

발효기간이 버섯 발효액의 품질과 생리 기능성에 미치는 영향

김나미¹ · 이종수*

배재대학교 유전공학과, ¹(주)KT & G 중앙연구원 인삼연구소

Effect of Fermentation Periods on the Qualities and Physiological Functionalities of the Mushroom Fermentation Broth

Na-Mi Kim¹ and Jong-Soo Lee*

Department of Genetic Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

¹KT & G Co., Central Research Institute, Daejeon 305-345, Korea

(Received December 20, 2002)

ABSTRACT: To establish the optimal fermentation periods in the manufacture of mushroom fermentation foods using sugar, changes of quality characteristics of the mushrooms fermentation broth were investigated with changes of enzyme activity and physiological functionality during fermentation. Viscosity, L value (lightness), a value (redness) and b value (yellowness) were significantly decreased after 3 months of fermentation and after that, increased. In sensory evaluation test, unique flavors and tastes of mushrooms in the fermented broth were decreased during fermentation, whereas the other tastes and flavors were gradually increased. Overall acceptability was the highest in the 3 months of fermentation broth. α -Amylase activities of the fermented broth were significantly increased to 1 month of fermentation, however invertase and cellulase activities were low or not detected in the fermented broth. Antioxidant activities were the highest in 4 months of fermentation and after that, decreased. Tyrosinase inhibitory activities were high in all samples and they were not changed during fermentation. SOD-like activity was high in the fermentation broth of *Flammulina velutipes* and it was also not changed during fermentation. In conclusion, optimal fermentation periods in the manufacture of mushroom fermentation foods using sugar was 3 or 4 months.

KEYWORDS: Mushroom fermentation broth, Physiological functionalities, Quality

근래에 국민의 생활수준이 많이 향상 됨에 따라 건강에 대한 관심이 고조되고 있다. 평균수명도 크게 높아져서 고령화 인구가 증가되고 있으나, 식생활의 변화 등으로 성인병이라 불리는 뇌졸중, 동맥경화증, 고혈압, 암, 당뇨병, 만성간질환, 만성위장병 등 만성퇴행성 질환의 발병율이 높아지고 있다. 이들 질병은 특히 육류와 지방의 과다섭취, 정제 가공식품, 식품첨가물의 과용 등 식생활습관이 주요 원인이 되는 것으로 알려지고 있다. 따라서 최근 식물성 식품을 선호하는 경향이 높아지고 있으며, 식물성 소재에서부터 여러 가지 생리기능성 성분을 찾아내는 연구가 활발히 진행되고 있다(Jung *et al.*, 1995; Kang *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1999, 2001). 식물추출물 발효식품은 건강식품에 속하는 제품유형으로서 식품공전(Korea Food Codex, 2000)에 등재되어 있으며, 일반적으로 여러 가지 식물성원료에 당을 첨가하거나 유산균 등의 미생물을 첨가하여 일정기간 발효시켜 제조한다. 현대인들이 많이 접하게 되는 가공식품은 제조과정에서 효소들이 파괴

되기 쉽고, 식품첨가물이나 화학성분들도 효소기능을 약화시키게 되므로 현대인의 식생활은 효소가 많이 부족해지기 쉽다. 식물체에는 여러 가지의 효소가 함유되어 있으며 식물추출액을 발효시키면 많은 효소들이 활성화되어 여러 가지 생화학반응을 일으킴으로써 식물체의 영양성분이 소화, 흡수되기 쉬운 형태로 변환될 수 있으며, 효소작용으로 생성된 성분들에 의해 새로운 생리조절기능을 발현할 수 있다. 또한 효소자체를 섭취함으로써 체내에서 신진대사 기능을 촉진하게 된다.

한편, 버섯은 담자균류에 속하는 미생물로서 식용외에도 약용식물과 더불어 민간요법이나 한방의약에 주로 쓰이고 있고, 최근 버섯의 건강증진 효능이 알려지면서 자연식품으로 소비가 꾸준히 증가하고 있다(Korea Food Codex, 2000; Yang *et al.*, 1996). 또한 버섯은 일반적으로 지질이 적고 당질과 단백질 및 핵산이 풍부하며 특히 Vitamin D의 전구체인 ergosterol을 함유하고 있어 어린이와 임산부, 뼈의 노화가 시작되는 중년이후의 사람들에게 유용하다. 버섯류가 나타내는 생리기능성으로는 생체 항상성 유지, 암이나 뇌졸중, 심장병 등의 성인병에 대한 예

*Corresponding author <E-mail: biotech8@mail.pcu.ac.kr>

방효과 등이며 버섯유래의 약리작용을 나타내는 활성 성분은 평균 분자량이 100~2000 kD 정도의 단백당류를 중심으로 하는 고분자 성분과 핵산 복합체와 terpenoid, steroid, germanium 등의 저분자 성분으로 대별할 수 있다 (Erkel *et al.*, 1992; Kabir *et al.*, 1998; Kiho *et al.*, 1993; Muller *et al.*, 1990). 지금까지 버섯의 약리작용으로는 *Ganoderma lucidum*이 가지는 콜레스테롤 저하효과(Kabir *et al.*, 1998)와 *Tremella fuciformis* 자실체에서 분리한 Glucurono-xylomannan이 가지는 혈당강화 작용(Kiho *et al.*, 1993), *Cordyceps militaris*로 부터 분리한 nucleoside 유도체 물질인 codycepin이 가지는 HIV-1의 역전사 효소활성 억제작용(Muller *et al.*, 1990), *Clavicornia pyxidate*에서 분리한 Clavicornic acid의 항균작용 등이 보고되고 있다. 이 밖에 항염증 작용, 간보호 작용, 항산화 작용, 정력증강 작용 등이 알려져 있다. 또한 *Tricholoma*(송이버섯속)에 속하는 버섯의 일종인 *Tricholoma giganteum*에서 추출한 polysaccharide에서 항암작용이 보고되어 있다 (Mizuno *et al.*, 1995).

최근 건강식품 개발의 일환으로 각종 식물 추출물 발효액의 생리기능성 연구가 일부 이루어지고 있다(Kim *et al.*, 2001). 필자 등도 천연자원의 자연 발효를 통한 고부가가치의 생리기능성 발효액 제품을 개발하기 위하여 발효기간에 따른 몇 가지 산 야채 발효액 중의 품질과 생리기능성의 변화를 조사하여 보고하였다(Kim *et al.*, 2001). 본 연구에서는 고부가가치의 생리기능성 버섯 발효액 제품 제조시 최적 발효 일수를 결정하기 위하여 우선 현재 식용으로 이용되고 있는 3가지 버섯을 이용하여 식품공전(Korea Food Codex, 2000)에 있는 건강 식품의 식물 추출물 발효액 제조 방법으로 각각의 버섯 발효액을 제조한 후 20°C에서 발효시키면서 발효기간 따른 이들 버섯 발효액의 품질특성과 효소활성 및 몇가지 생리기능성의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

시료 버섯으로는 팽이버섯, 느타리버섯 및 표고버섯 3종을 경실련 정농 생활협동조합에서 구입하여 사용하였고 흑설탕은 시판중인 S사 제품(15 kg/포)을 사용하였다.

버섯 발효액의 제조 및 숙성

식품공전(Korea Food Codex, 2000)에 있는 건강 식품의 식물 추출물 발효액 제조 방법을 이용하여 먼저 버섯을 세척하고 물기를 제거한 후 waring blender로 5분간 파쇄한 후 수분함량을 측정하였다. 전체 수분함량이 40%를 유지하도록 흑설탕을 첨가하여 유리용기에 담은 후 20±2°C로 유지된 항온실에서 주 3회씩 뒤적여 호기적 상태를 유지하면서 6개월 동안 자연발효 시켰다(Kim *et al.*,

2003). 이와 같이 6개월 발효시킨 발효액을 원심분리(5,000×g, 20분, 5~10°C)한 후, 상정액을 유리용기에 담아 20±2°C에서 1~2개월 간 숙성시켰다.

물리화학적 특성 조사

버섯 발효액을 원심분리 한 후 상정액을 시료로 하여 pH는 pH meter(metrohm, 691 pH meter), 당도(°Bx)는 Brixmeter(Atago N3), 점도는 점도계(Brookfield, spindle NO. 5, 25°C, 100 rpm)를 사용하여 측정하였다. 색도는 버섯 발효액을 50%에탄올 2배 양으로 희석하여 원심분리 한 후 여과한 상정액을 시료로 하여 색도계(Minolta CT-20, Japan)로 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였다.

효소활성 및 생균수

버섯 발효액의 원심분리 상정액 2 ml에 cold methanol 8 ml을 가하여 다시 원심분리하였다. 침전물에 10 ml의 정제수를 가하여 침전물을 용해시킨 다음 원심분리하여 얻은 상정액을 효소활성 측정용 시료로 사용하였다. α-Amylase는 1% soluble starch를 사용하여 40°C에서 3분간 반응시켰고, invertase와 cellulase는 1% sucrose와 0.5% CMC를 각각 사용하여 40°C에서 30분간 반응시킨 후 DNS 방법으로 반응액의 glucose양을 측정하여 활성을 측정하였다(Colowick *et al.*, 1995). 또한, 버섯 발효액의 발효기간에 따른 생균수의 변화를 식품공전(Korea Food Codex, 2000)의 미생물 시험법에 준하여 조사하였다.

항산화활성과 총페놀화합물 함량

버섯 발효액에 동량의 에탄올을 가하여 원심분리 한 후 그 상정액을 분석용 시료로 사용하였다. 항산화활성은 DPPH의 환원력을 이용하는 Blois의 방법(Blois *et al.*, 1958)으로 측정하였으며 시료 1 ml가 1분 동안에 517 nm에서의 흡광도 값을 0.01 감소시키는 것을 1 unit으로 나타내었다. 총페놀화합물 함량은 표준용액으로 caffeic acid를 사용하여 Folin-Denis Colorimetric method(A.O.A.C., 1980)로 측정하였다.

Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase 저해활성은 성과 조(1992)의 방법에 따라 측정하였다. 시료용액을 증류수로 8배 희석한 후 원심분리하여 얻은 상정액 0.5 ml에 5 mM L-DOPA 0.2 ml, 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 6.0) 0.2 ml를 혼합한 후 tyrosinase 1 unit를 첨가하여 35°C에서 2분간 반응시킨 다음 475 nm에서 흡광도를 측정하여 시료액 무첨가구와 비교하였다.

SOD 유사활성

SOD 유사활성은 Marklund 등의 방법(1974)에 따라 시

료액 20 ml에 55 mM Tris-cacodylic acid buffer(TCB, pH 8.2)를 가하여 균질화하고 원심분리하여 얻은 상침액을 pH 8.2로 조정 후 TCB를 사용하여 50 ml로 정용하여 시료액으로 사용하였다. 시료액 950 μ l에 50 μ l의 24 mM pyrogallol을 첨가하여 420 nm에서 초기 2분간의 흡광도 증가율을 측정하여 시료액 무첨가 대조구와 비교하여 활성을 계산하였다.

관능적 특성

버섯 발효액의 발효기간에 따른 향미 변화는 (주)KT&G 중앙연구원의 관능평가 요원 중 숙달된 5명을 선발하여 QDA 방법(Moskowitz *et al.*, 1988; Kim *et al.*, 2003)으로 평가하였다. 발효기간별 버섯 발효액에 대하여 향과 맛에 대한 묘사를 하게 하고, 공통적으로 묘사된 특성에 대하여 0~9의 강도를 표시하게 한 후 그 강도의 평균값을 다각형 그림으로 나타내었다. 전체적인 기호도는 발효기간별로 제조된 버섯추출물 발효액의 향과 맛, 색택 등의 여러 가지 관능특성을 종합하여 1~9의 점수로 나타내게 하였고, 분산분석과 Duncan의 다범위검정을 행하여 시료간의 유의성을 검정하였다(Kim *et al.*, 2003).

결과 및 고찰

버섯 발효액의 물리화학적 특성

버섯 발효액을 20°C에서 6개월간 발효시키면서 발효기간의 경과에 따른 물리화학적 특성의 변화를 조사한 결과 pH와 당도(°Bx)는 발효기간이 경과함에 따라 약간 낮아졌고 버섯 발효액의 점도는 발효 3개월까지는 급격히 낮아졌으나 6개월에서는 조금 증가하는 경향이였다(Table 1). 이와 같은 발효 초기 점도 저하는 발효 초기에는 발효액 중의 당과 일부 고분자 물질들이 자체 효소 등에 의하여 분해되고 또한 삼투압에 의한 수분 유출로 발효액이 희석되기 때문인 것으로 보이고 발효 3개월 이후에서는 수분

Table 1. Changes of physiochemical properties in the mushrooms fermented broth during fermentation

Mushrooms	Fermentation periods (Months)	pH	°Bx	Viscosity (cps)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0	6.05	64.0	126
	3	5.44	60.0	20
	6	5.10	60.0	20
<i>Lentinula edodes</i>	0	6.31	63.0	148
	3	5.70	60.0	68
	6	5.28	59.0	92
<i>Flammulina velutipes</i>	0	6.56	64.0	195
	3	6.89	62.0	64
	6	6.30	61.4	80

*Mushrooms were crushed and adjusted with black sugar to 40% water content, and then fermented for 6 months at 20°C±2°C.

Table 2. Change of color in the mushrooms fermented broth during fermentation

Mushrooms	Fermentation periods (Months)	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0	80.53	81.63	82.30
	3	1.51	2.16	2.63
	6	40.93	42.62	43.47
<i>Lentinula edodes</i>	0	81.36	82.43	83.14
	3	1.67	1.56	1.47
	6	47.83	43.55	41.11
<i>Flammulina velutipes</i>	0	82.09	80.85	78.36
	3	1.82	2.93	3.87
	6	46.48	47.54	46.74

Table 3. Changes of free sugar contents in the mushrooms fermented broth during fermentation (Unit : % w/v)

Mushrooms	Fermentation periods (Months)	Glucose	Fructose
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0	30.5	32.8
	3	26.3	29.1
	6	20.9	24.9
<i>Lentinula edodes</i>	0	29.4	26.0
	3	24.4	23.0
	6	23.6	22.9
<i>Flammulina velutipes</i>	0	29.1	25.9
	3	26.3	25.1
	6	22.0	20.1

의 유출량이 적어지고 발효액 중의 성분간의 상호작용으로 저분자 물질들의 분자량이 커짐으로써 다시 점도가 높아지는 것으로 추정된다. 한편, 색도는 Table 2와 같이 명도를 나타내는 L값은 발효 3개월에 급격히 낮아진 후 다시 상승하는 경향을 보였고 a값과 b값도 같은 변화양상을 보였다. 이는 위의 점도에서와 같이 초기 고농도 설탕에 의한 탈수시 색소류들이 용출되어나와 수분과 희석되므로 낮아지고 다시 탈수량이 적어지고 발효가 진행되므로 높아지는 것으로 추정된다. 또한, 발효기간에 따른 버섯 발효액의 당 함량 변화를 HPLC로 조사한 결과 glucose와 fructose 함량 모두 발효가 진행됨에 따라 대체로 약간 감소하는 경향이었고 본 버섯 발효액이 설탕을 첨가하여 제조하였으므로 다른 발효액보다 당 함량이 매우 높을 것으로 생각된다(Table 3).

관능적 특성

버섯 중 비교적 향미가 강한 표고버섯 발효액을 선정하여 발효기간에 따른 향미 변화를 조사하였다. Fig. 1과 같이 발효기간이 증가함에 따라 3개월 발효시킬 때는 모든 향미가 발효전에 비하여 증가하였고, 발효 6개월에는 표고버섯 고유의 냄새와 맛은 많이 사라지고 설탕의 단 냄새

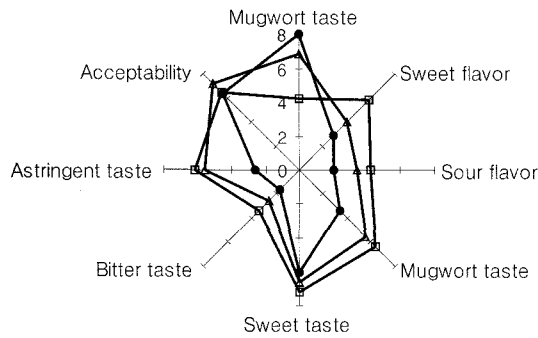


Fig. 1. The QDA (quantitative descriptive analysis) profiles for tastes and flavors of the *Lentinula edodes* fermentation broth (●; Control, ▲; 3 month fermentation broth, ◻; 6 month fermentation broth).

새와 구수한 냄새가 모두 증가하였다. 따라서, 전체적인 기호도는 3개월 발효시킨 것이 가장 좋은 것으로 나타났다. 이 결과를 분산 분석하였을 때 F값이 1.39로 5% 수준에서 유의성이 인정되지 않아 전체적인 기호도에서는 시료간에 통계적으로 유의적인 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

효소활성 및 생균수

일반적으로 식물 발효액이 건강식품으로 중요한 것은 이들이 여러 가지 효소들을 함유하고 있다는데 있다 (Korea Food Codex, 2000). 특히 버섯은 섬유소와 당류를 많이 함유하고 있으므로 이들을 분해하는 효소들의 활성이 높을 것으로 추정되어 버섯 발효액을 대상으로 이들의 활성을 측정하였다. 즉 발효기간에 따른 버섯 발효액의 이들 효소활성의 변화로 α-amylase활성은 발효 1개월에서 급격히 높아진 후 일정하거나 다소 줄어들었다(Table 4). 특히 느타리버섯 1개월 발효액에서는 145 unit의 가장 높은 활성을 보였다. 또한 invertase 활성은 느타리버섯 발효액에서 30~50 unit의 활성을 보였을 뿐이고 cellulase 활성은 모든 버섯 발효액에서 없었다. 이는 첨가된 설탕

Table 4. Changes of enzyme activities in the mushrooms fermented broth during fermentation

Mushrooms	Fermentation periods (Months)	α-Amylase activity (Units)	Invertase activity (Units)	Cellulase activity (Units)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0	30	20	—
	1	145	10	—
	3	70	—	—
	6	—	—	—
<i>Lentinula edodes</i>	0	10	—	—
	1	55	—	—
	3	60	—	—
	6	60	—	—
<i>Flammulina velutipes</i>	0	30	30	—
	1	60	50	—
	3	65	40	—
	6	60	40	—

*1 Unit defines the amounts of enzyme that require in the releases of 1 μg of glucose/min/ml of fermentation broth from each substrate.

** —: not detected.

에 의한 삼투압의 증가로 효소의 생성 또는 그의 활성이 저해되었기 때문으로 생각된다. 한편, 버섯 발효액의 세균과 효모 및 곰팡이들의 생균수 변화를 조사한 결과 느타리버섯과 표고버섯 발효액의 경우는 발효 2개월까지 생균수가 10⁴~10⁵ CFU/ml이었으나 그 이후 10² CFU/ml로 급격히 감소하는 경향을 보였다(Table 5). 그러나 팽이버섯 발효액의 경우는 발효 6개월까지 10³~10⁴ CFU/ml로 거의 변화가 없었다. 또한, 본 버섯 발효액이 비교적 고농도의 설탕을 함유하고 있으므로 내당성 효모로 추정되는 균들이 대부분이었고, 일부 곰팡이들도 확인되었다.

총 페놀화합물 함량과 항산화활성

버섯 발효액의 발효기간에 따른 총 페놀화합물 함량의 변화를 조사한 결과 Table 6과 같이 발효 1개월에 약간 높아진 후 큰 변화가 없었고 대체로 팽이버섯의 발효액이 다른 두 버섯 발효액보다 약 0.1% 정도 페놀화합물을 더

Table 5. Changes of viable cell counts in the mushrooms fermented broth during fermentation

Mushrooms	Viable cell counts (CFU/ml)/Fermentation periods (Months)							
	0	1	2	3	4	5	6	
<i>Pleurotus ostreatus</i>	28×10 ⁵	30×10 ⁴	68×10 ⁴	20×10 ³	20×10 ²	12×10 ²	10×10 ²	
<i>Lentinula edodes</i>	12×10 ⁵	30×10 ⁴	16×10 ⁵	40×10 ²	4.0×10 ²	4.0×10 ²	1.0×10 ²	
<i>Flammulina velutipes</i>	30×10 ⁴	10×10 ⁴	90×10 ³	90×10 ³	16×10 ⁴	12×10 ⁴	50×10 ³	

Table 6. Changes of content of total phenolic compounds in the mushrooms fermented broth during fermentation

Mushrooms	Content of total phenolic compounds (% w/v)/Fermentation periods (Months)							
	0	1	2	3	4	5	6	
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0.14	0.20	0.20	0.22	0.22	0.20	0.19	
<i>Lentinula edodes</i>	0.18	0.23	0.23	0.25	0.24	0.23	0.22	
<i>Flammulina velutipes</i>	0.28	0.33	0.31	0.33	0.31	0.31	0.31	

Table 7. Changes of antioxidant activities in the mushrooms fermented broth during fermentation

Mushrooms	Electron donating ability (units)/Fermentation periods (Months)						
	0	1	2	3	4	5	6
<i>Pleurotus ostreatus</i>	279	551	680	733	972	832	734
<i>Lentinula edodes</i>	706	835	742	971	1306	1174	1053
<i>Flammulina velutipes</i>	1264	1000	915	1324	1630	1542	1465

*1 Unit : decrease 0.01 of absorbance/min/ml at 517 nm.

많이 함유하고 있었다. 이는 발효 1개월에 버섯에 함유되어 있는 페놀 성분들이 삼투압에 의한 탈수시 대부분 유출되기 때문인 것으로 추정된다. 또한 이러한 버섯 발효액의 총 페놀화합물 함량은 썩이나 감잎의 총 페놀함량(3.8%, 1.1%)(Lee *et al.*, 1994) 보다 약 10% 정도 낮은 함량이었다. 항산화활성은 발효기간이 경과함에 따라 발효 4개월까지는 증가하는 경향이었으나 발효 5~6개월에서는 다소 감소하는 것으로 나타났다(Table 7). Kang 등(1995)은 페놀 화합물들의 환원력이 클수록 전자공여능이 높다고 하였는데 본 실험에서도 총페놀함량이 높은 팽이버섯 발효액에서 항산화활성이 높은 결과로 미루어 이들이 서로 깊은 연관이 있음을 알 수 있었다.

Tyrosinase 저해활성과 SOD 유사활성

Tyrosinase는 피부의 표피기저층에 존재하는 멜라노사이트에서 tyrosine을 산화시켜서 멜라닌의 생성을 촉진시키는 효소이다. 따라서, 이러한 tyrosinase의 활성을 저해하여 미백효과를 나타내는 물질을 천연물에서 찾는 연구가 활발히 진행되어(Lee *et al.*, 1994; Okano *et al.*, 1997) 지금까지 천궁, 당귀, 방풍, 독활, 강황, 감초, 시호, 산겨울, 박태기나무, 고삼, 굴피나무, 강황, 목단피 등에서 tyrosinase의 저해활성이 있는 것으로 보고되었다(Lee *et al.*, 1994). 버섯 발효액들의 tyrosinase 저해활성을 측정 한 결과 Table 8에서와 같이 버섯 발효액 모두에서 비교적 높은 tyrosinase 저해활성을 보였고, 특히 팽이버섯 발효액이 다른 두 버섯의 발효액보다 약 15~20% 높았다.

또한 발효기간이 경과함에 따라 이들 활성에는 큰 차이를 나타내지 않았다. 한편, 인체내에서 산화방지와 노화억제에 밀접한 관련이 있는 SOD(superoxide dismutase) 유사활성을 측정 한 결과 tyrosinase 저해 활성에서 같이 팽이버섯 발효액에서 대체로 높은 활성을 나타내었고, 발효기간에 따라서는 큰 변화가 없었다(Table 9). 김 등(2001)은 팽이버섯의 열수 추출물은 SOD 유사활성이 적었다고 보고한 바 있다.

적 요

설탕을 이용한 고부가가치의 버섯 발효식품 제조시 최적 발효기간을 설정하기 위하여 발효기간의 경과에 따른 버섯 발효액의 품질특성과 효소활성 및 생리기능성의 변화를 조사하였다. 점도와 색상을 나타내는 L값, a값, b값 모두 3개월까지 급격히 감소한 후 증가하는 경향이였다. 관능특성은 발효기간이 증가함에 따라 고유의 냄새와 맛은 감소하고, 다른 맛과 냄새는 증가하는 경향이였으며, 전체적인 기호도는 발효 3개월 버섯 발효액이 제일 좋은 것으로 평가되었다. 버섯 발효액 중의 α -amylase 활성은 발효 1개월까지 급격히 증가하였고, invertase와 cellulase는 대부분 활성이 낮거나 없었다. 항산화활성은 발효 4개월에 가장 높았고 그 이후에는 약간 감소하는 경향이였으며 tyrosinase 저해활성은 모든 시료에서 높은 활성을 나타내었고, 발효기간의 경과에 따라 변화가 없었다. SOD 유사활성은 팽이버섯 발효액에서 비교적 높은 활성을 나

Table 8. Changes of tyrosinase inhibitory activities in the mushrooms fermented broth during fermentation

Mushrooms	Tyrosinase inhibitory activity (%)/Fermentation periods (Months)						
	0	1	2	3	4	5	6
<i>Pleurotus ostreatus</i>	71.9	71.5	75.2	78.3	72.9	70.0	68.8
<i>Lentinula edodes</i>	73.8	78.6	72.6	69.5	68.4	67.5	65.2
<i>Flammulina velutipes</i>	91.2	93.4	92.8	92.4	91.0	91.8	90.2

Table 9. Changes of SOD-like activities in the mushrooms fermented broth during fermentation

Mushrooms	SOD-like activity (%)/Fermentation periods (Months)						
	0	1	2	3	4	5	6
<i>Pleurotus ostreatus</i>	2.2	2.8	53.2	3.2	3.0	2.8	2.7
<i>Lentinula edodes</i>	5.4	5.8	5.2	5.2	5.4	5.6	5.2
<i>Flammulina velutipes</i>	21.9	23.4	24.6	23.5	24.4	23.2	23.0

타내었으며, 발효기간에 따라서는 큰 변화가 없었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 설당을 이용한 버섯 발효액 제품 생산시 최적 발효기간은 3-4개월 정도가 적합할 것으로 판단된다.

참고문헌

- A.O.A.C. 1980. Official Methods of analysis, 8th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **26**: 1199-2000.
- Colowick, S. P. and Kaplan, N. O. 1995. Methods in Enzymology vol. 1, Pp 149, Academic Press Inc., New York.
- Erkel, G. and Anke, T. 1992. Antibiotics from basidiomycetes XLI, Clavicornic acid, a novel inhibitor of reverse transcriptase from *Clavicornia pyxidate*. *J. Antibiotics* **45**: 29-37.
- Jung, S. S., Lee, N. K., Kim, S. J. and Han, D. S. 1995. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**: 891-896.
- Kabir, Y., Kimura, S. and Tamura, T. 1998. Dietary effect of *Ganoderma lucidum*: Mushroom on blood pressure and lipid levels in spontaneously hypertensive rats (SHR). *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **34**: 433-438.
- Kang, Y. H., Park, Y. K. and Lee, G. D. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 232-239.
- 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**: 978-984.
- Kiho, T., Hui, J., Yamane, A. and Ukai, S. 1993. Polysaccharides in fungi. XXXII. Hypoglycemic activity and chemical properties of a polysaccharide from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis*. *Biol. Pharm. bull.* **16**: 1291-1293
- Kim, M. H., Kim, M. C., Park, J. S., Park, E. J. and Lee, J. O. 1999. Determination of antioxidants contents in various plants used as tea materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**: 273-279.
- Kim, N. M., Do, J. H., Lee, J. W. and Yang, J. W. 2001. Annual reports of Korea Ginseng and Tobacco. Res. Inst.
- Kim, S. M., Cho, Y. S. and Sung, S. K. 2001. The antioxidant ability and nitrate scavenging ability of plant extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**: 26-632.
- Korea Food Codex. 2000. Food and drug administration. Pp 94-104, Seoul.
- Lee, J. H. and Lee, S. R. 1994. Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**: 310-316.
- Lee, K. T., Kim, J. H., Heo, M. Y. and Kim, H. P. 1997. Inhibitory activities of tyrosinase and DOPA auto-oxidation. *Int. J. Cosmetic Sci.* **19**: 291-298.
- Marklund, S. and Marklund, G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* **47**: 469-474.
- Mizuno, T., Kinoshit, T., Zhung, C., Ito, H. and Mayuzumi, Y. 1995. Antitumor-activity heteroglycans from nioshimeji, *Tricholoma giganteum* **59**: 563-567.
- Moskowitz, H. 1988. Applied sensory analysis of food (vol. I). Pp 43-71 CRC press, Florida.
- Muller, W. E. G., B. E. Weiler, R. Charubala, W. and Schroder, H. C. 1990. Cordycepin analogues of 2'5'-oligoadenylate inhibitor human immunodeficiency virus infection via inhibition of reverse transcriptase. *Biochem.* **30**: 2027-2033.
- Okano, Y. 1997. Evaluation of plant extracts as active agent for skin whitening. *Fragrance Journal* **25**: 56-62.
- Sung, C. K. and Cho, S. H. 1992. Studies on the purification and characteristics of tyrosinase from *Diospyros kaki Thunb.* *Korean Biochem.* **5**: 79-87.
- Yang, H. C., Song, C. H. and Kweon, M. H. 1996. Mycelial new material, food functional technology. Pp 187-189, Hanlim, Seoul.