

## 맥강의 항산화능에 대한 Microwave의 영향

배성문 · 김정한 · 조철우 · 정태준 · 김정목<sup>1</sup> · 이승철\*

경남대학교 생명과학부 식품생물공학전공, <sup>1</sup>목포대학교 식품공학과

(2001년 9월 3일 접수, 2001년 10월 5일 수리)

Microwave 처리가 맥강의 항산화능에 미치는 영향을 조사하였다. 100 W, 200 W의 출력으로 맥강을 처리한 경우에는 처리 시간과 비례하여 갈변을 나타내는 색도의 변화가 관찰되었으나, 440 W의 고출력의 microwave 처리에서는 과도한 발열로 인하여 맥강의 탄화가 유발되었다. 또한, 100 W, 200 W 출력에서는 10분간 처리하여도 맥강의 전자공여능이 감소하지 않았다. TBARS분석으로 활성산소종(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>, ·OH)에 대한 지질의 과산화 억제능을 조사한 결과, 100 W, 200 W 처리에서는 과산화 억제능이 10분 처리 시간까지 대체로 유지되는 경향을 보였으나, 440 W 5분 이상의 처리에서 억제능이 감소하였다. Microwave 처리에 의한 맥강의 총 페놀 함량은 출력이 강해지거나 처리시간이 길어질수록 전반적인 감소경향을 보였다. Microwave 처리된 맥강의 색도 변화, 항산화 활성, 페놀 함량을 비교하면 microwave가 처리될수록 항산화력을 나타내는 갈변화 물질은 증가하였고 페놀 물질은 감소하였으며, 이로 인해 100 W, 200 W의 처리에서는 전반적으로 맥강의 항산화력이 microwave 처리와 관계없이 유지되었음을 알 수 있다. 그러나, 440 W의 고출력 microwave 처리에서는 갈변 반응보다는 탄화 반응, 페놀 화합물의 급격한 감소 등으로 인하여 처리 시간에 비례하여 전반적인 항산화능이 감소하였다.

**Key words:** barley bran, microwave, antioxidant activity

### 서 론

보리는 우리나라에서 오랫동안 쌀 다음가는 중요한 곡식으로 우리 식생활에 널리 이용되어 왔고, 영양적으로는 단백질이 약 10%, 지방이 2% 내외, 전분이 70% 이상이며 섬유질은 다른 곡류보다 많아 1.0~2.7% 정도이다.<sup>1)</sup> 구조상 껍질이 낱알에 강하게 밀착되어 껍질을 제거하기가 매우 어려운 구조를 하고 있어 취반의 어려움과 식생활의 변화로 주식으로 일부 사용되고 있으나, 대부분은 맥주 원료, 보리차, 건강식품의 원료 등으로 소비되고 있는 실정이며, 생산량도 점차 감소 추세에 있다. 보리는 크게 껍질이 종실에 밀착하여 분리되지 않는 겉보리(covered barley)와 분리되어 있는 쌀보리(naked barley)로 크게 나누어진다. 보리에는 다양한 기능성 성분이 함유되어 있는데, 그 중에서 보리잎에는 2',3'-glycosyl isovitexin이 존재하여 α-tocopherol보다 항산화력이 강하다고 보고되었고,<sup>2)</sup> catechin, procyanidin, ferulic acid 등의 다양한 폴리페놀 화합물의 보유로 항산화 활성을 가진다고 알려져 왔으며,<sup>3)</sup> 또한 토코페롤의 천연 항산화성 물질이 풍부하다고 보고되어져 있다.<sup>4)</sup>

식품 중에 존재하는 항산화물질 중 superoxide dismutase나 catalase, peroxydase와 같은 고분자 항산화물질은 가열이나, 인체내 흡수과정에서 위액의 분해에 의해 활성이 소실되어 효력을 제대로 발휘하지 못한다.<sup>5)</sup> 또한 flavonoid, caroten, vitamin C, α-tocopherol, tannin, polyphenol류 등의 저분자 항산화제는 식물에서 반복적인 중합체의 상태로 공유결합되어 존재하기 때문에 식품을 섭취하더라도 유리되지 못하여, 인체내에서 제 기

능을 발휘하지 못한다. 이를 극복하고자 저분자 항산화 물질의 가용화를 증대시키기 위한 시도로 원적외선 가열처리나, 발효를 시킨 가공식품에 대한 연구가 보고된 바가 있다.<sup>6)</sup>

한편, 식품산업에 이용되고 있는 microwave 처리는 일정 전자장 내에서 식품의 화학적 성분의 상호작용으로 유발되며 이 때 주로 자유수 분자의 쌍극성 변화로 친화력이 약해진 수소결합이 파괴됨으로써 분자 마찰이 유도되고 즉각적인 열 발생이 일어나는 것을 말하고,<sup>7)</sup> 이러한 microwave 가열의 특성으로 인하여 단백질의 변성이나, 비타민의 파괴를 감소시킬 수 있고, 향기성분의 손실이나, 색소의 파괴를 막을 수 있는 장점이 있기 때문에 식품의 조리, 가공, 건조, 살균, 보존 및 효소의 불활성화를 위해 다양하게 사용되고 있다.<sup>8,9)</sup>

본 논문에서는 보리의 가공 부산물인 맥강의 이용성 향상을 위하여 microwave 처리가 항산화 성분들의 활성에 어떤 영향을 미치는지를 조사하였다.

### 재료 및 방법

**재료 및 시약.** 본 실험에 사용된 맥강은 경상남도 고성군 두보식품에서 2001년 4월에 가공한 것을 구입하였으며, 방앗간에서 조면 로울러와 활면 로울러로 분쇄한 후 48 mesh 체를 통과한 것을 시료로 이용하였다. 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), butylated hydroxytoluene(BHT), 2-thiobarbituric acid (TBA), fish oil, tannic acid 등은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 그리고 분석을 위한 기타 시약은 특급 이상을 사용하였다.

**Microwave 처리 및 추출.** Microwave 처리는 전자레인지(RE-M20, Samsung Co., Korea)를 이용하여 출력(100 W, 200

\*연락처

Phone: 82-55-249-2684; Fax: 82-55-249-2995  
E-mail: sclee@kyungnam.ac.kr

W, 440 W)을 조절하여 시간별(0분, 1분, 3분, 5분, 10분)로 조사하였다. 각 시료들은 시료 1 g당 99.5% 메탄올 20 ml를 첨가하여 교반 후 상온에서 1시간 방치한 후에 1,200×g에서 5분간 원심분리하여 추출물로서 사용하였다.

**색도 분석.** Microwave 처리에 의한 맥강의 색도 변화를 조사하기 위하여 맥강의 표면에 광전 비색계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 명도(Lightness, L\*), 적색도(Redness, a\*), 황색도(Yellowness, b\*)를 측정하였다.

**Oil emulsion의 제조.** Oil emulsion은 0.1 M maleic acid buffer(pH 6.5) 8 ml에 유화제(Tween-20) 50 μl, fish oil 0.5 ml를 섞어 15분간 교반한 후 KOH 0.02 g과 증류수 150 ml를 첨가하여 교반하면서 0.1 N HCl로 pH 6.5가 되도록 조절하였다.<sup>10)</sup>

**반응시료 제조.** 지질의 산화를 촉진하기 위한 산소종 시료로서 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 발생하기 위해 40 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를, O<sub>2</sub>를 발생시키기 위해 50 ppm FeCl<sub>2</sub>를, ·OH를 발생하기 위해서 40 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 50 ppm FeCl<sub>2</sub>를 1:1로 섞어서 사용하였다.<sup>11)</sup> Oil emulsion 0.5 ml에 앞에 서술한 산소종 시료 0.1 ml와 다양한 조건의 맥강 추출물 0.1 ml를 가하여 증류수로 전체가 1 ml가 되게 첨가하였고 대조구는 추출물 0.1 ml 대신에 물을 첨가하여 사용하였다.

**전자공여능 측정.** 전자공여능은 Blois법<sup>11)</sup>에 준하여 시료 0.2 ml(10 mg/ml)에 4.1×10<sup>-5</sup> M의 DPPH 용액 1.0 ml를 가한 후 10초 동안 진탕하고, 10분간 반응시켜 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 100-[(시료 첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100]로 나타내었고 표준품으로 BHT를 사용하였다.

**Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 분석.** TBARS법은 Buege와 Aust의 방법<sup>12)</sup>에 따라 1 ml 반응혼합물이 채워진 시험관을 37°C 수조에서 1시간 동안 반응시키고 7.2% BHT 50 μl 시료에 첨가하여 산화반응을 정지시키고, TCA/TBA 시약 2 ml를 가하여 끓는 물에서 15분간 가열시킨 후, 찬물에서 식히고 2,000×g에서 15분간 원심분리한 후 532 nm에서 상정액의 흡광도를 측정하였다. 지질의 과산화 평가는 활성 산소에 의해 유발되는 지질의 과산화를 대조군과 비교하여 시료 추출물이 억제하는 비율로서 % inhibition으로 나타내었다.

**총 페놀함량 측정.** 총 페놀함량은 Gutfinger 등<sup>13)</sup>의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 1 ml에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 ml를 가하여 3분간 방치한 후 50 % Folin-Ciocalteu 시약 0.2 ml를

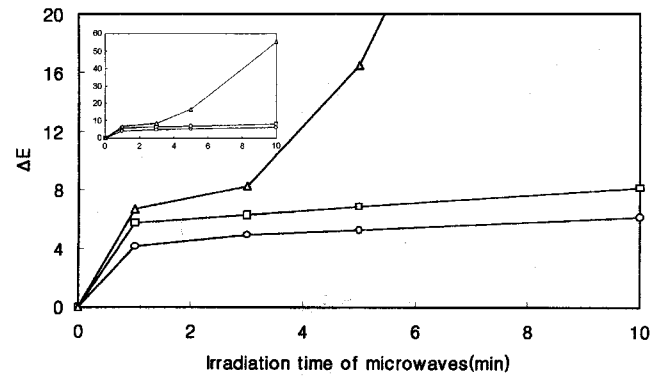


Fig. 1. Change of  $\Delta E$  of barley bran in color value.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}; \quad \circ: 100 \text{ W}; \quad \square: 200 \text{ W}; \quad \triangle: 440 \text{ W}.$$

가하여 30분간 상온에서 방치하였다. 13,400×g, 10분간 원심분리한 후 750 nm에서 상정액의 흡광도를 측정하였고, 표준물질로는 tannic acid를 사용하였다.

## 결과 및 고찰

**색도 분석.** 가열처리한 식품에서 지방의 산화 안정성이 증가하는 이유는 비효소적 갈변반응에 의해 항산화 작용을 가지는 물질들이 생성되었기 때문이라고 하고, 특히 이 중에서도 마이야르 반응이 주목을 받고 있는데,<sup>14)</sup> 마이야르 반응 생성물이 수소 공여능으로 라디칼의 연쇄반응을 정지시키며, 금속 킬레이팅능에 의해 과산화물을 억제하며, 산소 포착능 등의 다양한 항산화 작용이 보고되어 있다.<sup>15)</sup> 본 연구에 사용한 microwave 처리 방법은 대상 시료인 맥강 구성분의 분자 마찰을 유도하여 온도 상승을 유발하므로 이 과정에서 항산화력에 영향을 미치는 갈변 반응이 일어날 수 있다. 따라서, microwave 처리가 갈변 반응에 미치는 영향을 조사하기 위하여 색도 변화를 측정하였다(Table 1). 전반적으로 명도 L\*값은 microwave 출력이 높거나 처리 시간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 황색도(b\*)는 100 W와 200 W의 출력에서 처리 시간에 비례하여 증가하는 경향을 보였다. 색도의 전반적인 변화를 볼 수 있는  $\Delta E^*$ 값을 조사한 결과(Fig. 1), 100 W, 200 W 처리에서는 처리시간이 증가할수록 갈변을 나타내는 색차가 비례하여 증가하였으며, 440 W의 출력으로 처리한 경우 5분에서  $\Delta E^*$ 값이 16을 넘어선 급격한 색차가 측정되었고 탄화한 검

Table 1. Changes in color value of barley bran treated with microwave

time (min)	100 W			200 W			440 W		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
0	67.59±0.02 <sup>1)</sup>	-0.27±0.02	17.13±0.05	67.59±0.02	-0.27±0.02	17.13±0.05	67.59±0.02	-0.27±0.02	17.13±0.05
1	68.36±0.01	-0.44±0.01	17.14±0.01	65.94±0.02	-0.09±0.03	17.66±0.04	64.71±0.02	-0.10±0.01	18.03±0.02
3	67.01±0.02	-0.34±0.02	17.41±0.04	65.11±0.01	-0.31±0.01	17.76±0.01	62.93±0.01	-0.09±0.01	18.62±0.01
5	66.66±0.02	-0.15±0.01	17.38±0.04	64.56±0.03	-0.17±0.02	17.89±0.05	54.50±0.03	-0.80±0.03	18.48±0.03
10	65.42±0.04	-0.14±0.03	17.64±0.01	63.04±0.02	0.11±0.02	18.71±0.01	18.58±0.02	-0.07±0.01	0.32±0.02

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

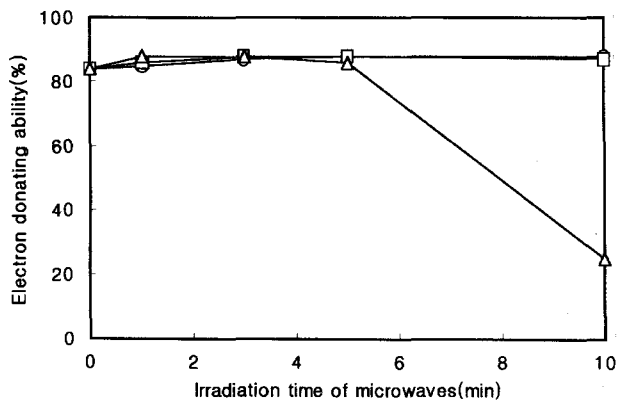


Fig. 2. Electron donating activity (EDA) of barley bran extract after irradiation of microwave. A: absorbance at 525 nm of control, B: absorbance at 525 nm of sample; ○ : 100 W; □ : 200 W; △ : 440 W.

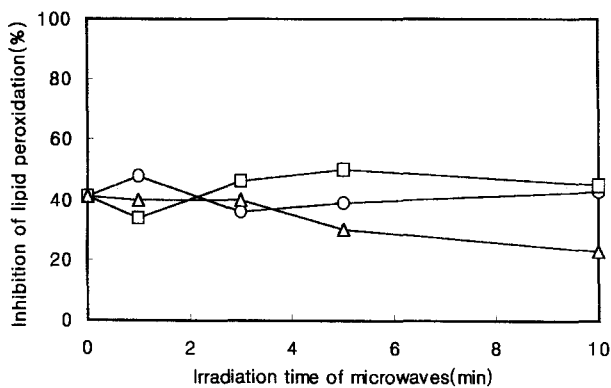


Fig. 3. Effect of barley bran extract reacted with hydrogen peroxide on lipid oxidation in oil emulsion. ○ : 100 W; □ : 200 W; △ : 440 W.

은색이 관찰되었다. 이상의 결과로 맥강에 처리된 microwave는 100 W, 200 W의 출력에서는 갈변을 나타내는 색도의 변화가 처리 시간에 비례하여 증가하였고, 이는 마이야르 반응 생성물이 microwave 처리된 맥강의 항산화력에 관여할 수 있음을 시사하였다. 그러나 440 W의 고출력의 microwave 처리는 맥강에서 과도한 발열로 인한 탄화를 유발하였다.

**전자공여능.** DPPH는 토코페롤, 아스코르빈산, polyphenol류 방향족 화합물, 방향족 아민류 등의 항산화능을 가진 물질의 전자공여능(Electron donating ability, EDA%)에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되며, 탈색의 정도로 어떤 물질의 항산화능을 측정할 수 있다.<sup>11)</sup> Microwave를 처리한 시료의 DPPH에 대한 전자공여능의 측정 결과는 Fig. 2와 같다. Microwave 처리 전의 맥강의 전자공여능은 84%의 활성을 보였는데, 대조구로 이용된 BHT(10 mg/ml)가 91% 활성을 보인 것과 비교하면 비교적 높은 전자공여능을 가지고 있음을 알 수 있다. Microwave 처리된 맥강의 경우, 100 W와 200 W의 처리에서는 10분간의 처리 시간 동안 전자공여능이 거의 변화가 없었으며, 400 W의 출력으로 처리한 경우에는 5분 이후부터 급격히 감소하여 10분간 처리했을 때에는 25%였다. 색도 분석의 결과(Fig. 1)와 비교해 볼 때, 100 W, 200 W 처리와 440 W의 3분 조사까지는

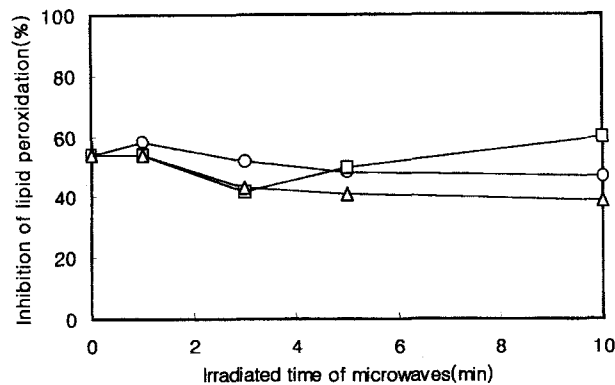


Fig. 4. Effect of barley bran extract reacted with superoxide on lipid oxidation in oil emulsion. ○ : 100 W; □ : 200 W; △ : 440 W.

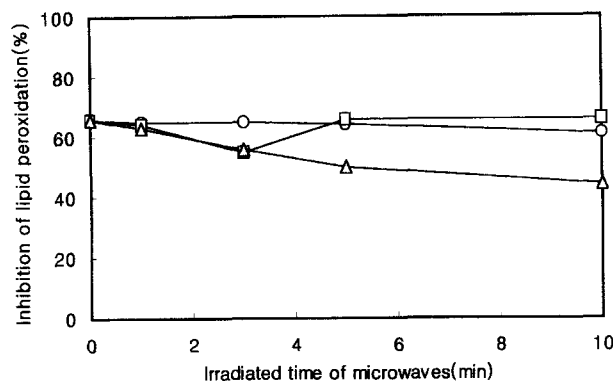


Fig. 5. Effect of barley bran extract reacted with hydroxyl radical on lipid oxidation in oil emulsion. ○ : 100 W; □ : 200 W; △ : 440 W.

microwave 처리로 인한 발열로 맥강에 존재하는 항산화 물질의 파괴 가능성과 더불어 이를 극복할 수 있는 갈변 화합물이 생성되어 복합적으로 맥강의 항산화력에 영향을 미쳐 서로 상쇄하는 효과를 발휘하였고, 440 W 5분 이상의 처리에서는 microwave의 고출력으로 인하여 맥강의 항산화 물질이 많이 파괴된 것으로 추측된다. Duh 등<sup>16)</sup>은 보리의 물 추출물의 항산화력을 조사한 논문에서 보리의 볶음온도가 높을수록 마이야르 반응 생성물은 증가하지만 catechin, tocopherol, lutein과 같은 항산화성분의 감소에 의해 전자공여능은 감소한다고 발표하였는데, 본 연구에서는 microwave 처리가 100 W, 200 W 출력에서는 10분간 처리하여도 전자공여능이 감소하지 않았다. 이는 microwave 처리가 직접 열을 가하여 볶는 처리 공정에 비하여 보리의 항산화력 유지에 효과적임을 의미한다. 또한, 쌀의 도정 분획별 항산화 활성의 연구에서 도정률이 증가할수록 항산화 활성이 감소하는 것으로 보아,<sup>17)</sup> 보리의 배유 부분보다는 과피에 항산화물질이 더 많이 존재하므로 보리 전체보다는 맥강의 항산화력이 더 우수하다는 사실도 배제할 수 없다.

**TBARS 분석.** 노화나 퇴행성 병의 유발과 관련된 과산화 지질의 분석은 TBARS 방법<sup>12)</sup>을 사용하였다. TBARS 분석은 불포화 지방산의 함유가 높은 어유(fish oil)에 반응성이 강한 활성산소종( $H_2O_2$ ,  $O_2^-$ ,  $\cdot OH$ ) 등을 첨가하여 지질의 과산화를 유발시킨 후 여기에 microwave 처리한 맥강의 메탄올 추출물을 첨가하여 지질의 산화 억제능을 측정하는 방법이다.  $H_2O_2$ 에

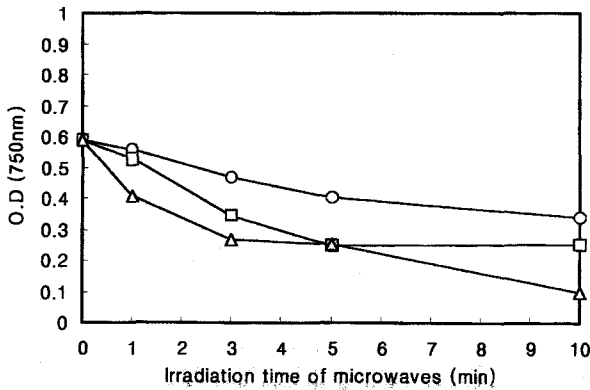


Fig 6. Changes of total phenol contents of barley bran. ○ : 100 W; □ : 200 W; △ : 440 W.

대한 TBARS 분석 결과를 Fig. 3에 나타내었다.  $H_2O_2$ 에 의해서 유발된 지질의 과산화 억제능은 처리되지 않은 맥강은 약 40%의 활성을 보였다. Microwave를 처리한 맥강의 경우, 100 W, 200 W 처리에서는 과산화 억제능이 10분 처리 시간까지 대체로 유지되는 경향을 보였으나, 440 W 5분 이상의 처리에서 억제능이 감소하였다.

한편, 금속이온과 산소의 반응에 의해 생성된  $O_2^-$  또한 지질의 과산화에서 개시인자로 중요한 역할을 하는데, microwave가 처리되지 않은 맥강 추출물의  $O_2^-$  유발된 지질에 대한 과산화 억제능은 54%였다(Fig. 4). 한약재료,<sup>10)</sup> 솔잎<sup>18)</sup> 추출물의 경우  $Fe^{2+}$ 로 유도된  $O_2^-$ 에 의한 지질 과산화를 억제하는 이유가 이들 천연 추출물이  $Fe^{2+}$ 과 결합하기 때문이라고 보고한 예가 있는데 여기서도 맥강 추출물이  $Fe^{2+}$ 의 결합력이 관여할 것으로 추측된다. Microwave 처리에 따른 맥강 추출물의 지질 과산화 억제력은 처리시간에 따라 100 W, 200 W 출력에서는 대체로 유지되는 경향을 보였고, 440 W 처리에서는 감소하는 경향을 나타내었다.

활성산소종 중에서 반응성이 매우 강하여 생체 산화에 중요한 역할을 하는  $\cdot OH$ 에 의한 지질의 과산화에 대한 다양한 맥강 추출물의 억제능은 Fig. 5와 같다. Microwave가 처리되지 않은 맥강의 추출물의 지질 과산화 억제능은 66%로서  $H_2O_2$ 와  $O_2^-$ 로 유발한 지방 과산화 억제능보다 높았다. 이것은  $Fe^{2+}$ 과  $H_2O_2$ 와의 반응에 의해 생성되는  $\cdot OH$  대해 맥강 추출물이 초기에  $Fe^{2+}$ 을 결합하여  $\cdot OH$ 의 형성을 저지하므로써 지질의 산화를 억제했을 것으로 생각된다.<sup>10,18)</sup> Microwave 처리에 의한 맥강의 항산화 활성은 100 W, 200 W 처리에서는 활성의 유지를 나타내었으나, 440 W에서는 처리시간이 길어질수록 지속적인 감소 경향을 보였다.

**총 페놀 함량.** 페놀성 물질은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가진다. 이들은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 능력이 매우 뛰어나다.<sup>19)</sup> 보리에도 catechin, procyanidins, ferulic acid, vanilic acid 등의 페놀 화합물이 존재한다고 알려져 있으며,<sup>3)</sup> microwave 처리가 맥강의 페놀 화합물에 어떤 영향을 주는 지를 알기 위하여 tannic acid 표준곡선을 이용하여 microwave 처

리된 맥강의 메탄올 추출물 중의 페놀 함량을 측정하였다. Fig. 6에 나타난 바와 같이, microwave 처리에 의한 총 페놀 함량은 출력이 강해지거나 처리시간이 길어질수록 전반적인 감소 경향을 보였다.

Microwave 처리된 맥강의 색도 변화, 항산화 활성, 페놀 함량을 비교하면 microwave가 처리될수록 항산화력을 나타내는 갈변화 물질은 증대하였고 페놀 물질은 감소하였으며, 이로 인해 100 W, 200 W의 처리에서는 전반적으로 맥강의 항산화력이 microwave 처리와 관계없이 유지되었음을 알 수 있다. 그러나 440 W의 고출력 microwave 처리에서는 갈변 반응보다는 탄화 반응, 페놀 화합물의 급격한 감소 등으로 인하여 처리 시간에 비례하여 전반적인 항산화능이 감소하였다. 이상으로 microwave 처리 공정을 맥강에 이용할 때에는 100 W, 200 W 정도로 처리 함이 항산화력을 유지하는데 유리함을 알 수 있었다.

## 참고문헌

- Harris, G (1962) In *Barely and Malt*, A. H, Cook (ed) Academic press, London and NewYork.
- Osawa, T., Katsuzaki, H., Hagiwara, Y., Hagiwara, H. and Shibamoto, T. (1992) A novel antioxidant isolated from young green barley leaves. *J. Agric. Food Chem.* **40**, 1135-1138.
- Nordkvist, E., Salomonsson, A. N. and Aman, P. (1984) Distribution of insoluble bound phenolic acids in barely grain. *J. Food Sci. Agric.* **35**, 657-661.
- Peterson, D. M. and Qureshi, A. A. (1993) Genotype and environment effects on tocols of barley and oats. *Cereal Chemistry* **70**, 157-162.
- Niwa, Y., Yoshiki, M., Koichi, I. and Tadshi, K. (1991) Why are natural plant medicinal products effective in some patients and not in others with the same disease? *Planta Med.* **57**, 229-303.
- Niwa, Y., Kanoh, T. and Negishi, M. (1988) Activation of antioxidant activity in natural medicinal products by heating, brewing and liphilization. A new drug delivery system. *Drugs Exptl. Clin. Res.* **14**, 361-372.
- Mudgett, R. E. (1985) Dielectric properties of foods. In *Microwave in the food processing industry*, Decareau, R. V. (ed), Academic Press, Orlando.
- Moon, E. K., Han, K. Y., Kim, S. S., Kim, S. Y. and Noh, B. S. (1997) Effects of microwave vacuum heating on inactivation of enzymes. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 284-291.
- Byun, M. W., Lee, I. S., Lee, K. H., Yook, H. S. and Kang, K. S. (1999) Changes of ascorbic acid contents induced from gamma irradiation, heating and microwave treatments. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 954-957.
- Kim, S. M., Cho, Y. S., Kim, E. J., Bae, M. J., Han, J. P., Lee, S. H. and Sung, S. K. (1999) Effect of hot water extracts of *Salvia miltiorrhiza* Bge., *Prunus persica* Stockes, *Angelica gigas* Nakai and *Pinus strobus* on lipid oxidation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 399-405.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1902.
- Buege, J. A. and Aust, S. D. (1978) Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* **52**, 302-310.

13. Gutfinger, T. (1981) Polyphenols in olive oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **58**, 966-968.
14. Evans, C. D. Moser, H. A., Cooney, P. M. and Hodge, J. E. (1958) Amino-hexose-reductones as antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **35**, 84-88.
15. Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M. C. and Lerici, C. R. (2001) Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends Food Sci. Technol.* **11**, 340-346.
16. Duh, P. D., Yen, G. C., Yen, W. J. and Chang, L. W. (2001) Antioxidant effects of water extracts from barley (*Hordeum bulgare* L.) prepared under different roasting temperatures. *J. Agric. Food Chem.* **49**, 1455-1463.
17. Chun, H. S., You, J. E., Kim, I. H. and Cho, J. S. (1999) Comparative antimutagenic and antioxidative activities of rice with different milling fractions. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 1371-1377.
18. Kim, S. M. and Cho, Y. S. (1999) Effect of pine needle extract on Fe ion and active oxygen related lipid oxidation in oil emulsion. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* **6**, 115-120.
19. Kim, H. J., Jun, B. S., Kim, S. K., Cha, J. Y. and Cho, Y. S. (2000) Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 1127-1132.

---

#### Effect of Microwave on the Antioxidant Activity of Barley Bran

Sung-Moon Bae, Jeong-Han Kim, Cheol-Woo Cho, Tae-Joon Jeong, Jeong-Mok Kim<sup>1</sup> and Seung-Cheol Lee\* (*Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701; <sup>1</sup>Dept. of Food Engineering, Mokpo National University, Muan-gun 534-729, Korea*)

**Abstract:** Effect of microwave treatment to barley bran was tested on antioxidative ability. Treatments of microwave at 100 W and 200 W, changed color of barley bran to brown, but carbonation was happening at 440 W. The electron donating abilities of barley bran was not reduced when treated with 100 W and 200 W microwave treatment for 10 minute. According to TBARS, the barley bran extract treated with 100 W and 200 W intensity of microwave for 10 min maintained the inhibition of lipid peroxidation, while the extract from 440 W microwave treatment for 5 min did not. Total phenolic contents were reduced with increased intensity of microwave treatment. The antioxidant activity of barley bran was not affected by microwave treatment at 100 W and 200 W, while the 440W microwave treatment reduced the activity due to carbonation of barley bran and decreased phenolic compounds.

---

Key words: barley bran, microwave, antioxidant activity

\*Corresponding author