

## 마카 열수추출물 첨가가 요구르트의 품질 및 항산화능에 미치는 영향

정해정<sup>1\*</sup> · 추영란<sup>1</sup> · 박한나<sup>1</sup> · 전인숙<sup>1</sup> · 강용수<sup>2</sup>

<sup>1</sup>대진대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>유진종합식품

### Influence of the Addition of MACA (*Lepidium meyenii*) Hot Water Extract on the Quality and Antioxidant Activity of Yogurt

Hai-Jung Chung<sup>1\*</sup>, Young-Ran Chu<sup>1</sup>, Hanna Park<sup>1</sup>, In-Sook Jeon<sup>1</sup>, Yong Soo Kang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science & Nutrition, Daejin University

<sup>2</sup>Eue Gene General Food Ltd.

#### Abstract

The objective of this study was to examine the quality characteristics and antioxidant activity of yogurt containing hot water extract from maca. Four different levels (0, 4, 8, 12%) of maca extract were added to milk followed by fermentation with lactic acid bacteria at 37°C for 12 hrs, and then the physicochemical properties of the samples were investigated. During 7 days of storage at 4±1°C, the acid production (pH and titratable acidity) of the yogurt increased with the addition of maca extract. The Hunter L value (lightness) decreased, while the b value (yellowness) increased as the maca extract level in the yogurt increased. Viable cell counts were not significantly different among the samples. The results of consumer acceptance tests showed that no significant differences in overall acceptability were observed between the yogurts containing 4% and 8% of maca extract and a control yogurt. The yogurt containing maca extract exhibited higher DPPH radical and superoxide anion radical scavenging activities than the control yogurt over the storage period.

Key Words: maca extract, yogurt, antioxidant activity

#### 1. 서 론

마카(Maca, *Lepidium meyenii*)는 안데스 산맥 해발 4,000 m 이상의 고지에서 극심한 추위, 강렬한 햇빛, 강한 바람, 찬 서리 등 보통식물이 자랄 수 없는 척박한 환경에 적응하며 번식하는 식물로 그 지역에서 재배되는 식물 중 가장 영양가가 높아 잉카문명 이래 원주민들에게 귀한 식용 및 약용식물로 이용되고 있다(Balick 등 2002; Wikipedia, 2010). 마카는 직경이 8 cm 가량 되는 감자모양의 뿌리부분을 식용으로 이용하고 있고 마카에는 탄수화물, 단백질, 지질, 비타민, 무기질, sterol, glucosinolate, tannin, saponin 등의 성분이 함유되어 있어 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되고 있으며 특히 전통적으로 인간과 동물의 생식력을 강화시켜 주는 식물로 사용되어 왔고 이러한 효능이 최근 과학적으로 규명되었다(Cicero 등 2001; Rubio 등 2006; Wang 등 2007). 그 외에도 기억력, 우울증 및 스트레스 개선과 호르몬 조절작용 등의 효능이 있는 것으로 알려지면서(Lopez 등 2004; Valentova 등 2006; Rubio 등 2007) 현재 미국을 비롯한 일본, 유럽 등에서 건강기능식품

으로 인정받고 있다. 우리나라에서도 마카 가공품의 수요가 점차 증가하고 있고 국내 실정에 맞는 연구의 필요성이 요구되어 마카의 생리활성에 대한 연구가 수행되고 있다(Kwon 등 2009).

한편, 대표적인 건강음료로 알려져 있는 요구르트는 원유 또는 탈지유를 유산균으로 발효시켜 만든 유제품으로 우유 성분 이외에 유산균의 작용에 의해 생성된 lactic acid, peptone, peptide, oligosaccharide가 함유되어 있고 유산균의 장내 증식에 의한 정장 작용 등 건강증진효과가 있어(Gilliland 등 1989) 세계적으로 수요가 꾸준히 증가하고 있는 식품이다. 최근 들어 기능성 식품에 대한 소비자들의 관심이 높아짐에 따라 학계 및 업계에서는 기존의 요구르트가 지니는 기능성 외에 메밀(Kang & Kim 2009), 유자(Lee 등 2008), 꽃감(Ko 등 2008), 홍삼(Kim 등 2008), 함초(Cho 등 2008), 오디(Suh 등 2006), 복분자(Lee & Hwang 2006), 클로렐라(Sung 등 2005), 땅콩(Bang 등 2004), 다시마(Jeong & Bang 2003) 등 천연의 식품소재를 첨가하여 생리활성을 더욱 강화한 요구르트를 제조하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 요구르트의 품질특성 외에 기

\*Corresponding author: Hai-Jung Chung, Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, Gyeonggi 487-711, Korea  
Tel: 82-31-539-1861 Fax: 82-31-539-1860 E-mail: haijung@daejin.ac.kr

능적 특성을 포함하여 발표한 연구논문은 그리 많지 않은 실정이므로(Bae 등 2005; Kim 등 2008; Lee 등 2008; Shin 등 2008; Kang & Kim 2009; Kim 등 2009) 본 연구에서는 마카 열수추출물을 첨가하여 요구르트를 제조하고 품질 특성 및 항산화활성을 조사함으로써 기능성 식품으로의 마카 활용방안을 모색하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

본 실험에 사용한 마카는 페루에서 재배되어 분말 상태로 가공된 것을 수입(A.T.S. Corp., Korea)하여 사용하였다. Folin-ciocalteau's phenol reagent, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), nitroblue tetrazolium salt (NBT), sodium dodecylsulfate (SDS), tannic acid, xanthine, xanthine oxidase 등은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 그 외의 시약과 용매는 특급 및 일급 시약을 사용하였다. Maca 열수추출물은 전보(Kwon 등 2009)의 방법에 따라 제조하였다. 즉, 마카분말에 10배(w/v)의 증류수를 가하여 100°C에서 3시간 추출한 다음 원심분리하고 상층액을 여과하여 시료로 사용하였다.

### 2. 요구르트의 제조

Maca 추출물의 첨가비율은 예비실험을 거쳐 4 수준(0, 4, 8, 12%)으로 결정하였고 <Table 1>과 같이 재료를 배합하여 제조하였다. 즉, 전지 우유(서울우유, 한국)와 탈지분유(서울우유, 한국)에 마카 열수추출물을 첨가하여 2분간 균질화한 다음 60~65°C에서 20분간 살균하였다. 살균된 기질을 실온으로 냉각시킨 후 starter로 *Yogourmet(Lactobacillus acidophilus+Lactobacillus bulgaricus+Streptococcus thermophilus*의 복합유산균분말) (Lyo-san Inc., Canada)를 접종하여 37°C에서 12시간 발효시켰다. 요구르트는 10°C 이내에서 7~10일간 보존을 권장하고 있으므로(Kim 등 1993) 본 실험에서는 7일간 냉장저장(4±1°C)한 후 이화학적 특성을 측정하여 요구르트 제조 직후의 특성과 비교하였다.

<Table 1> Formula of yogurt added with maca extracts

Ingredient	Group			
	Y-0 <sup>1)</sup>	Y-4	Y-8	Y-12
Milk	100 mL	96 mL	92 mL	88 mL
Maca extract	0 mL	4 mL	8 mL	12 mL
Skim milk powder	4 g	4 g	4 g	4 g
Starter	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g

<sup>1)</sup>Y-0: maca extract-0%, Y-4: maca extract-4%, Y-8: maca extract-8%, Y-12: maca extract-12%

### 3. pH, 적정산도(titratable acidity) 및 점도 측정

마카 열수추출물 첨가 요구르트의 pH는 pH meter (inoLab, Weilheim, Germany)로 직접 측정하였고 적정산도는 발효액 10 g에 증류수 20 mL를 가한 후 0.1 N NaOH 용액으로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하고 젯산으로 환산하였다. 마카 열수추출물 첨가 요구르트의 점도는 20°C에서 viscometer(Viscostar L, Selectar, Spain) 2번 spindle을 사용하여 4 rpm에서 1분 경과 후 3분까지 30초 간격으로 점도를 측정하여 평균값을 산출하였다.

### 4. 색도 측정

마카 열수추출물 첨가 요구르트의 색도는 색차계(JX 777, Juki, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였고 한 처리군 당 두 개의 시료를 사용하여 각각 2회 반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

### 5. 유산균수 측정

시료 1 g을 취하여 멸균증류수에 10배 희석법으로 희석한 후 BCP plate count agar (Eiken Chemical Co., Japan) 평판배지에 도말한 후 37°C에서 48~72시간 배양하여 나타난 황색 colony의 수를 계수하여 CFU(colony forming unit)/mL로 나타내었다.

### 6. 관능검사

발효가 완료된 요구르트에 액상과당(15%, w/w)을 첨가하여 냉장고에서 3시간 방냉한 후 특성강도 검사와 기호도 검사를 실시하였다. 특성강도 검사를 위한 관능검사 요원은 식품영양학과 학생 7명을 선발하여 특성의 개념과 강도 평가에 대하여 설명하고 익숙해지도록 훈련을 시킨 다음 본 실험에 임하도록 하였다. 시료는 흰색의 종이컵에 담아 제공하였으며 각 시료를 먹고 난 후 입안을 헹굴 수 있도록 물을 제공하였다. 평가항목은 색(color), 냄새(smell), 신맛(sour taste), 단맛(sweet taste) 및 뒷맛(aftertaste)이었고 각 항목에 대한 특성의 강도는 7점 척도법(1점: 매우 약하다, 4점: 보통이다, 7점: 매우 강하다)을 사용하였다. 기호도 검사는 훈련을 받지 않은 식품영양학과 학생 30명을 대상으로 하였고 시료 제시는 특성강도검사 시와 동일한 방법으로 하였으며 7점 척도법(1점: 매우 싫다, 4점: 좋지도 싫지도 않다, 7점: 매우 좋다)으로 평가하도록 하였다. 평가 항목은 색(color), 냄새(smell), 단맛(sweet taste), 신맛(sour taste) 및 전체적인 기호도(overall preference)로 하였다.

### 7. 마카요구르트의 총폴리페놀 함량 측정

요구르트에 2배(w/v)의 methanol 용액(99.9%)을 첨가

하여 1시간 동안 30°C에서 진탕 추출한 다음 여지(Whatman No 1,)로 여과하여 얻은 여액을 진공농축기(Buchi R-114, Germany)로 45°C에서 농축한 후 동결 건조하여 얻은 고체시료의 일부를 100 mg/mL의 농도가 되도록 dimethylsulfoxide로 용해하여 시료용액을 조제하였다. 총폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법(1912)을 이용하여 측정하였다. 즉, 시료액 0.1 mL를 취하여 증류수 1.9 mL와 0.2 N Folin-ciocalteau's phenol reagent 0.2 mL를 가하여 잘 혼합하였다. 이 혼합용액을 실온에서 3분간 방치시킨 후 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 0.4 mL와 증류수 1.9 mL를 가하여 잘 섞고 실온에서 1시간 반응시킨 후 분광광도계(Smart Plus, Korea)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 총폴리페놀 함량은 tannic acid의 농도를 달리하여 작성한 표준 검량곡선으로부터 계산하였다.

8. 마카요구르트의 DPPH radical 소거능 측정

마카요구르트의 항산화 활성은 DPPH radical 소거능에 의한 전자공여능으로 측정하였다(Blois 1958). 즉, 0.2 mM DPPH 2 mL에 각 시료용액(100 mg/mL) 0.5 mL를 넣고 혼합하여 실온에서 30분 동안 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{시료 무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

9. 마카요구르트의 superoxide anion radical 소거능 측정

Superoxide anion radical 소거능은 Wang 등(2007)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 즉, 시료액 0.2 mL에 0.4 mM xanthine과 0.24 mM NBT를 1:1로 혼합한 용액 1 mL, 0.049 U/mL의 xanthine oxidase 1 mL를 각각 첨가하여 혼합한 후 37°C에서 40분간 반응시켰다. 이 혼합용액에 69 mM SDS 1 mL를 가하여 반응을 정지시킨 다음 560 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Radical scavenging activity (\%)} =$$

$$\left(1 - \frac{\text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{시료 무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

10. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였고 그 결과는 SPSS (Statistical Package for Social Sciences version 15.0)를 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였다. 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의적 차이가 있는 항목은 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였고 각 실험군의 저장 기간에 따른 비교는 t-test로 분석하여 p<0.05 수준에서 유의차를 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH, 적정 산도 및 점도

마카 열수추출물 첨가 요구르트의 pH 및 적정산도를 측정한 결과는 <Table 2>와 같다. 제조 직후 요구르트의 pH는 3.95~4.02, 적정산도는 1.26~1.38%로 나타났다. 국내에서 시판되고 있는 요구르트의 pH는 3.87~4.19이고 적정산도는 0.97~1.40%라는 보고(Kim 등 1993)와 비교하여 볼 때 마카요구르트는 정상적인 제품의 pH 및 적정산도 범위 내에 있음을 알 수 있다. 저장 7일 후 pH는 대조군이 3.88, 마카 첨가군이 3.78~3.82로 대조군 및 마카 첨가군 모두에서 낮아지는 경향을 나타내었다. 적정산도는 대조군이 1.44%, 첨가군이 1.46~1.53%로 저장기간의 경과에 따라 증가하여 pH의 변화양상과 비슷하였고 마카 첨가군이 대조군보다 높은 산도를 나타내었다(p<0.05). 마카요구르트의 점도는 제조 직후 3,602~4,503 cP로 나타났고 저장 7일에는 3,975~4,999 cP로 다소 증가하였으며 마카 첨가군이 대조군보다 낮은 점도를 나타내었다(p<0.05). 다른 연구결과와 비교하여 보면 버찌분말을 첨가한 요구르트(Kim 등 2009)의 경우, 버찌분말 첨가군의 점도는 대조군보다 낮게 나타났으며 저장 7일까지 모든 시료의 점도가 증가하다가

<Table 2> pH, titratable acidity (TA) of yogurt added with maca extracts

	pH		TA		Viscosity	
	Storage period (days)		Storage period (days)		Storage period (days)	
	0	7	0	7	0	7
Y-0 <sup>1)</sup>	4.02±0.02 <sup>B2)</sup>	3.88±0.04 <sup>C3)A</sup>	1.26±0.02 <sup>A</sup>	1.44±0.01 <sup>aB</sup>	4503±407	4999±511 <sup>c</sup>
Y-4	3.98±0.02 <sup>B</sup>	3.82±0.01 <sup>bA</sup>	1.29±0.01 <sup>aA</sup>	1.46±0.01 <sup>abB</sup>	4365±350	4684±448 <sup>bc</sup>
Y-8	3.98±0.02 <sup>B</sup>	3.81±0.01 <sup>bA</sup>	1.34±0.01 <sup>bA</sup>	1.49±0.01 <sup>bB</sup>	3853±202	4062±444 <sup>ab</sup>
Y-12	3.95±0.02 <sup>B</sup>	3.78±0.00 <sup>aA</sup>	1.38±0.05 <sup>bA</sup>	1.53±0.04 <sup>cb</sup>	3602±430	3975±343 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

Each value is mean±standard deviation (SD).

<sup>2)</sup>Values with different capital letters within a row are significantly different at p<0.05 as determined by t-test.

<sup>3)</sup>Values with different small letters within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

<Table 3> Hunter color value of yogurt added with maca extracts

	L		a		b	
	Storage period (days)		Storage period (days)		Storage period (days)	
	0	7	0	7	0	7
Y-0 <sup>1)</sup>	74.93±0.11 <sup>d2A3)</sup>	74.04±0.04 <sup>cA</sup>	-0.71±0.01 <sup>a2)A</sup>	-1.11±0.01 <sup>aB</sup>	6.63±0.09 <sup>aA</sup>	6.84±0.06 <sup>aA</sup>
Y-4	74.42±0.06 <sup>cA</sup>	73.50±0.33 <sup>bA</sup>	-0.37±0.09 <sup>bA</sup>	-0.71±0.09 <sup>bA</sup>	7.26±0.07 <sup>bA</sup>	7.48±0.07 <sup>bA</sup>
Y-8	73.74±0.16 <sup>bA</sup>	72.75±0.11 <sup>aB</sup>	-0.20±0.06 <sup>bcA</sup>	-0.59±0.01 <sup>bA</sup>	7.99±0.161 <sup>cA</sup>	8.12±0.04 <sup>cA</sup>
Y-12	73.07±0.08 <sup>aA</sup>	72.42±0.01 <sup>aA</sup>	-0.12±0.01 <sup>cA</sup>	-0.31±0.01 <sup>cB</sup>	8.77±0.07 <sup>dA</sup>	8.67±0.01 <sup>dA</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1

Each value is mean±SD.

<sup>2)</sup>Values with different small letters within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>Values with different capital letters within a row are significantly different at p<0.05 as determined by t-test.

저장 14일에 감소하였다고 하였다. 반면에, 유자추출물첨가 요구르트(Lee 등 2008)는 유자 첨가군이 무첨가군에 비해 높은 점도를 나타내었으며 저장 15일 동안 증가하였다고 보고하여 첨가물질에 따라 각기 다른 점도 특성을 나타내는 것을 알 수 있다. 요구르트의 점도는 요구르트 혼합액의 총고형분 함량, 단백질의 가수분해 정도, 사용균주의 slime 생산능력, 산 생성력 등 다양한 요인에 의하여 영향을 받고 있는 것으로 보고되고 있다(Rasic & Kurmann 1978). 본 실험에서 마카 추출물의 첨가로 산 생성량이 증가하였음에도 불구하고 점도가 감소한 것은 점도를 형성하여 주는 유단백질의 응고현상이 마카 추출물에 함유되어 있는 성분에 의해 저해된 것으로 추측되나 좀 더 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. Sung 등(2005)은 클로렐라 첨가 요구르트(Sung 등 2005) 제조 시 클로렐라 분말 첨가량이 증가함에 따라 요구르트의 산 생성량은 증가하였으나 점도가 감소하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었고 그 원인으로는 우유 단백질의 가수분해가 촉진되었기 때문일 것으로 보고하였다.

2. 색도

마카 추출물의 첨가량을 달리하여 제조한 요구르트의 색도를 측정된 결과는 <Table 3>과 같다. 명도를 나타내는 L 값은 대조군이 73.07~74.93으로 마카추출물 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였는데(p<0.05) 이는 마카에서 유래된 색소에 의해 명도가 낮아진 것으로 추측된다. 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 -0.71, 첨가군이 -0.37~-0.12로 모두 (-) 값을 나타내어 녹색의 범위에 있는 것으로 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 6.63, 첨가군이 7.26~8.77로 대조군보다 높게 나타났는데 이는 마카 추출물의 색이 황색에 가깝기 때문에 마카 첨가군의 b값이 높게 나타난 것으로 여겨진다. 함초 추출물 첨가 요구르트(Cho 등 2008)에서 함초 첨가량이 증가함에 따라 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 마카 요구르트의 저장 7일 후 L값은 미미한 변화를 보였고 a값은 녹색이 증가하였으며 b값은 유의적

<Table 4> Viable cell counts of yogurt added with maca extracts (unit: Log CFU/mL)

Storage period (days)	Y-0 <sup>1)</sup>	Y-4	Y-8	Y-12
0	8.54±0.14	8.58±0.12	8.64±0.04	8.53±0.08
7	8.50±0.09	8.60±0.08	8.69±0.14	8.60±0.09

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

Each value is mean±SD.

인 변화를 보이지 않았다.

3. 유산균수

마카 추출물의 첨가량을 달리하여 제조한 요구르트의 유산균수는 <Table 4>와 같다. 제조 직후에는 8.53~8.64 Log CFU/mL로 시료 간에 유의적인 차이가 없었고 저장 7일에도 큰 변화없이 8.50~8.69 Log CFU/mL의 범위로 나타났다. 마카 첨가군이 다소 높게 나타난 것으로 보이나 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 홍삼추출물을 첨가하여 요구르트를 제조하고 유산균수를 측정된 결과 홍삼 첨가군과 무첨가군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고한 Kim 등(2008)의 연구와 유사한 경향이였다. Shin 등(2008)은 스피루리나 첨가 요구르트에서 스피루리나 첨가 유산균의 생육을 촉진하였다고 보고한 반면, Cho 등(2007)은 마늘분말 첨가 요구르트의 유산균 수가 마늘분말 첨가량에 비례하여 감소하였음을 보고하였는데 이는 마늘이 갖는 항균력에 기인하는 결과로 추측된다고 하였다. Lee 등(2008)은 유자 첨가 요구르트의 저장 기간 중 유산균수의 변화를 측정된 결과 유자 첨가군이 무첨가군보다 낮게 나타났는데 이러한 경향은 유자 추출물 중 플라보노이드 성분이 유산균의 생육을 억제한 것으로 보인다고 보고하였다. 현행 우리나라 요구르트의 성분 규격에 의하면 농후 발효유의 총 유산균수는 1×10<sup>8</sup> CFU/mL 이상으로 규정하고 있어서 본 실험에서 측정된 대조군 및 첨가군의 유산균 수는 적정치 이상이므로 성분 규격에 적합함을 알 수 있었다.

<Table 5> Sensory evaluation of yogurt added with maca extracts

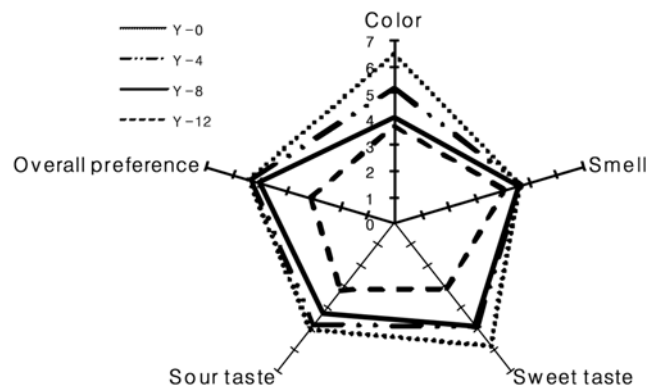
Group	Color	Smell	Sweet taste	Sour taste	Aftertaste
Y-0 <sup>1)</sup>	1.79±0.42 <sup>a2)</sup>	2.57±0.93	3.14±1.09	3.29±0.91	2.14±0.77 <sup>a</sup>
Y-4	2.50±0.51 <sup>b</sup>	2.50±0.85	3.29±0.99	3.21±0.89	2.36±0.92 <sup>ab</sup>
Y-8	3.21±0.42 <sup>c</sup>	3.21±0.57	2.93±0.73	3.64±1.00	2.43±0.93 <sup>ab</sup>
Y-12	3.93±0.47 <sup>d</sup>	2.93±0.73	2.86±1.02	4.07±0.83	3.00±0.78 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

Each value is mean±SD.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

Seven point scale: 1=too weak, 4=moderate, 7=too strong



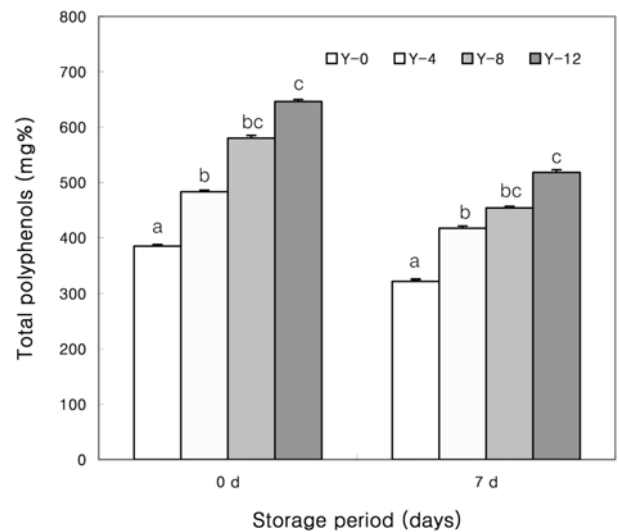
<Figure 1> Consumer acceptance test of yogurt added with maca extracts.

Y-0: maca extract-0%, Y-4: maca extract-4%, Y-8: maca extract-8%, Y-12: maca extract-12%. Seven point scale: 1=dislike very much, 4=neither like nor dislike, 7=like very much.

4. 관능적 특성

마카 추출물의 첨가량을 달리하여 제조한 요구르트의 관능검사는 특성강도 검사와 기호도 검사로 구분하여 실시하였다. 특성강도 검사결과 <Table 5>에 나타난 바와 같이 요구르트의 색은 대조군이 1.79, 마카추출물 첨가군이 2.50~3.93으로 마카추출물 첨가량의 증가에 따라 색이 진해지는 것으로 나타났다. 냄새(smell), 단맛(sweet taste) 및 신맛(sour taste)은 시료 간에 유의적인 차이 없이 각각 2.50~3.21, 2.86~3.29, 3.21~4.07의 범위로 평가되었다. 후미(aftertaste)는 대조군이 2.14, 첨가군이 2.36~3.00으로 대조군보다 높은 점수를 받아(p<0.05) 마카 고유의 맛과 냄새가 평가에 영향을 준 것으로 분석된다.

기호도 검사결과(Figure 1) 요구르트의 색은 대조군이 6.45로 가장 높게 평가되었고 12% 첨가군이 3.70으로 가장 낮게 평가되었는데 이는 마카 추출물에 의하여 요구르트의 색이 황색으로 변함에 따라 대조군의 흰색과 비교되어 상대적으로 기호도가 떨어지는 것으로 평가한 것으로 추측된다. 냄새에 대한 기호도는 모든 시료들이 4.10~4.70의 점수로 평가되어 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 단맛에 대한 기호도는 대조군과 4% 및 8% 첨가군이 각각 5.05, 4.82, 4.25의 점수로 평가되어 유의적인 차이가 없었고 12% 첨가



<Figure 2> Total polyphenol contents of yogurt added with maca extracts.

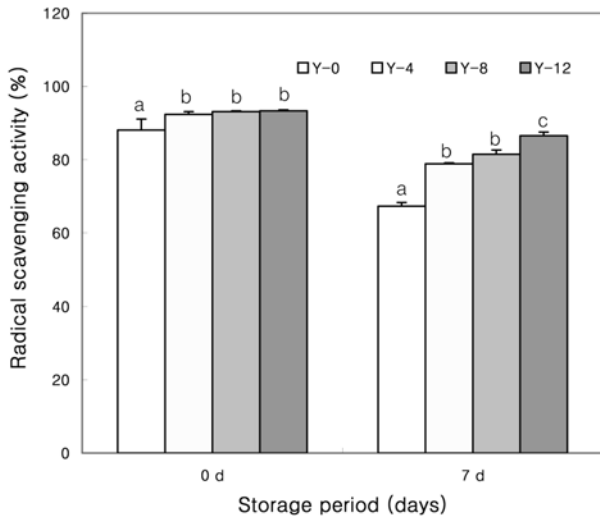
Y-0: maca extract-0%, Y-4: maca extract-4%, Y-8: maca extract-8%, Y-12: maca extract-12%. Bars with different letters are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

군은 3.20으로 평가되어 기호도가 가장 떨어지는 것으로 나타났다(p<0.05). 신맛 및 전체적인 기호도에서도 같은 경향을 나타내어 대조군과 4% 및 8% 첨가군은 유의적인 차이가 없이 평가된 반면, 12% 첨가군은 가장 낮은 점수를 받아 기호도가 떨어지는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 보면 마카 추출물을 8%까지 첨가하여 요구르트를 제조한다면 관능성에 부정적인 영향을 미치지 않을 것으로 여겨진다.

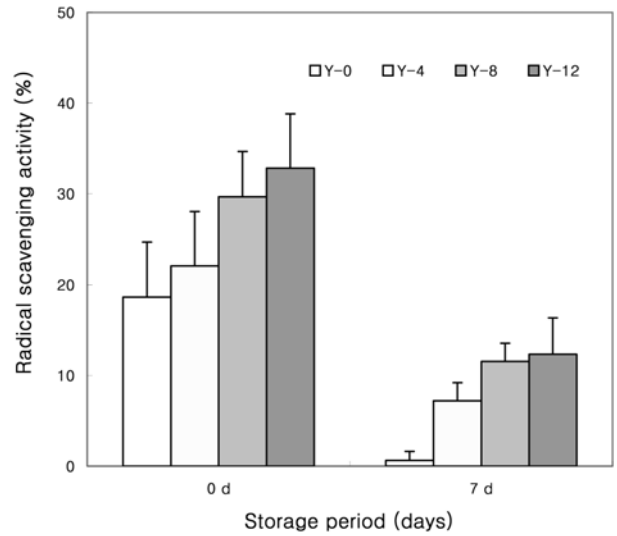
5. 마카요구르트의 총폴리페놀 함량

마카 추출물의 첨가량을 달리하여 제조한 요구르트에 함유된 총폴리페놀 함량을 측정한 결과는 <Figure 2>와 같다. 대조군이 385.4 mg%로 가장 낮았고 마카 첨가군이 483.6~646.8 mg%로 마카추출물의 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 저장 7일의 총폴리페놀 함량은 322.5~518.2 mg%로 저장 초기보다 약 20%가 감소한 것으로 나타났다. Kang & Kim(2009)은 메밀씨를 첨가하여 요구르트를 제조하고



<Figure 3> DPPH radical scavenging activity of yogurt added with maca extracts.

Y-0: maca extract-0%, Y-4: maca extract-4%, Y-8: maca extract-8%, Y-12: maca extract-12%. Bars with different letters are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.



<Figure 4> Superoxide anion radical scavenging activity of yogurt added with maca extracts.

Y-0: maca extract-0%, Y-4: maca extract-4%, Y-8: maca extract-8%, Y-12: maca extract-12%.

총페놀함량을 측정된 결과 5% 첨가군이 178.41 mg/100 g, 10% 첨가군이 318.39 mg/100 g으로 메밀싹 첨가량이 증가할수록 높은 함량을 나타내었다고 보고하였다. 폴리페놀은 식물체에 존재하며 콜레스테롤 저하, 항암 및 항산화작용 등 다양한 생리활성 기능을 나타내는 물질로 분자 내에 하나 이상의 phenolic hydroxyl group을 가지고 있으면서 효소 및 거대한 단백질 분자들과 결합하는 성질이 있다. 특히 생체 내에 존재하는 free radical에 수소공여체로 작용하여 페놀 구조의 공명 안정화에 기여함으로써 항산화 작용을 나타내는 것으로 알려져 있다(Kim 등 2008). 본 실험 결과 마카첨가 요구르트의 총폴리페놀 함량이 대조군보다 높게 나타났으므로 항산화활성도 마카 첨가군에서 높게 나타날 것으로 추측된다.

### 6. 마카요구르트의 DPPH radical 소거능

DPPH는 비교적 안정한 free radical로서 tocopherol, flavonoid 화합물, 방향족 아민류 등의 항산화 활성을 나타내는 물질과 반응하게 되면 환원되어 DPPH의 보라색이 탈색되고(Kim 등 2006) 탈색되는 정도에 따라 항산화 효과를 측정할 수 있어 항산화물질 탐색에서 가장 일반적으로 사용되고 있다. 마카추출물 첨가에 따른 요구르트의 기능성을 검토하기 위하여 DPPH radical 소거능으로 항산화 활성을 측정된 결과는 <Figure 3>과 같다. 대조군이 88.07%, 마카 첨가군이 92.38~93.29%로 대조군보다 높은 활성을 나타내었고( $p < 0.05$ ) 마카 첨가군 간에는 유의적인 차이가 없었다. 마카 첨가군이 대조군보다 높은 항산화활성을 보이는 것은 마카추출물에 함유된 polyphenol 성분에 의한 것으로

여겨진다. 저장 7일 후 DPPH radical 소거능은 67.26~86.53%로 감소하였고 이러한 결과는 Fig. 1에서 보여준 총폴리페놀 함량의 변화와 같은 경향을 나타내었다. 홍삼추출물 첨가 요구르트(Kim 등 2008)의 DPPH radical 소거능은 45~84%로 홍삼 첨가군이 대조군보다 높은 활성을 나타내었다고 보고하였고 버찌분말 첨가 요구르트의 경우도 버찌분말 첨가군이 대조군보다 높은 DPPH radical 소거능을 나타내었으며 첨가농도 증가에 따라 소거능이 증가하는 것으로 보고하였다.

### 7. 마카요구르트의 superoxide anion radical 소거능

Superoxide anion radical( $\cdot O_2^-$ )은 활성산소 중 가장 중요하게 여겨지는데 이는 다른 활성산소의 상당부분이 superoxide anion radical로부터 생성되며 세포손상, 신경세포사멸, 암 및 노화 등을 초래하는 주된 radical로 알려져 있기 때문이다(Nagai 등 2002; Yoon 등 2006; Ono 등 2009). Superoxide anion radical 소거능 측정은 xanthine과 xanthine oxidase가 반응하면  $\cdot O_2^-$ 가 생성되면서 NBT를 환원시켜 발색이 되고 이 과정에서  $\cdot O_2^-$ 를 제거할 수 있는 항산화 물질이 존재하면 발색이 저해되는 원리를 이용하였다(Nagai 등 2002). 마카 요구르트의 superoxide anion radical 소거능은 <Figure 4>에 나타난 바와 같이 대조군이 14.93%, 첨가군이 18.09~32.10%로 마카 첨가군에서 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 저장 7일에는 0.63~12.35%로 저장초기보다 감소하였고 특히 대조군의 활성 저하가 두드러지게 나타났다. 이러한 감소 경향은 총폴리페놀 함량과 DPPH 활성이 감소한 것과 같은 경향을 나타내었다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 마카추출물을 다양한 수준(0, 4, 8, 12%)으로 첨가하여 요구르트를 제조하고 품질 특성 및 항산화활성을 측정하였다. 요구르트의 pH는 제조 직후 시료 간에 유의적인 차이가 없었고 적정산도는 마카추출물 첨가군이 대조군보다 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ). 저장 7일 후 pH는 감소하여 첨가군이 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났고 적정산도는 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 요구르트의 점도는 제조 직후 시료 간에 유의적인 차이가 없었으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 7일에는 마카추출물 첨가군이 대조군보다 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 명도를 나타내는 L값은 마카추출물 첨가량이 증가할수록 감소하였고 적색도를 나타내는 a값은 녹색이 감소하였으며 황색도를 나타내는 b값은 증가하였다( $p < 0.05$ ). 유산균수는 저장기간 동안 시료 간에 유의적인 차이없이 8.53~8.69 Log CFU/mL의 범위로 나타났다. 관능검사결과 요구르트의 색은 마카추출물 첨가량의 증가에 따라 진행되는 것으로 나타났고 냄새, 단맛 및 신맛의 강도는 시료 간에 유의적인 차이가 없었으며 후미는 첨가군이 대조군보다 높게 평가되었다. 기호도 검사결과 신맛, 단맛 및 전체적인 바람직성에서는 대조군과 4% 및 8% 첨가군이 유의적인 차이가 없이 평가된 반면, 12% 첨가군은 가장 낮은 점수를 받아 기호성이 떨어지는 것으로 평가되었다. 마카추출물 첨가에 따른 요구르트의 기능성을 검토하기 위하여 총폴리페놀 함량을 측정하고 결과 마카추출물의 첨가량이 증가할수록 증가하였고 저장 7일에는 모든 시료에서 총폴리페놀 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. DPPH radical 소거능과 superoxide anion radical 소거능은 마카추출물 첨가군이 대조군보다 높게 나타났고 저장 7일에는 감소 경향을 보여주었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 마카추출물을 8%까지 첨가하여 요구르트를 제조한다면 총폴리페놀 함량과 항산화능이 증가되어 고부가가치 제품으로서의 이용이 기대된다고 할 수 있겠다.

#### 감사의 글

본 연구는 2009년 중소기업청 산학협력 지원사업 중 기업부설연구소 설치지원사업의 일환으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

#### ■ 참고문헌

- Bae HC, Cho IS, Nam MS. 2005. Effects of the biological function of yogurt added with *Lycium chinense* miller extract. J. Anim. Sci. & Technol(Kor), 47(6):1051-1058
- Balick MJ, Lee R. 2002. Maca: from traditional food crop to energy and libido stimulant. Altern. Ther. Health Med., 8:96-98
- Bang BH, Seo JS, Jeong EJ, Kim KP. 2004. Studies on the Manufacture of Peanut Yogurt. Korean J. Food & Nutr., 17(1):53-59
- Blois M.S. 1958. Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. Nature, 181:1199-1200
- Cho JR, Kim JH, In MJ. 2007. Effect of garlic powder on preparation and quality characteristics of yogurt. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 50(1):48-52
- Cho YS, Kim SI, Han YS. 2008. Effect of slander glasswort extract yogurt on quality during storage. Korean J. Cookery Sci., 24(2):212-221
- Cicero AFG, Bandieri E, Arletti R. 2001. *Lepidium meyenii* Walp improves sexual behaviour in male rats independently from its action on spontaneous locomotor activity. J. Ethnopharmacol., 75(2):225-229
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagent. J. Biol. Chem., 12:239-243
- Gilliland SE. 1989. Acidophilus milk products: A review of potential benefits to consumers. J. Dairy Sci., 72:2483-2494
- Jeong EJ, Bang BH. 2003. The effect on the quality of yogurt added water extracted from sea tangle. Korean J. Food & Nutr., 16(1):66-71
- Kang H, Kim CJ. 2009. *Lactobacillus bulgaricus* fermentation characteristics of yogurt with added Buckwheat sprout. Korean J. Food Culture, 24(1): 90-95
- Kim SI, Ko SH, Lee YJ, Choi HY, Han YS. 2008. Antioxidant activity of yogurt supplemented with red ginseng extract. Korean J. Cookery Sci., 24(3):358-366
- Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jeong HS. 2008. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. Korean J. Food Sci. Technol., 40(2):166-170
- Kim KB, Yoo KH, Park HY, Jeong JM. 2006. Anti-oxidative activities of commercial edible plant extracts distributed in Korea. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 49(4):328-333
- Kim KH, Hwang HR, Jo JE, Lee SY, Kim NY, Yook HS. 2009. Quality characteristics of yogurt prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *Spontanea* Max. wits.) fruit powder during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 38(9):1229-1236
- Kim MS, Ahn ES, Shin DW. 1993. Physico-chemical properties of commercial yogurt in Korea. Korean J. Food Sci. Technol., 25(4):340-344
- Ko SH, Kim S, Han YS. 2008. The quality characteristics of yogurt add supplemented with low grade dried-persimmon extracts. Korean J. Cookery Sci., 24(6):735-741
- Kwon YS, Jeon IS, Hwang JH, Lim DM, Kang YS, Chung HJ. 2009. Biological Activities of Maca (*Lepidium meyenii*) Extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 38(7):817-823
- Lee JH, Hwang HJ. 2006. Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanum* Miquel juice. Korean J. Culinary Res., 12(2):195-205

- Lee YJ, Kim SI, Han YS. 2008. Antioxidant activity and quality characteristics of yogurt added yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) extract. *Korean J. Food & Nutr.*, 21(2):135-142
- Lopez-Fando A, Gomez-Serranillos MP, Iglesias I, Lock O, Upamayta UP, Carretero ME. 2004. *Lepidium peruvianum* chacon restores homeostasis impaired by restraint stress. *Phytother Res.*, 18(6):471-474
- Nagai T, Inoue R, Inoue H, Suzuki N. 2002. Scavenging capacities of pollen extracts from *Cistus Ladaniferus* on autoxidation, superoxide radicals, hydroxyl radicals, and DPPH radicals. *Nutr. Res.*, 22(3):519-526
- Ono T, Tsuruta R, Fujita M, Aki HS, Kutsuna S, Kawamura Y, Wakatsuki J, Aoki T, Kobayashi C, Kasaoka S, Maruyama I, Yuasa M, Maekawa T. 2009. Xanthine oxidase is one of the major sources of superoxide anion radicals in blood after reperfusion in rats with forebrain ischemia/reperfusion. *Brain Res.*, 1305:158-167
- Rasic JL, Kurmann JA. 1978. *Yogurt*. Technical dairy publishing House, Copenhagen, Denmark. pp 369-380
- Rubio J, Dang H, Gong M, Liu X, Chen S, Gonzales GF. 2007. Aqueous and hydroalcoholic extracts of Black Maca (*Lepidium meyenii*) improve scopolamine-induced memory impairment in mice. *Food Chem. Toxicol.*, 45(10):1882-1890
- Rubio R, Caldas R, D'vila S, Gasco M, Gonzales GF. 2006. Effect of three different cultivars of *Lepidium meyenii* (Maca) on learning and depression in ovariectomized mice. *BMC Complement Altern Med.*, 6:23-29
- Shin UM, Won CW, Sim HJ, Kim MH, Kim MY, Kwon OY, Kim MR. 2008. Quality characteristics and antioxidant activity of spirulina added yogurt. *Korean J. Cookery Sci.*, 24(1):68-75
- Suh HJ, Kim YS, Kim JM, Lee H. 2006. Effect of mulberry extract on the growth of yogurt starter cultures. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 26(1):144-147
- Sung YM, Cho JR, Oh NS, Kim DC, In MJ. 2005. Preparation and quality characteristics of curd yogurt added with chlorella. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 48(1):60-64
- Valentova K, Buckiova D, Kren V, Peknicova J, Ulrichova J, Simanek V. 2006. The in vitro biological activity of *Lepidium meyenii* extracts. *Cell. Biol. Toxicol.*, 22(2):91-99
- Wang YW, Wang YW, McNeil B, Harvey LM. 2007. Maca: an Anden crop with multi-pharmacological functions. *Food Res. Int.*, 40:783-792
- Yoon WJ, Lee JA, Kim JY, Oh DJ, Jung YH, Lee WJ, Park SY. 2006. Anti-oxidant activities and anti-inflammatory effects on *Artemisia scoparia*. *Kor. J. Pharmacogn.*, 37:235-240
- Lepidium meyenii* [http://en.wikipedia.org/wiki/Lepidium\\_meyenii](http://en.wikipedia.org/wiki/Lepidium_meyenii)  
Wikipedia, the free encyclopedia