이상의 결과에 의하면 개량종인 수원 5호 메밀의 수소공여능, 과산화지질의 형성 억제능 등은 종실에 비

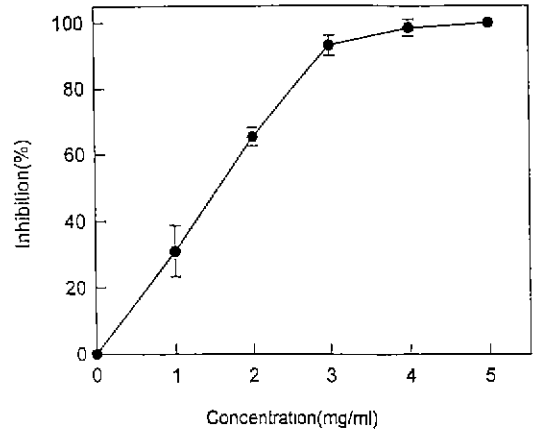


Fig. 3. Inhibitory effects of acetone extract from buckwheat vegetable on xanthine oxidase activity.

해 채소의 효과가 높았으며, superoxide anion radical 소거능 또한 채소의 추출물이 높은 효과를 보였으나 이는 실제 superoxide anion radical 소거 보다는 xanthine oxidase의 활성 저해에 의한 superoxide anion radical 생성 억제임을 확인하였다. 따라서 메틸종실을 이용하는 것 보다 여러 생리적 기능이 우수한 메밀 채소의 활용이 더욱 바람직할 것으로 사료된다. 앞으로 메밀 채소의 활용도 증대를 위하여 메밀 채소의 유리라디칼 소거능을 가진 물질에 대한 규명과 정확한 소거기작에 대한 연구를 진행하고자 한다.

### 요 약

개량 메밀인 수원 5호의 종실과 채소의 용매 추출물의 유리라디칼 소거능과 xanthine oxidase 활성 저해 효과를 측정하였다. 수원 5호 종실은 탄수화물이 67.0%로 가장 높은 함량을 보인 반면, 채소는 건물로 환산시 31.4%의 단백질, 28.6%의 회분과 25.7%의 탄수화물로 구성되어있다. 메밀의 용매 추출물 중 항산화성 물질인 페놀물질의 양은 종실에 비해 채소가 많은 양을 함유하고 있으며, 채소의 경우 에탄올과 메탄올 추출물의 경우 50.22, 42.51mg/ml로 매우 높은 함량을 보였다. 수소 공여능은 종실에 비해 채소 추출물의 수소 공여능이 컸으며, 아세톤 추출물이 가장 높은 수소 공여능을 보였다. 또한 종실의 과산화지질 형성 억제능은 미약하였으나 채소 추출물의 과산화지질의 형성 억제능은 비교적 높은 억제능을 보였다. 특히 부탄올과 아세톤 추출물에서 높은 과산화지질 생성 억제능을 보였다. Superoxide anion radical 소거 활성은 채소의 아세톤 추출물에서 689.7U/mg의 활성으로 높은 활성을 보였다.

또한 xanthine oxidase의 활성 저해 효과는 채소의 추출물의 저해효과가 종실 추출물 보다 높았으며, 채소의 아세톤 추출물이 2.2 $\mu$ g의 IC<sub>50</sub>값으로 가장 높은 저해활성을 보였다.

## 감사의 글

이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

## 문헌

1. 大澤俊顔 : 細胞の老化お抑制する食品成分. 化學と生物, **29**, 593(1991)
2. Miquel, J., Quintanilha, A. T. and Weber, H. : Handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine. CRC Press, Vol. I, p.187(1989)
3. Miquel, J., Quintanilha, A. T. and Weber, H. : Handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine. CRC press, Vol. I, p.223(1989)
4. Fridovich, I. : The biology of oxygen radicals. *Science*, **201**, 875(1978)
5. 大抑善顔 : SODと活性酸素調節劑. 日本醫學館, 東京 (1989)
6. 寺尾純二 : 活性酸素と食物. 化學と生物, **30**, 256(1991)
7. Fridovich, I. : Quantative aspects of the production of superoxide anion radicals by milk xanthine oxidase. *J. Biol. Chem.*, **245**, 4503(1970)
8. Miquel, J., Quintanilha, A. T. and Weber, H. : Handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine. CRC Press, Vol. I, p.95(1989)
9. 위재준 : 홍삼 및 백삼의 지방질 성분의 항산화성분에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문(1989)
10. Lynch, R. E. and Fridovich, I. : Aspects of superoxide on the erythrocyte membrane. *J. Biol. Chem.*, **253**, 1838 (1978)
11. 官澤陽未 : 活性酸素と脂質. 化學と生物, **29**, 798(1991)
12. 中村 良, 川岸舜朗, 渡邊乾二, 大澤俊顔 : 食品機能化學. 三共出版, 東京, p.6(1990)
13. Lavelle, F., Michelson, A. M. and Dimitrijevic, L. : Biological protection by superoxide dismutase. *Biochem Biophys. Res. Commun.*, **55**, 350(1973)
14. 이용역 : 생체내 지질 대사 이상. 수서원, 서울, p.48(1989)
15. 홍문파 : 허준의 동의보감. 도서출판, p.417(1990)
16. Marshall, H. C. and Proneranz, Y. : Buckwheat; Description, breeding, production and utilization. *Adv. Cereal Sci. Technol.*, **5**, 127(1982)
17. 최병한 : 건강 별미식품, 메밀의 생산가공과 표상. 한림출판사, p.106(1993)
18. Sure, B. : Nutritive value of proteins in cereal grains. *J. Agric. Food Chem.*, **3**, 793(1955)
19. Biely, J. and Pomeranz, Y. : The nutritive value of wild buckwheat in No. I. wheat feed screenings. *Poultry Sci.*, **54**, 761(1975)
20. Gorlanov, N. A. and Kokorev, Y. M. : Influence of gamma irradiation of seeds on the ultraweak chemiluminescence and antioxidant activity of wheat, corn, and buckwheat seedings. *Radiobiol.*, **13**, 201(1973)
21. 홍남두, 노영수, 김종무, 원도희, 김남재, 조보선 : 두충 나무의 일반 약리활성 연구. 생약학회지, **19**, 102(1988)
22. 최면, 김종대, 박경숙, 오상용, 이상영 : 메밀 보충 급여가 백서의 혈당 및 혈압에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **20**, 300(1991)
23. 맹영선, 박혜경, 권태봉 : 메밀 및 메밀식품에서의 루틴 함량의 분석. 한국식품과학회지, **22**, 732(1990)
24. 최병한, 박근용, 박태경 : 메밀 채소 및 종실용 재배의 중요성. 한국국제농업개발학회지, **3**, 71(1991)
25. 이명현 : 메밀 발아중 식이섬유 함량과 조성의 변화. 고려대학교 석사학위논문(1994)
26. 김영순, 정수현, 서형주, 정승태, 조정순 : 한국산 개량 메밀의 성장시기에 따른 rutin과 무기질의 함량. 한국식품과학회지, **26**, 759(1994)
27. Salunkhe, D. K., Chavan, J. K. and Kadam, S. S. : Dietary tannins : Consequences and remedies. CRC Press, Vol I, p.84(1989)
28. Blies, M. S. : Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **181**, 1199(1958)
29. Fridovich, I. : Superoxide dismutase. *Adv. Enzymol.*, **41**, 37(1974)
30. Mahoney, J. R. and Graf, E. : Role of alpha-tocopherol, ascorbic acid, citric acid and EDTA as oxidants in model system. *J. Food Sci.*, **51**, 1293(1986)
31. Hatano, T., Yasuhara, T., Fukuda, T., Noro, T. and Okuda, T. : Effects of interaction of tannins with co-existing substance. VII. Inhibitory effects of tannins and related polyphenols on xanthine oxidase. *Chem. Pharm. Bull.*, **38**, 1224(1990)

(1997년 2월 13일 접수)