



버섯 추출물을 첨가한 발효유의 품질특성 및 항산화 활성

최유진¹ · 양희선¹ · 허창기¹ · 오현희¹ · 박태영² · 김민경² · 진성우² · 서경순² · 정후길^{1*}

¹(재)임실치즈과학연구소, ²(재)장흥군버섯산업연구원

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Fermented Milk containing Mushroom Extracts

Yu-Jin Choi¹, Hee-Sun Yang¹, Chang-Ki Huh¹, Hyun-Hee Oh¹, Tae-Young Park²,
Min-Kyung Kim², Seong-Woo Jin², Kyoung-Sun Seo² and Hoo-Kil Jung^{1*}

¹Imsil Research Institute of Cheese Science, Imsil 566-881, Korea

²Jangheung Research Institute for Mushroom Industry, Jangheung 529-851, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the quality characteristics and antioxidant activity of fermented milk containing mushroom (*Phellinus baumii*, *Ganoderma lucidum*, and *Lentinus edodes*) extracts. As the ratio of the mushroom extract increased, the pH of the fermented milk decreased proportionally and titratable acidities increased significantly. The number of lactic acid producing bacteria was the highest in the fermented milk sample containing 1.0% *Lentinus edodes* extract. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of the fermented milk containing mushroom extracts were higher than that of the controls. The quality characteristics, such as pH, titratable acidity, and the number of lactic acid producing bacteria were not remarkably different between the milk samples subjected to treatments with and without the addition of mushroom extracts during the storage period. From the sensory evaluation of the fermented milk samples containing mushroom extracts, the color, flavor, taste, texture, and overall acceptability of the fermented milk sample containing 1.0% *Lentinus edodes* extract was found to be considerably better than those of the other groups. In conclusion, the present study indicated that the fermented milk containing mushroom extracts could be used as a functional antioxidant containing food.

Keywords: Fermented milk, mushroom extract, quality characteristics, antioxidant activity

서 론

최근 급속한 고령화 사회 진입과 웰빙(well-being)을 넘어 로하스(LOHAS) 그리고 힐링(healing)의 시대로 접어들면서 식·의약의 섭취를 포함한 생활환경을 조절함으로써 노화를 지연시키고, 생활 습관병을 포함한 각종 만성질환을 예방하려는 건강 지향적 소비성향이 일반화되고 있다(Park *et al.*, 2012). 대표적인 장수식품인 발효유는 원유 또는 유가

공품을 유산균, 효모로 발효시킨 것으로 정의되고 있으며, 우유의 영양성분 이외에 유산균의 작용에 의해 생성된 유산, 펩톤, 펩타이드, 미량의 생리활성물질과 유산균 균체 성분이 포함되어 있어 영양학적 가치가 매우 우수한 건강식품이다(Kim *et al.*, 2013). 또한 발효유는 장내 유해세균의 억제와 장의 기능성 향상, 장내균총의 균형 유지와 정장작용, 면역계의 자극에 의한 항암 효과, 혈중 콜레스테롤의 저하 효과 등 다양한 프로바이오틱(probiotic) 특성을 가지고 있으며, 현대인의 생활 습관병 예방과 건강 증진에 탁월한 기능을 나타내는 것으로 보고되고 있다(Mistuoka, 1990; Nagao *et al.*, 2000). 특히 소비자들의 다양한 요구에 따라 식품이

* Corresponding author: Hoo-Kil Jung, Imsil Research Institute of Cheese Science, Imsil 566-881, Korea. Tel: +82-63-644-2170, Fax: +82-63-644-2186, E-mail: hkjung@irics.re.kr

가지는 기능성에 관심을 가지게 되면서 다양한 발효유가 세계 각국에서 생산되고 있으며, 우리나라에서도 기능성 물질이 첨가된 여러 형태의 발효유 제품 개발이 이루어지고 있는데, 인삼, 홍삼추출액, 녹차와 썬차, 구기자, 복분자즙, 알로에, 클로렐라, 매실, 삼백초 등을 첨가하여 발효유의 기능성뿐만 아니라, 식품으로서의 기호도 증진과 새로운 생리활성이 강화된 발효유에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Kim and Park, 1999; Bang and Park, 2000; Lee *et al.*, 2002; Lee and Paek, 2003; Sung *et al.*, 2005).

또한 건강 증진을 위한 생리활성 물질 탐색에 관한 연구가 여러 방향에서 활발하게 진행되고 있으며, 식용 및 약용으로 널리 이용되고 있는 버섯류도 천연 항산화 물질로서 큰 관심을 끌고 있다(Cha *et al.*, 2004). 버섯은 향미성분이 풍부하고, 단백질, 지질, 다당류, 비타민 및 무기질과 같은 각종 영양소를 다량 함유하고 있어서 예로부터 건강식품으로 인식되어 왔다(Xu *et al.*, 2007). 최근에는 항암 효과, 항당뇨 효과, 혈압 억제 효과, 혈청 지질 저하 효과, 면역증강 효과 등 노화 억제 및 생활습관병 예방과 치료에 효과가 있는 것으로 알려지면서 의약품과 건강기능식품의 소재로 많이 이용되고 있다(Moradali *et al.*, 2007). 특히 버섯류의 항산화 활성은 *Lentinus edodes* 및 *Dictyophora indusiata*, *Pleurotus ostreatus*의 경우 추출물의 폴리페놀 함량에 따라 프리라디칼 제거 활성, 환원력, Fe²⁺ 이온의 chelating effect 등이 농도 의존적으로 증가하며, *Coriolus versicolor* 등 8종의 버섯 및 *Grifola frondosa*로부터 추출한 단백질 다당체에 대한 프리라디칼 제거활성이 알려져 있다(Mau *et al.*, 2002; Yang *et al.*, 2002; Cheung *et al.*, 2003).

따라서 본 연구에서는 다양한 생리활성 기능을 가진 천연 식품소재인 버섯과 프로바이오틱 유산균을 접목시켜 새로운 기능성 발효유를 제조하고, 품질특성 및 항산화 활성에 대해 조사하여 영양학적 및 기능적으로 우수한 노년층에 특화된 신바이오틱스(synbiotics) 형태의 맞춤형 영양식품 개발을 위한 기본 자료를 확보하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 재료

원유는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 생산된 산도가 0.14~0.15%이고, pH가 6.6~6.8 범위인 신선한 원유를 사용하였으며, 버섯 추출물 제조를 위하여 문상영상황버섯(전라남도 장흥군 안양면) 및 정남진장흥표고주식회사(전라남도 장흥군 부산면)에서 상황(*Phellinus baumii*), 영지(*Ganoderma lucidum*) 및 표고(*Lentinus edodes*) 자실체 건조물을 구입하여 사용하였다. 또한 발효유 제조에 사용된 스

타터는 한국미생물보존센터로부터 *Lactobacillus acidophilus* KCCM 40265를 분양받아 10% 멸균탈지유에 2% 첨가하고 2회 계대 배양한 것을 사용하였다.

2. 버섯 추출물 제조

상황, 영지, 표고 자실체 건조물 각각 5 kg에 정제수 20 L를 첨가한 후 80℃에서 열수 추출하여 상황, 영지, 표고 3가지의 추출물을 제조하였고, 추출물은 각각 설탕을 첨가하여 당도를 5 Brix로 보정한 후 사용하였다.

3. 버섯 발효유 제조

버섯 추출물이 첨가된 발효유의 제조를 위하여 먼저 원유에 설탕과 예비실험 결과, 기호도를 만족시킬 수 있는 범위로 설정된 0, 0.5, 1.0% 농도의 버섯 추출물을 첨가하여 혼합한 후 90℃에서 10분간 살균하고, 43℃에서 냉각하였다. 이후 *Lactobacillus acidophilus* KCCM 40265를 2% 접종하여 37℃에서 pH가 4.6이 될 때까지 12~18시간 동안 발효하였다. pH가 4.6에 도달한 각각의 발효유는 이후 15℃까지 냉각하고, 4℃에서 냉장보관하면서 숙성시켰다. 버섯 추출물이 첨가된 발효유 제조공정은 Fig. 1과 같다.

4. pH 및 적정산도

pH는 pH meter(UB-10 Delux, Denver, USA)를 사용하여 측정하였으며, 적정산도는 발효유 10 g에 증류수 10 mL를

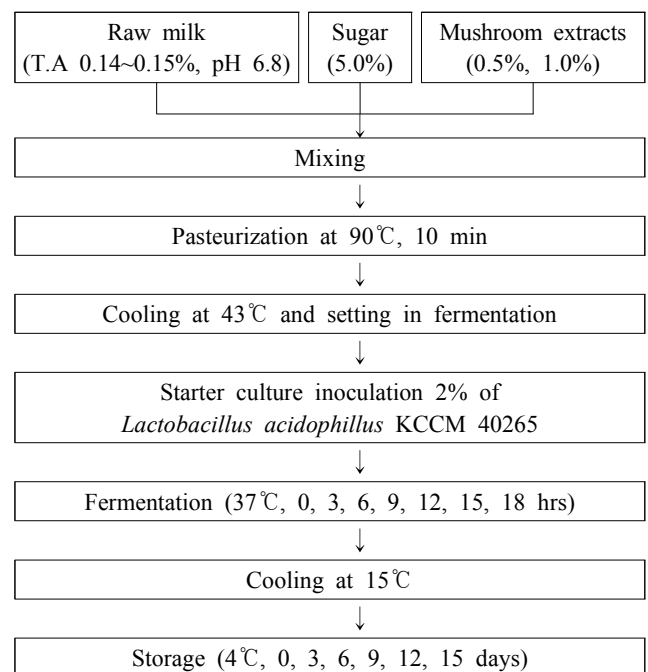


Fig. 1. Procedures for the manufacture methods of fermented milk with the mushroom extracts.

혼합한 후 0.1 N NaOH 용액을 첨가하여 pH가 8.3에 도달할 때까지 소요된 양으로부터 산출하여 유산함량으로 표시하였다.

5. 유산균수 측정

유산균수 측정은 시료 1 mL를 십진희석법으로 희석하여 평판배양법으로 BCP 한천배지(Difco, USA)에 1 mL씩 분주하고 37°C에서 48시간 동안 배양한 후, 노랑색 콜로니를 계수하여 시료 1 g 당 CFU(colony forming unit)로 표시하였다.

6. 영양성분 분석

일반성분 분석에서 수분 함량은 상압가열건조법, 회분은 직접회화법, 조단백질 함량은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법을 사용하였고, 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분을 뺀 값으로 결정하였다. 무기질 분석은 건식회화법으로 시료 전처리를 행한 후 ICP-MS(Agilent 7700, Agilent Technologies, USA)를 사용하여 측정하였다.

7. 관능검사

연구소의 숙련된 관능평가요원 10명을 관능평가 패널로 선정하여 실험목적을 설명하고 각 측정치에 대해 교육시킨 뒤, 9점 척도법을 사용하여 색, 향, 맛, 조직감 및 전체 기호도에 대한 검사를 실시하였다.

8. 항산화 활성 측정

발효유 0.3 g에 메탄올 10 mL를 첨가하여 5분간 잘 교반한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻어진 상등액을 시료 용액으로 사용하였다. DPPH 자유 라디칼 소거 활성은 100 µM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma, USA) 용액 150 µL와 시료용액 50 µL를 가하여 혼합한 뒤, 30분 뒤에 ELISA reader(DYNEX, USA)를 이용하여 530 nm에

서 흡광도를 측정하였다. ABTS 양이온 라디칼 소거 활성은 7 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), Sigma, USA)와 2.4 mM potassium persulfate를 혼합한 후 실온의 암소에서 16시간 동안 반응시켰다. ABTS 용액의 농도는 630 nm에서 흡광도가 0.70±0.02 정도가 되도록 조정된 후 ABTS 용액 100 µL와 시료용액 100 µL를 혼합하여 실온에서 6분간 반응시킨 후 630 nm에서 흡광도를 측정하였다.

9. 저장기간에 따른 품질특성

발효가 완료된 각각의 버섯 발효유를 4°C에서 냉장보관하면서 3일 간격으로 15일 동안 저장기간에 따른 pH, 적정산도 및 유산균수의 변화를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 버섯 발효유 제조과정 중 품질특성

1) pH 및 적정산도 변화

버섯 발효유 제조시 버섯 추출물을 첨가하여 발효시간에 따른 pH 및 적정산도의 변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 버섯 발효유의 pH는 버섯 추출물이 첨가되지 않은 대조구와 비교하여 발효시간이 경과할수록 각각의 버섯 추출물 첨가구에서 감소하는 경향을 나타냈다. 특히 발효 18시간 후 대조구 pH는 4.55, 상황 추출물 첨가구 pH는 4.41, 영지 추출물 첨가구 pH는 4.17, 표고 추출물 첨가구 pH는 3.96으로 나타났다. 이는 버섯 추출물에 함유된 유기산의 영향에 의한 것으로 사료되며, 발효시간이 경과함에 따라 유산균의 대사활동으로 인한 유기산의 증가와 첨가 시료에 함유된 유기산에 의해 pH가 감소한다는 Ahn 등(2009)과 Kim 등(2009)의 보고와 일치하는 결과이다.

Table 1. Changes in pH and titratable acidity of fermented milk added with mushroom extracts during fermentation at 37°C for 18 hours

	Ingredients	Mushroom extracts(%)	Fermentation time (hrs)						
			0	3	6	9	12	15	18
pH	Control	0.0	6.38	6.01	5.67	5.47	5.10	4.84	4.55
	<i>Phellinus baumii</i>	1.0	6.36	6.04	5.71	5.50	5.17	4.73	4.41
	<i>Ganoderma lucidum</i>	0.5	6.35	5.95	5.56	5.34	4.93	4.50	4.17
	<i>Lentinus edodes</i>	1.0	6.25	5.98	5.46	5.27	4.58	4.15	3.96
Titratable acidity (%)	Control	0.0	0.22	0.34	0.43	0.56	0.62	0.74	0.88
	<i>Phellinus baumii</i>	1.0	0.22	0.33	0.42	0.55	0.60	0.79	0.92
	<i>Ganoderma lucidum</i>	0.5	0.23	0.36	0.49	0.63	0.72	0.88	1.18
	<i>Lentinus edodes</i>	1.0	0.27	0.37	0.53	0.67	0.81	1.02	1.37

또한 적정산도는 발효시간이 경과할수록 대조구보다 버섯 추출물 첨가구에서 증가하는 경향을 나타냈으며, 특히 발효 18시간 후 대조구 0.88%, 상황 추출물 첨가구 0.92%, 영지 추출물 첨가구 1.18%, 표고 추출물 첨가구 1.37%로 나타났다. 이는 버섯 추출물에 함유된 아미노산과 당 등이 유산균의 생육을 촉진시켜 산 생성이 증가된 것으로 여겨지며, Jeong 등(2004)도 함초 추출물 첨가 발효유의 경우 함초에 함유된 다양한 미네랄과 아미노산에 의해 유산균의 생육이 촉진되어 적정산도가 증가하였다고 보고하였다. 따라서 발효유 제조시 버섯 추출물의 첨가는 유산균의 성장 및 유기산의 생성 등을 증진시켜 발효시간을 단축시킬 뿐만 아니라, 유용한 대사산물의 생성에도 유리하게 작용하기 때문에 발효유의 품질 향상에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

2) 유산균수 변화

버섯 추출물 첨가 발효유의 유산균수 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 전반적으로 발효시간이 경과할수록 대조구에 비하여 버섯 추출물 첨가구가 균수 증식을 빠르게 나타냈으며, 발효 18시간 후 대조구 1.3×10^8 CFU/g, 상황 추출물 첨가구 3.4×10^8 CFU/g, 영지 추출물 첨가구 3.8×10^8 CFU/g으로 최대균수를 나타냈고, 표고 추출물 첨가구는 배양 15시간 후 1.3×10^9 CFU/g으로 최대균수를 나타냈다. 이는 버섯 추출물이 발효 중 유산균의 생육을 활성화시켜서 버섯 추출물에 함유된 탄수화물, 단백질, 무기질 및 비타민 등이 유산균의 활동을 촉진시킨 것으로 사료된다. 이러한 결과는 버찌 분말 첨가 요구르트에서 버찌에 함유된 성분들이

유산균 배양의 영양소로 사용되어 유산균의 생육을 촉진시킨다는 Kim 등(2009)의 보고와 유사하였다.

2. 버섯 발효유의 영양성분 분석

버섯 추출물 첨가 발효유의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 버섯 추출물 첨가 발효유의 수분 함량은 대조구보다 낮게 측정되었으며, 조단백질 함량은 상황 추출물 첨가구 2.97%, 영지 추출물 첨가구 2.98%, 표고 추출물 첨가구 2.99%로 3종의 버섯 추출물 첨가구 모두에서 대조구 2.83%보다 높게 측정되었다. 또한 탄수화물 함량은 상황 추출물 첨가구에서 가장 높게 측정되었지만, 당류 함량은 영지와 표고 추출물 첨가구에서 높은 함량을 나타냈다. Yoo 등(2005)은 식용 및 약용으로 널리 이용되는 버섯은 일반적으로 조단백질, 아미노산, 탄수화물, 당류 함량이 비교적 높다고 보고하였는데, 버섯 추출물이 첨가된 발효유에서 조단백질, 탄수화물 및 당류의 함량이 대조구보다 높은 것으로 보아 영양학적 가치가 매우 우수한 것으로 사료된다. 다음으로 조회분 함량은 버섯 추출물 첨가 발효유와 대조구 모두 유사하게 측정되었으며, 조지방 함량은 상황과 영지 추출물 첨가구는 대조구와 유사하였으나, 표고 추출물 첨가구가 가장 낮았다. 이러한 결과는 유산균과 표고 추출물이 발효과정을 거치면서 다양한 고형분 성분들이 여러 가지 효소 작용에 의하여 변화가 일어나서 조지방 함량이 감소한 것으로 사료된다.

또한 버섯 추출물 첨가 발효유의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 칼륨과 칼슘이 무기질 중 대부분을 차지하였고, 특히 칼륨, 칼슘, 나트륨, 니켈, 망간 함량은 대

Table 2. Changes in numbers of lactic acid bacteria in fermented milk added with mushroom extracts during fermentation at 37°C for 18 hours (Unit: CFU/g)

Ingredients	Mushroom extracts(%)	Fermentation time (hrs)						
		0	3	6	9	12	15	18
Control	0.0	3.7×10^6	7.5×10^6	1.1×10^7	2.5×10^7	6.1×10^7	9.4×10^7	1.3×10^8
<i>Phellinus baumii</i>	1.0	5.2×10^6	9.8×10^6	3.5×10^7	6.5×10^7	9.4×10^7	2.2×10^8	3.4×10^8
<i>Ganoderma lucidum</i>	0.5	5.5×10^6	1.4×10^7	5.3×10^7	9.2×10^7	2.0×10^8	3.7×10^8	3.8×10^8
<i>Lentinus edodes</i>	1.0	5.6×10^6	1.5×10^7	7.3×10^7	3.9×10^8	1.2×10^9	1.3×10^9	1.3×10^9

Table 3. Proximate compositions of fermented milk with mushroom extracts

Ingredients	Mushroom extracts(%)	Nutrients (%)					
		Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate	Ash	Sugars
Control	0.0	84.58	2.83	3.17	8.85	0.57	7.53
<i>Phellinus baumii</i>	1.0	84.31	2.97	3.18	8.96	0.58	7.50
<i>Ganoderma lucidum</i>	0.5	84.42	2.98	3.17	8.86	0.57	7.92
<i>Lentinus edodes</i>	1.0	84.52	2.99	3.06	8.86	0.57	7.88

Table 4. Change of mineral content of fermented milk with mushroom extracts

Ingredients	Mushroom extracts(%)	Mineral elements (mg/100 g)									
		K	Ca	Na	P	Mg	Fe	Cr	Ni	Mn	Cu
Control	0.0	135.25	104.35	41.95	16.87	10.77	0.40	0.07	0.04	0.02	0.02
<i>Phellinus baumii</i>	1.0	134.14	107.15	43.01	13.72	9.50	0.33	0.05	0.07	0.03	0.02
<i>Ganoderma lucidum</i>	0.5	137.00	107.11	43.48	15.87	10.97	0.62	0.02	0.04	0.05	0.02
<i>Lentinus edodes</i>	1.0	136.54	107.17	42.56	13.26	10.54	0.78	0.18	0.08	0.03	0.02

조구보다 버섯 추출물 첨가구에서 높게 측정되었다. 또한 철, 크롬, 니켈 함량은 대조구에 비해 표고 추출물 첨가구에서 약 2배로 가장 높았다. 따라서 미량원소를 비롯한 많은 종류의 무기질을 함유하고 있는 버섯은 최근 식생활의 변화로 인하여 무기질의 섭취가 감소되어 가고 있는 추세에 비추어 볼 때 주요 무기질 공급원으로써 이용가치가 매우 높을 것으로 사료된다.

3. 버섯 발효유의 관능검사

버섯 추출물을 첨가하여 제조한 발효유의 기호도를 알아보기 위하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 5와 같다. 모든 항목에서 대체적으로 버섯 추출물을 첨가한 처리구가 대조구에 비하여 낮은 점수를 얻었으며, 상황 추출물 1% 첨가구의 경우 색, 향, 조직감 항목에서 가장 낮은 기호도를 나타냈다. 또한 영지 추출물 0.5% 첨가구의 경우는 다른 버섯 추출물 첨가구와 비교하여 첨가량을 절반으로 줄였음에도 불구하고, 영지 특유의 쓴맛이 강해서 맛과 전체기호도 항목에서 가장 낮은 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 관능평가원들이 버섯 특유의 향, 맛 및 색에 익숙하지 않은 점 때문에 전반적인 기호도가 낮아진 것으로 사료된다. 그러나 표고 추출물 1% 첨가구의 경우 색, 향, 맛, 조직감, 전체기호도의 모든 항목에서 가장 높은 기호도를 나타냈다.

4. 버섯 발효유의 항산화 활성

버섯 추출물 첨가 발효유의 기능성을 검토하기 위하여 DPPH 라디칼 소거 활성과 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정된 결과

는 Fig. 2와 같다. DPPH는 비교적 안정한 라디칼을 갖는 물질로 항산화 활성이 있는 물질과 반응하면 라디칼이 소거되어 탈색되는 점을 이용하여 항산화 활성을 검정하는데 널리 이용되고 있다(Cha and Park, 2001). 먼저 발효 18시간이 지난 후 DPPH 자유 라디칼 소거 활성을 측정된 결과, 대조구 13%, 상황 추출물 첨가구 40%, 영지 추출물 첨가구 43%, 표고 추출물 첨가구 34%로 3종의 버섯 추출물 첨가구 모두에서 대조구보다 약 3배 정도 높은 항산화 효과를 나타냈다. 또한 발효 전과 비교하여 발효 후 각각 대조구 1.4배, 상황 추출물 첨가구 2.2배, 영지 추출물 첨가구 1.7배, 표고 추출물 첨가구 2.5배 정도로 항산화 활성이 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

ABTS법은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS 자유 라디칼이 시료 내의 항산화 물질로부터 수소를 제공받아 안정한 물질로 변화됨에 따라 라디칼 특유의 청록색이 탈색되는 성질을 이용한 방법이다(Biglari *et al.*, 2008). ABTS 양이온 라디칼 소거 활성을 측정된 결과, 전체적으로 발효 전후의 항산화 활성은 크게 차이가 나지 않았지만, 발효 18시간이 지난 후 대조구 17%, 상황 추출물 첨가구 24%, 영지 추출물 첨가구 35%, 표고 추출물 첨가구 21%로 영지 추출물이 첨가된 발효유의 항산화 효과가 가장 우수하였다. 특히 DPPH 방법의 경우, 자유 라디칼을 소거하는 반면, ABTS는 양이온 라디칼을 소거하는 차이를 가지므로, 두 기질과 반응물과의 결합 정도가 달라져서 발효 전후의 라디칼 제거 능력에 차이가 나타난 것으로 사료된다.

Shin 등(2008)은 스피루리나 첨가 요구르트에서 항산화

Table 5. Sensory evaluations of fermented milk added with mushroom extracts

Ingredients	Mushroom extracts(%)	Sensory evaluation				
		Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control	0.0	6.7±1.16	5.6±1.17	5.1±1.29	4.8±1.75	5.3±0.95
<i>Phellinus baumii</i>	1.0	4.7±1.57	5.0±1.05	4.7±1.70	4.3±0.95	5.2±1.23
<i>Ganoderma lucidum</i>	0.5	5.8±1.87	5.1±1.20	4.1±1.37	4.6±0.97	4.1±1.60
<i>Lentinus edodes</i>	1.0	7.0±1.25	6.1±1.52	6.1±1.52	5.5±0.97	5.9±1.66

All values are mean ± SD (n=10).

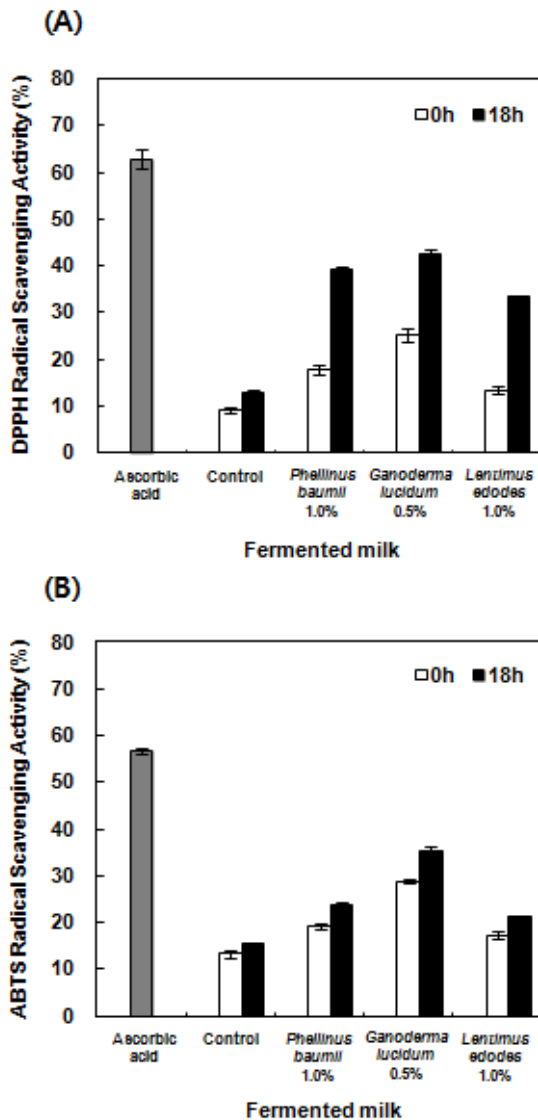


Fig. 2. Antioxidant activities of fermented milk added with mushroom extracts. Error bars indicate standard deviations from triplicate determinations. Ascorbic acid was used as positive control.

활성이 증가한다고 보고하였으며, Kim 등(2008)은 홍삼 추출물을 첨가한 요구르트에서 높은 항산화 활성을 보였다고 보고하고 있어 본 연구결과와 비슷한 경향을 나타냈다. 따라서 버섯 추출물 첨가 발효유가 대조구보다 높은 항산화 활성을 나타내는 것은 버섯 추출물에 함유된 polyphenol 화합물과 flavonoid 성분들의 작용에 의한 것으로 생각된다.

5. 저장기간에 따른 버섯 발효유의 품질특성

1) pH 및 적정산도 변화

발효유는 제조 후 저온에서 유통되므로 저장기간에 따른 품질의 변화를 확인하기 위하여 버섯 추출물 첨가 발효유의 pH와 적정산도 변화를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 대조구와 버섯 추출물 첨가구의 pH는 4.59~4.62에서 15일 저장 후 4.42~4.48로 나타나 저장기간 중 약간 감소하였다. 또한 저장기간 동안 적정산도의 변화는 저장 초기 0.86~0.87에서 15일 저장 후 1.04~1.06으로 약간 증가하는 경향이 있었다. 이러한 변화는 녹차와 썩(Bang and Park, 2000), 배양인삼(Lee and Paek, 2003)을 첨가한 요구르트 등의 보고와 유사하였으며, 저장기간 중 유산균의 대사활동이 천천히 진행되고 있어 산의 생성량이 증가한 결과로 사료된다. 특히 발효유는 유산균 활동으로 생긴 유산량과 pH 변화가 주요 품질특성이므로 정상적인 제품의 최적 pH 범위는 3.27~4.59, 적정산도는 0.72~1.4%의 범위로 알려져 있다(Lee and Hwang, 2006). 따라서 버섯 추출물이 첨가된 발효유의 경우 정상제품의 pH와 적정산도 범위에 포함되는 것으로 나타나, 품질의 안정성을 확인할 수 있었다.

2) 유산균수 변화

발효유에서 유산균의 생균수는 사람의 건강과 밀접한 관계가 있고 풍미 등 여러 가지 품질에 영향을 주기 때문에, 제품에서의 생균수는 상당히 중요하다. 따라서 저장기간에

Table 6. Changes in pH and titratable acidity of fermented milk added with mushroom extracts at 4°C for various storage periods

Ingredients	Mushroom extracts(%)	Storage period (days)					
		0	3	6	9	12	15
pH	Control	4.61	4.58	4.55	4.53	4.50	4.48
	<i>Phellinus baumii</i>	4.62	4.59	4.56	4.53	4.49	4.47
	<i>Ganoderma lucidum</i>	4.60	4.57	4.53	4.50	4.47	4.42
	<i>Lentinus edodes</i>	4.59	4.56	4.54	4.52	4.48	4.43
Titratable acidity (%)	Control	0.87	0.90	0.93	0.96	1.01	1.04
	<i>Phellinus baumii</i>	0.87	0.90	0.94	0.97	1.02	1.06
	<i>Ganoderma lucidum</i>	0.86	0.89	0.93	0.97	1.02	1.07
	<i>Lentinus edodes</i>	0.86	0.90	0.94	0.98	1.02	1.06

Table 7. Changes in numbers of lactic acid bacteria in fermented milk added with mushroom extracts at 4°C for various storage periods (Unit: CFU/g)

Ingredients	Mushroom extracts(%)	Storage period (days)					
		0	3	6	9	12	15
Control	0.0	1.3×10 ⁸	1.3×10 ⁸	1.2×10 ⁸	1.2×10 ⁸	1.1×10 ⁸	1.0×10 ⁸
<i>Phellinus baumii</i>	1.0	3.4×10 ⁸	3.4×10 ⁸	3.3×10 ⁸	3.1×10 ⁸	3.0×10 ⁸	2.8×10 ⁸
<i>Ganoderma lucidum</i>	0.5	3.7×10 ⁸	3.7×10 ⁸	3.5×10 ⁸	3.3×10 ⁸	3.2×10 ⁸	3.1×10 ⁸
<i>Lentinus edodes</i>	1.0	1.2×10 ⁹	1.1×10 ⁹	1.0×10 ⁹	9.5×10 ⁸	8.9×10 ⁸	8.3×10 ⁸

다른 버섯 추출물 첨가 발효유의 유산균수 변화를 측정 한 결과는 Table 7과 같다. 대조구를 포함한 버섯 추출물 첨가 발효유 모두 저장기간 중 유산균의 수가 약간 감소하였으나 그 차이는 미미하였다. 그러나 식품공전에서 규정하는 발효유 유산균수 10⁷ CFU/g 이상 및 농후발효유 유산균수 10⁸ CFU/g 이상의 규정 내용과 비교하면 본 실험의 버섯 발효유 유산균수는 4°C에서 15일 동안 적정치 범위 이상인 10⁸ CFU/g 이상을 유지하고 있었다. 따라서 버섯 추출물이 첨가된 발효유는 저장성이 매우 우수한 제품으로 판단된다.

요 약

노년층에 특화된 기능성 발효유를 개발하기 위하여 버섯 추출물이 첨가된 발효유 3종(상황, 영지, 표고)을 제조하여 품질특성과 항산화 활성을 비교하였다. pH는 발효시간이 경과함에 따라 버섯 추출물 첨가구에서 감소하였고, 적정산도와 유산균수 변화는 증가하였다. 일반성분 중에서 조단백질, 탄수화물 및 당류의 함량이 높았으며, 무기질 함량에서는 칼륨, 칼슘, 나트륨, 니켈, 망간 함량이 버섯 추출물 첨가구에서 증가하였다. 관능검사에서는 대체적으로 버섯 추출물을 첨가한 처리구가 대조구에 비하여 낮은 점수를 얻었지만, 표고 추출물 1% 첨가구의 경우 색, 향, 맛, 조직감, 전체 기호도의 모든 항목에서 가장 높은 기호도를 나타냈다. DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정하여 항산화 활성을 분석한 결과, 버섯 추출물 첨가구에서 항산화 활성이 매우 증가하였으며, 특히 영지 추출물이 첨가된 발효유의 항산화 효과가 가장 우수하였다. 또한 저장기간에 따른 버섯 발효유의 품질 평가 결과, pH, 적정산도, 유산균수는 품질 변화에는 큰 영향을 미치지 않았다. 따라서 영양학적 및 기능적으로 우수한 새로운 기능성 발효유 개발이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 지역특화산업 융복합연구지원 사업(R0002042)의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ahn, C. S., Yeo, J. S. and Bang, I. S. 2009. Physicochemical characteristics of fermented milk containing mulberry leaf extract. *Korean J. Food & Nutr.* 22:272-278.
- Bang, B. H. and Park, H. H. 2000. Preparation of yogurt added with green tea and mugwort tea and quality characteristics. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29:854-859.
- Biglari, F., AIKarkhi, A. M. F. and Easa, A. M. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem.* 107:1636-1641.
- Cha, H. S. and Park, M. S. 2001. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33:409-415.
- Cha, J. Y., Jeon, B. S., Park, J. W., Shin, G. G., Kim, B. K., Bae, D. W., Yoo, J. H., Jeon, B. S. and Cho, Y. S. 2004. Antioxidative effects of mushroom extract and fermented milk containing its extract on *in vivo* and *in vitro* lipid peroxidation. *J. Life Sci.* 14:514-520.
- Cheung, L. M., Cheung, P. C. K. and Ooi, V. E. C. 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chem.* 81:249-255.
- Jeong, C. Y., Ryu, J. S., Choi, C. K., Jeon, B. S., Park, J. W., Shin, G. G., Kim, B. K., Bae, D. W. and Cha, J. Y. 2004. Supplemented effect of *Salicornia herbacea* extract powder on preparation and quality characteristics of fermented milk product. *J. Life Sci.* 14:788-793.
- Kim, J. I. and Park, S. I. 1999. The effect of mugwort extract on the characteristics of curd yogurt. *J. Food Hyg. Safety.* 14:352-357.
- Kim, J. K., Lee, J. S., Jeong, Y. T. and Bae, I. H. 2013. Development of yoghurt with sanmeoru (*Vitis amurensis* Ruprecht) wine as an additive. *Korean J. Dairy Sci. Technol.* 30:23-30.

10. Kim, K. H., Hwang, H. R., Jo, J. E., Lee, S. Y., Kim, N. Y. and Yook, H. S. 2009. Quality characteristics of yogurt prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38:1229-1236.
11. Kim, S. I., Ko, S. H., Lee, Y. J., Choi, H. Y. and Han, Y. S. 2008. Antioxidant activity of yogurt supplemented with red ginseng extract. Korean J. Food Cookery Sci. 24:358-366.
12. Lee, E. H., Nam, E. S. and Park, S. I. 2002. Characteristics of curd yogurt from milk added with maesil (*Prunus mume*). Korean J. Food Sci. Technol. 34:419-424.
13. Lee, I. S. and Paek, K. Y. 2003. Preparation and quality characteristics of yogurt added with cultured ginseng. Korean J. Food Sci. Technol. 35:235-241.
14. Lee, J. H. and Hwang, H. J. 2006. Quality characteristics of *Rubus coreanum* Miquel juice. Korea J. Culinary Res. 12:195-205.
15. Mau, J. L., Lin, H. C. and Song, S. F. 2002. Antioxidant properties of several speciality mushrooms. Food Res. Int. 35:519-526.
16. Mistuoka, T. 1990. Bifidobacteria and their role in human health. J. Indus. Microbiol. 6:263-268.
17. Moradali, M. F., Mostafavi, H., Ghods, S. and Hedjaroude, G. A. 2007. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi). Int. Immunopharmacol. 7:701-724.
18. Nagao, F., Nakayama, M., Muto, T. and Okumura, K. 2000. Effects of a fermented milk drink containing *Lactobacillus casei* strain Shirota on the immune system in healthy human subjects. Biosci. Biotechnol. Biochem. 64:2706-2708.
19. Park, S. J., Min, K. J. and Park, T. G. 2012. Nutritional characteristics and screening of biological activity of *Agarum cribrosum*. Korean J. Food & Nutr. 25:842-849.
20. Shin, Y. M., Son, C. W., Sim, H. J., Kim, M. H., Kim, M. Y., Kwon, O. Y. and Kim, M. R. 2008. Quality characteristics and antioxidant activity of spirulina added yogurt. Korean J. Food Cookery Sci. 24:68-75.
21. Sung, Y. M., Cho, J. R., Oh, N. S., Kim, D. C. and In, M. J. 2005. Preparation and quality characteristics of curd yogurt added with chlorella. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 48:60-64.
22. Xu, X. M., Jun, J. Y. and Jeong, I. H. 2007. A study on the antioxidant activity of Hae-Songi mushroom (*Hypsizigus marmoreus*) hot water extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36:1351-1357.
23. Yang, J. H., Lin, H. C. and Mau, J. L. 2002. Antioxidant properties of several commercial mushrooms. Food Chem. 77:229-235.
24. Yoo, Y. B., Kong, W. S., Oh, S. J., Cheong, J. C., Jang, K. Y. and Jhune, C. S. 2005. Trends of mushroom science and mushroom industry. J. Mushroom Sci. Production. 3:1-23.

(Received: September 1, 2013 / Accepted: November 26, 2013)