

Effect of Rice Fermented using *Poria cocos* (a Wood-decay Fungus) Mycelium on Fermentation of *Doenjang* (Soybean Paste)

O-Jun Kwon¹, Mi-Ae Kim¹, Taewan Kim², Dae-Gon Kim³,
Dong-Hwa Son³ and Seon-Ho Lee^{4*}

¹Gyeongbuk Regional Innovation Agency, Gyeongsan 712-710, Korea

²Department of Food Science and Biotechnology, Andong National University, Andong 760-749, Korea

³Faculty of Hotel Cuisine, Daegu Polytechnic College, Daegu 706-711, Korea

⁴Institute of Marine Biotechnology, Andong National University, Andong 760-749, Korea

복령(*Poria cocos*) 균사체 발효쌀의 첨가가 된장의 품질에 미치는 영향

권오준¹ · 김미애¹ · 김태완² · 김대곤³ · 손동화³ · 이선호^{4*}

¹경북전략산업기획단, ²안동대학교 식품생명공학과,

³대구산업정보대학 호텔외식조리계열, ⁴안동대학교 해양바이오산업연구소

Abstract

We investigated changes in *doenjang* quality upon addition of rice fermented with *Poria cocos* mycelium. Sensory evaluation showed that rice addition to 15% (w/w) was optimal. The content of free amino acids was 1,899.17 mg% in *doenjang* fermented for 90 days with *P. cocos* mycelium. The rice contained seven essential amino acids: leucine, valine, phenylalanine, isoleucine, lysine, threonine, and methionine. The levels of essential amino acids increased after fermentation with *P. cocos* mycelium. Vitamin A (7.47 RE/100 g), Vitamin D (0.45 mg/100 g), and Vitamin E (5.73 mg/100 g) were detected in the experimental preparation but not in the control. In terms of electron-donating ability, the highest scores were 73.8% (in a water extract) and 76% (in an ethanolic extract) of *doenjang* fermented with *P. cocos* mycelium. Nitrite-scavenging ability was higher in the ethanolic extract than in the water extract of rice fermented with *P. cocos* mycelium.

Key words : *Poria cocos*, mycelium, *doenjang*

서 론

전통적으로 우리민족은 채식을 위주로 식생활을 영위해 왔으며, 대두는 신체 활동을 유지하는 데 필요한 단백질을 공급하는 식재료의 하나로서 매우 중요한 역할을 하여 왔다. 이에 따라 다양한 대두 가공방법이 발달되었으며, 그 중 대두의 발효 식품인 간장, 청국장, 된장 등은 우리 민족만이 가진 독특한 식품 형태로 전해지고 있다. 된장은 소금에 의한 짠맛, 당화작용에 의한 단맛, 단백질에서 유래된 아미노산의 감칠 맛, 그리고 알코올, 유기산 등에 의한 향기와 맛이 잘 조화된 이상적인 조미료이다(1). 된장의 맛과 향은 된장을 제조할 때 사용하는 원료의 종류나 제조하는 방법,

또는 발효에 관여하는 미생물의 양상에 따라 다양하게 변하며(2), 독특한 향과 맛은 복합적으로 작용하여 소비자의 식욕을 증진시키는 역할을 한다. 기호적인 측면에서 뿐만 아니라 건강기능적인 측면에서도 된장은 매우 우수한 식품이며, 돌연변이 억제 효과(3), 항암효과(4), 항산화 효과(5) 등이 알려져 있다. 최근에는 된장의 기능성을 밝히거나 증대시키려는 연구 및 된장에 부재료를 첨가함으로써 된장의 기능성과 가치를 증진시키려는 연구들도 다양하게 행해지고 있다(4,6).

버섯은 특유의 향과 맛을 가지고 있으며, 다양한 영양소가 함유되어 있어 식품학적으로 우수한 가치를 지닌다. 건강을 관리하고 신체의 영양 균형을 유지하고자 하는 현대인들의 관심이 높아지면서 자연 그대로의 식품이나 무공해 식품 또는 저칼로리의 식품이 인기를 얻고 있다. 이로 인한

*Corresponding author. E-mail : lotte@daum.net,
Phone : 82-54-820-6157, Fax : 82-54-820-6264

여 버섯에 대한 수요가 증가하고 있으며 버섯에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다(6). 복령(*Poria cocos* Wolf)은 구멍장이버섯과에 속하는 버섯의 일종으로 소나무의 뿌리에 기생하며, 이노, 진정, 심신수축 강화작용 등이 있으며(7), 항암, 항종양, 항구토, 항염증 기능도 알려져 있다. 복령 균사체에서 분리한 U-pachymaran(8), pachymaran, carboxymethyl pachymaran 등(9)은 항암 효과가 있으며, (1,3)-(1,6)-β-D-glucan은 강한 항종양성이 있다고 하였다(10). 또한 복령(*Poria cocos*) 중의 triterpene 성분은 항구토, 항염증, 항피부암에 효과가 있다고 보고된 바 있다(11).

된장을 제조할 때 복령을 첨가한다면 된장 고유의 기능성에 복령의 기능성을 더할 수 있어 된장의 건강기능성이 더욱 증진되리라 예상된다. 그러나 된장을 제조할 때 복령을 직접 첨가하는 것은 경제적인 측면에서 부담이 크다. 반면 복령 균사체를 첨가하는 것은 경제성이 뛰어나며, 복령 균사체가 지니는 유효한 성분들을 함유한 된장을 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 복령 균사체를 이용하여 기능성이 강화된 된장을 제조하기 위한 기초자료를 얻기 위해서 복령 균사체를 배양한 쌀과 일반 메주를 이용하여 된장을 제조하고 품질 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 균주는 경상북도 영천에서 채취한 복령 버섯을 재료로 하여 배양한 뒤 자체 분리하여 사용하였으며, 쌀은 2006년산 일품미, 콩은 2006년산 은하콩으로 경북 영천시에서 구입하여 사용하였다. 복령 균사체 배양을 위한 배지 조성은 peptone 0.5 g, yeast extract 3 g, malt extract 3 g, soluble starch 20 g, pyridoxin 0.01 g 및 agar 15 g을 증류수 1 L에 용해하여 사용하였다.

균사체 발효쌀 제조

균사체 발효 쌀의 제조는 쌀에 1.3배 가량의 증류수를 첨가해 20 분간 수침한 다음 121°C에서 20 분간 멸균하여 냉각한 후 복령 버섯에서 자체 분리한 균사체 중 가장 우수한 균주를 전 배양하여 증자한 쌀에 0.1% (v/w) 접종하여 25°C에서 7 일간 배양시켜 제조하였다(12).

복령(*Poria cocos*) 균사체 발효 쌀 된장 제조

복령 균사체 발효 쌀 된장은 Fig. 1과 같은 방법으로 제조하였다. 즉, 복령 균사체 발효 쌀을 제조한 후 복령 균사체 발효 쌀 된장을 제조하기 위하여 일반메주에 복령 균사체 발효 쌀을 각각 5%, 10%, 15%, 20% (w/w)의 비율로 첨가한 뒤 자연 발효시켜 제조하였다. 이때 소금은 순도 99.9%의

정제염을 사용하였다.

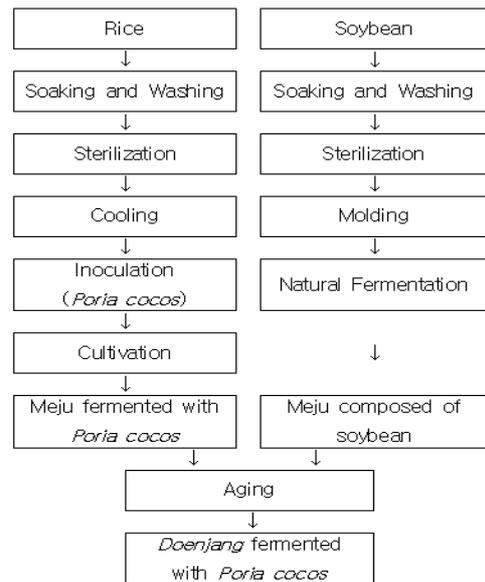


Fig. 1. Protocol for the preparation of *doenjang* fermented with *Poria cocos* mycelium.

무기질 함량

균사체 발효 쌀의 무기질 중 인의 함량은 AOAC 방법(13)에 의하여 정량하였으며, 칼슘, 마그네슘, 구리, 철, 아연, 나트륨 및 칼륨은 원자흡광도(14)로 정량하였다.

아미노산 정량

필수아미노산 및 유리아미노산의 분석은 건조 균사체 발효 쌀 0.5 g을 50 mL의 0.1 N HCl로 추출하여 여과한 다음, 여액 10 mL를 Sep-pak C18 cartridge로 전처리하여 아미노산 분석용 lithium citrate buffer로 13배 희석한 다음 0.45 μm membrane filter로 여과하고 아미노산 자동분석기 (Bio chrom 20 amino acid analyzer, USA)로 정량하였다(15).

수분, 조지방 및 식염 분석

복령 균사체 발효 쌀 된장의 수분, 조지방 및 식염 분석은 AOAC 방법(13)에 의하여 분석하였으며, 수분은 105°C 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법에 따라 분석하였다. 식염은 복령 균사체 발효 쌀 된장 5 g을 증류수 50 mL로 희석한 후 2% (w/w) K₂CrO₄를 지시약으로 하여 0.01 N AgNO₃로 적정하여 그 함량을 계산하였다.

질소성분 분석

질소 성분의 분석은 AOAC 방법(13)에 의하여 정량하였으며 조단백질 함량은 Kjeldahl 방법에 준하였으며, 총 질소는 분해 장치 (Digestion system 1007 Digester, Tecator, Sweden)에 시료 약 2 g을 취하여 진한 황산용액 25 mL로 분해시키고 증류장치 (Kjeltec system 1026 Distilling Unit,

Tecator, Sweden)를 사용하여 과량의 포화 NaOH 용액을 가하여 NH_3 를 5% (w/w) boric acid가 들어 있는 수기에 받아 생성된 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3$ 를 0.1 N HCl로 적정하여 총 질소 함량을 계산하였다.

Trichloro acetic acid(TCA) 가용성 질소 측정

가용성 질소 함량 측정은 AOAC 방법(13)을 참고로 다음과 같이 24% (w/w) trichloro acetic acid 10 mL와 시료 10 mL를 혼합한 후 실온에서 30 분간 방치하고 원심분리기로 6,760 g에서 30 분간 원심 분리하여 상정액을 얻었다. 이 상정액을 총 질소 실험방법과 동일하게 실험하여 TCA 가용성 질소함량을 측정하였다.

비타민 A, D 및 E 함량 분석

복령 균사체 발효 쌀 된장의 비타민 A, D 및 E 함량 분석(13)은 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 먼저 시료를 균질화(5,000 rpm, 1 min)시킨 다음 정확히 10 g을 250 mL 환류용 플라스크에 취해 40 mL의 ethanol과 50% (w/w) potassium hydroxide 용액 10 mL, 항산화제인 hydroquinone 100 mg, 그리고 sodium sulphide 12 g을 증류수에 녹여 100 mL로 조제한 sodium sulphide 용액 2 mL를 혼합하여 환류장에서 90°C 조건하에 25분간 검화시켰다. 검화가 끝난 후 약 40°C로 냉각시킨 후 500 mL 분액 여두(separation funnel)로 옮겼다. 이때 약 50 mL의 증류수로 환류용 플라스크에 남아있는 검화 용액을 씻어내고 검화된 용액이 들어 있는 500 mL 분액 여두에 120 mL의 diethyl ether를 넣고 수평교반기(Horizontal Shaker)에서 180 rpm으로 20 분간 추출하였다. 1차 추출이 끝난 후 두 번째 분액 여두로 검화 용액을 옮겨 2차 추출을 실시한 다음 추출이 끝난 후 1차와 2차 추출된 ether를 합쳐서 <50 mL 10% (w/w) NaCl 용액 → 50 mL 증류수 → 50 mL 10% (v/v) ethanol 용액 → 50 mL 증류수>로서 순차적으로 ether 용액을 세척하였다. 그 다음 ether층을 250 mL 정량 플라스크에 옮기고 산화방지제 BHT 100 mg을 넣은 다음 다시 ether로 표시선까지 정확히 맞추어 250 mL ether 용액 중 50 mL을 정확히 취하여 질소 가스하에서 진공 증발시킨 다음 5 mL의 methanol에 녹여 필터(Acrodise LC13 PVDF, Gelman Sci. USA)를 이용하여 여과한 후 HPLC에 주입하였다. Peak의 확인 및 HPLC 분석 작업은 T_R (retention time)의 비교 및 chromatography, 특정 용매에서의 spectrum 관찰 등의 방법으로 peak를 확인하였으며, HPLC의 표준화 작업으로 반복측정 정확도 시험, 회수율 시험을 실시하였다. Chromatographic 이동상은 acetonitrile (AcCN), dichloromethane (DCM), methanol (MeOH)을 70 : 20 : 10의 비율로 혼합하여 사용하였으며, 모든 시약 및 시료는 0.45 μm membrane filter로 여과한 다음 column에 주입하여 측정하였다.

전자공여능 측정

전자공여능의 측정(16)은 각 시료 2 mL에 2×10^{-4} M DPPH 1.0 mL를 넣고 vortex 한 후 30 분 동안 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 $100 - [(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) \times 200]$ 으로 나타내었다.

아질산염 소거작용 측정

아질산염 소거작용 측정(17)은 1 mM NaNO_2 용액 2 mL에 각 시료 1 mL를 가하고 0.1 N HCl (pH 1.2), 0.2 M 구연산 완충액(pH 3.0, pH 6.0)으로 각각 pH 1.2, 3.0, 6.0으로 보정한 다음 반응 용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응 시킨 후 각 반응액 1 mL를 취하여 2% (v/v) 초산용액 2 mL와 30% (v/v) 초산용액으로 용해한 griess reagent 0.4 mL를 가한 후 vortex하여 실온에서 15분간 방치 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 griess reagent 대신 증류수를 가하여 측정하였으며, 아질산염 소거능은 $100 - [(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) \times 100]$ 으로 나타내었다.

관능검사

복령(*Poria cocos*) 균사체 발효 쌀 된장의 맛을 평가하기 위해서 Iwasaki 등(18)의 방법을 참고하여 주부들을 대상으로 관능검사요원 10 명을 1차 선발한 뒤, 맛의 정답비율이 낮은 5 명을 제외한 후 최종적으로 5명을 선발하여 7 점 기호법으로 각 시료의 맛을 채점하였다. 평가 항목은 색, 향기, 구수한 맛, 짠맛, 단맛, 신맛 및 종합적 기호도로 나누고, 그 기준은 대단히 뛰어나면 7 점, 뛰어나면 6 점, 약간 뛰어나면 5 점, 보통이면 4 점, 약간 떨어지면 3 점, 떨어지면 2 점, 대단히 떨어지면 1 점으로 하였으며, 채점 평균을 각 시료의 관능검사 점수로 하였다.

통계처리

통계처리는 각각의 시료에 대해 평균 \pm 표준오차로 나타내었으며, 각 군에 따른 유의차 검증은 분산분석을 한 후 Duncan's multiple range test에 따라 분석하였다(19).

결과 및 고찰

복령(*Poria cocos*) 균사체의 최적 배양조건

분리 확보한 복령 균사체들은 최적 배양조건을 조사한 결과는 Fig. 2에서 나타내었다. 각 균사체간에는 관능적 또는 기능적으로는 유의미한 차이가 없어(data not shown) 성장능이 가장 우수한 SDH-0215 균주를 복령균사체 발효 쌀 제조용으로 선정하였다. 복령 균사체 SDH-0215의 온도에 따른 성장조건을 살펴본 결과는 Fig. 3에서와 같이 25°C

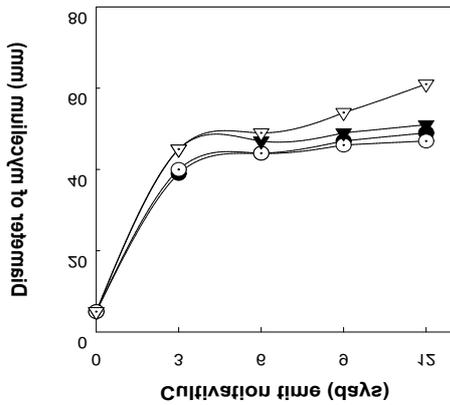


Fig. 2. Effect of cultivation time on the growth of *Poria cocos* mycelium SDH-0215, SDH-0726, SDH-1206 and SDH-8680.

▽, SDH-0215; ▼, SDH-0726; ○, SDH-1206; ●, SDH-8680

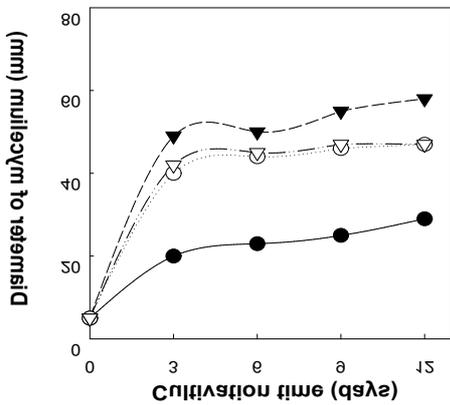


Fig. 3. Effect of growth on the cultivation temperature of *Poria cocos* mycelium SDH-0215.

▽, 20°C; ▼, 25°C; ○, 30°C; ●, 35°C

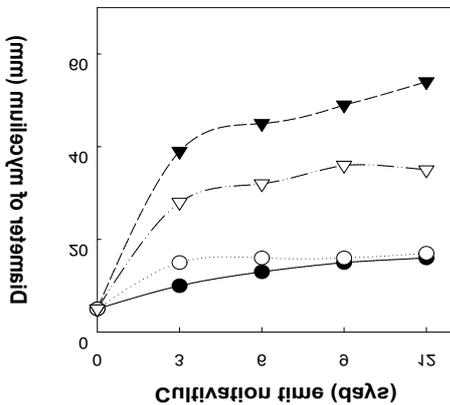


Fig. 4. Effect of growth on the relative humidity of *Poria cocos* mycelium SDH-0215.

▽, 70%; ▼, 80%; ○, 90%; ●, 100%

에서 배양하는 것이 가장 우수한 것으로 확인되었으며, 이 같은 결과는 Kim 등(12)이 복령쌀 제조시 25°C에서 배양하였다고 한 보고와 일치하는 결과였다. 습도에 따른 성장조건을 살펴본 결과는 Fig. 4에서와 같이 80%에서 배양하는 것이 균 성장에 가장 유리한 것으로 확인되었다.

무기질 함량

실험에 사용한 원료 쌀과 복령 균사체 발효 쌀의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 원료 쌀의 무기질 함량은 P가 229 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며, 다음으로 K (67.4 mg%), Mg (33.7 mg%), Ca (23.8 mg%), Fe (0.91 mg%) 순으로 분석되어 Kim 등(20)이 국산 쌀의 무기질 함량을 분석한 결과와 유사한 결과였다. 복령(*Poria cocos*) 균사체 발효 쌀의 무기질 함량은 P가 170.08 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며, 그 다음으로 K (740.22 mg%), Mg (338.5 mg%), Ca (30.18 mg%), Fe (0.46 mg%) 순으로 많았다. 즉 원료 쌀과 비교해 복령 균사체 발효 쌀의 무기질 함량은 P는 감소하는 경향을 보였으며 K, Mg 및 Ca는 증가하는 경향을 보였다. Kwon 등(9)에 의하면 복령의 무기질 함량은 자연산과 재배산 그리고 재배 기간에 따라 다양한 성분의 변화를 보였으며 13개월 재배한 복령의 무기질 함량은 K (64.47 mg%), Mg (16.72 mg%) 및 Ca (24.68 mg%)로 보고하였다. 본 결과에서 원료쌀과 복령균사체 발효쌀의 무기질 함량의 차이는 복령 균사체가 증가하면서, 균사체에 함유된 무기질의 함량이 복령 균사체 발효 쌀 전체의 무기질 함량에 영향을 미친 것으로 사료된다.

Table 1. Mineral contents of rice and *Poria cocos* mycelium rice (unit: mg)

Mineral content	P	Ca	Mg	Fe	K
NR	229±13.15	23.8±0.15	33.7±1.25	0.91±0.02	67.4±4.12
PCMR	170.08±10.15	30.18±2.04	338.5±25.15	0.46±0.01	740.22±32.91

NR, Normal rice; PCMR, *Poria cocos* mycelium rice. Values are means of 3 replicates.

필수아미노산 및 유리아미노산 함량

일반 쌀과 복령 균사체 발효 쌀의 필수아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 일반 쌀의 필수아미노산은 총 7종이 분석되었으며, 함량별로 보면 leucine이 0.287%로 가장 많았으며, 다음으로 valine (0.179%), phenylalanine (0.153%), isoleucine (0.142%), lysin (0.112%), threonine (0.103%), methionine (0.046%) 순으로 많았다. 이는 Kim 등(20)이 우리나라 쌀의 아미노산 함량을 조사한 결과와 유사한 경향이였다. 복령 균사체 발효 쌀의 필수아미노산은 총 7종이 분석되었으며, 함량별로 보면 leucine이 0.696%로 가장 많았으며, 다음으로 valine (0.601%),

phenylalanine (0.514%), threonine (0.417%), isoleucine (0.401%), lysine (0.189%), methionine (0.178%) 순으로 많았다. 원료 쌀과 비교했을 때 복령 균사체 발효 쌀의 필수 아미노산은 증가하는 경향을 보였으며, 이는 복령 균사체를 구성하는 아미노산의 함량에 기인하는 것으로 생각된다. Kwon 등(9)에 의하면 복령의 아미노산은 시료에 따라 lysine (0.81~8.1 mg%), threonine (3.35~12.46 mg%), valine (3.4~10.57 mg%), methionine (2.82~3.82 mg%), isoleucine (1.4~6.26 mg%), leucine (3.63~12.18 mg%) 및 phenylalanine (2.53~10.07 mg%)의 함량을 보이고 있는데 이는 자연산 및 재배산 그리고 재배 기간에 따른 차이라고 하였다. 이상의 결과에서 원료 쌀과 비교했을 때 복령 균사체 발효 쌀의 필수아미노산 성분 함량은 증가하는 경향을 나타내어 영양적인 가치도 증가할 것임을 시사하였다.

Table 2. Essential amino acid content of rice and *Poria cocos* mycelium rice

Essential amino acid	(unit: %)	
	NR	PCMR
Lysine	0.112±0.02	0.189±0.03
Threonine	0.103±0.01	0.417±0.05
Valine	0.179±0.03	0.601±0.02
Methionine	0.046±0.00	0.178±0.01
Isoleucine	0.142±0.01	0.401±0.03
Leucine	0.287±0.02	0.696±0.05
Phenylalanine	0.153±0.03	0.514±0.03
Tryptophane	-	-

NR, Normal rice; PCMR, *Poria cocos* mycelium rice. Values are means of 3 replicates.

복령 균사체 발효 쌀 된장의 유리아미노산의 함량은 Table 3과 같다. 복령 균사체 발효 쌀 된장의 총 유리아미노산의 함량은 1899.17 mg%로 나타나 대조군을 사용된 된장의 총 유리아미노산 함량 1698.13 mg%보다 높게 나타났다. Kwon 등의 보고(9)에 의하면 복령의 총 아미노산 함량은 126.58~315.41 mg%이었으며, 본 실험에서는 복령 균사체 발효 쌀을 된장에 첨가했기 때문에 총 아미노산의 함량이 증가한 것으로 사료된다. 복령 균사체를 섞어 제조한 된장에서 leucine, tyrosine 및 serine 등의 유리아미노산은 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 국내산 쌀의 아미노산 함량은 leucine이 가장 높았으며(20), 복령 균사체의 경우 tyrosine의 함량이 가장 높았다고 보고한 결과(9)와도 관련이 있는 것으로 사료된다. 이와 같은 결과로 볼 때 복령 균사체 발효 쌀을 섞어 제조한 된장의 아미노산은 발효과정에서 원료 콩 뿐만 아니라, 원료 쌀과 균사체에서도 유래되며 복령 균사체를 첨가하여 된장을 제조하는 과정에서 아미노산 함량의 변화가 발생한 것으로 사료된다.

Table 3. The contents of free amino acid in *Poria cocos* mycelium rice Doenjang and soybean Doenjang

	(Unit : mg%)	
	PCMR ¹⁾ doenjang	Soybean doenjang
Aspartic acid	68.25±3.69	63.44±4.32
Threonine	75.72±2.35	77.12±3.10
Serine	99.67±6.97	64.74±5.21
Glutamic acid	323.17±7.34	321.19±6.08
Proline	77.70±5.85	95.95±2.92
Glycine	67.15±2.59	67.49±2.20
Alanine	121.28±6.65	118.36±5.45
Valine	120.73±5.03	115.46±4.12
Cystine	1.84±0.09	1.81±0.05
Methionine	34.25±1.94	32.05±3.71
Isoleucine	121.39±6.00	117.69±7.01
Leucine	228.42±8.38	176.06±3.83
Tyrosine	101.72±6.66	78.70±4.95
Phenylalanine	132.97±4.72	126.08±5.62
Lysine	123.62±8.31	132.57±6.13
Histidine	30.86±1.94	38.55±4.92
Arginine	70.45±7.69	70.87±6.05
Total Amino acid	1799.19±86.20	1698.13±75.67

¹⁾PCMR : *Poria cocos* mycelium rice. Values are means of 3 replicates.

관능검사

복령 균사체 발효 쌀 첨가량에 따른 된장의 관능적 검사를 7점 기호 척도법으로 조사한 결과는 Table 3과 같다. 이때 된장은 90일 발효된장을 사용하였다. 색과 향은 복령 균사체 10%, 15%, 20% 첨가구가 5% 첨가구와 비교했을 때 유의적으로 높은 점수를 얻었으며, 10%, 15%, 20% 실험 구간에는 유의적인 차이가 없었다. 맛과 전체적인 기호도에 있어 15%첨가구가 다른 실험구와 비교했을 때 유의적으로 높게 나타나 가장 우수한 것으로 확인되었다. 복령 균사체 발효 쌀을 10%와 20% 첨가한 된장은 맛과 종합적 기호도 모두에서 5% 첨가 된장과 비교하여 큰 차이가 없었으며, 5% 첨가된장은 모든 척도에서 유의적으로 낮은 점수를 얻었다. 따라서 복령 균사체 발효 쌀을 이용한 된장을 제조하기 위해서는 15%의 발효 쌀을 첨가하는 것이 가장 적합한 것으로 결정하였다.

이화학적 성분 분석

관능검사 결과에 따라 복령 균사체 발효 쌀 15%를 첨가한 된장 (이하 복령 균사체 발효 쌀 된장)의 이화학적 성분을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 복령 균사체 발효 쌀

된장의 수분함량은 63.08%이었으며 일반된장과 유사하였다. 조지방의 함량, 식염함량, 조단백질의 함량, TN의 함량 및 TCA가용성 질소함량은 복령 균사체 발효 쌀 된장이 일반된장에 비해 조금 높거나 별다른 차이가 없었다. Kwon 등(9)에 따르면 복령 중의 조단백질 함량은 1.80~2.50%, 조지방 함량은 0.68~1.23%이었으며, 최 등(21)은 백미의 조지방 함유량은 0.31~0.92%, 조단백질 함량은 87.6 mg/g으로 품종이나 지역에 따라 다르다고 하였다. 이상의 결과와 보고된 문헌 및 된장 제조시 사용된 균사체 발효 쌀의 첨가 비율을 고려했을 때 복령 균사체 발효 쌀이 전체 단백질 함량 및 지방함량에 미치는 영향을 미비하였을 것으로 생각된다.

Table 4. Sensory evaluation of *Doenjang* according to the content of rice fermented with *Poria cocos*

	The content of rice fermented with <i>Poria cocos</i> (%)			
	5	10	15	20
Color	2.7± 0.2 ^b	4.1± 0.7 ^a	4.3± 0.7 ^a	4.2± 0.3 ^a
Odor	3.4± 0.8 ^b	5.4± 0.5 ^a	5.0± 0.4 ^a	4.4± 0.6 ^a
Taste	3.7± 1.1 ^b	4.7± 0.6 ^{ab}	6.0± 0.5 ^a	5.3± 0.5 ^{ab}
Overall	3.6± 0.5 ^b	4.6± 0.4 ^{ab}	5.3± 0.5 ^a	4.0± 0.4 ^{ab}

Values are means of 5 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at p<0.05.

비타민 A, D 및 E 함량

복령 균사체 발효 쌀 된장의 비타민 함량은 Table 6과 같다. 비타민 A는 시력유지, 골격성장 및 발육촉진, 비타민 D는 Ca 흡수 촉진 및 탈모예방, 비타민 E는 항산화작용이 있는 것으로 알려져 있는데(22), 복령 균사체 발효 쌀 된장의 비타민 함량은 100 g당 비타민 A가 7.47 RE, 비타민 D가 0.45 mg 및 비타민 E가 5.73 mg으로 검출되었으며, 일반된장에는 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E가 검출되지 않았다.

전자공여능

복령 균사체 발효 쌀과 복령 균사체 발효 쌀 된장의 전자공여능은 Fig. 5와 같다. Kim 등(12)은 복령 균사체 발효 쌀의 전자공여능은 25% 미만이었다고 보고하였는데 본 실험에서도 추출방법에 관계없이 Kim 등(12)의 결과와 유사한 결과를 보였다. Kim(23)은 갈근 추출물, 복령추출물, 황련 추출물의 전자공여능이 44.2%, 81.2%, 9.0%로 보고한 바 있으며, 본 실험에서는 복령 균사체 발효 쌀 된장의 열수와 에탄올 추출물에서 각각 73.8%, 76%의 높은 활성을 나타내었다. 즉 열수 추출이나 에탄올 추출 등 추출 방법에 따른 실험군 간의 전자공여능의 차이는 미미하였으며 복령 균사체 발효 쌀보다는 균사체 발효 쌀을 첨가하여 제조한 된장

의 전자공여능이 현저히 우수하였다. 합성항산화제인 BHA와 복령균사체 발효 쌀 된장의 전자공여능을 비교했을 때 BHA가 93%인 반면에 복령 균사체 발효 쌀 된장의 에탄올 추출물은 76%로 BHA에 비해서는 다소 낮은 활성을 나타내었다.

Table 5. Chemical compositions of *Poria cocos* mycelium rice *Doenjang* and soybean *Doenjang*

	(Unit : %)	
	PCMR ¹⁾ <i>doenjang</i>	Soybean <i>doenjang</i>
Moisture	63.08±3.12	62.74±2.84
Crude Fat	2.8±0.12	2.1±0.32
NaCl	13.04±0.23	12.43±0.16
Crude Protein	12.7±0.39	11.1±0.25
TN ²⁾	1.79±0.16	1.76±0.13
TCA-N ³⁾	0.87±0.02	0.6±0.01

¹⁾PCMR : *Poria cocos* mycelium rice.

²⁾TN : Total nitrogen.

³⁾TCA-N : TCA soluble nitrogen. Values are means of 3 replicates.

Table 6. The contents of Vitamin A, D and E in *Poria cocos* mycelium rice *Doenjang* and soybean *Doenjang*

	PCMR ¹⁾ <i>doenjang</i>	Soybean <i>doenjang</i>
Vitamin A(RE/100 g)	7.47±0.32	-
Vitamin D(mg/100 g)	0.45±0.01	-
Vitamin E(mg/100 g)	5.73±0.12	-

¹⁾PCMR : *Poria cocos* mycelium rice.

Values are means of 3 replicates.

아질산염 소거작용

아질산염은 육제품의 발색제로 사용되는 식품첨가물로써 육류, 어패류 등의 단백질 식품에 존재하는 아민류와 반응하여 발암물질인 니트로사민을 생성하는 것으로 알려져 있다(24). 추출 방법에 따른 아질산염 소거작용을 보기 위해 열수 추출 및 에탄올 추출물을 사용하여 아질산염 소거작용을 측정된 결과, 복령균사체 발효 쌀 및 복령균사체 발효 쌀 된장 모두에서 열수 추출물 보다는 에탄올 추출물이 더 높은 아질산염 소거 효과를 나타내었다. Kim 등(12)은 복령을 열수 추출 했을 때보다는 에탄올 추출을 했을 때 아질산염 소거 작용이 높았다고 보고하여 본 실험의 결과와 동일하였다. 또한 Fig. 6.에서와 같이 중성 pH 보다는 산성 pH에서 복령 균사체 쌀 및 복령 균사체 발효 쌀 된장의 아질산염 소거작용이 증가하였다. Kim 등(12)도 복령 균사체 및 버섯쌀의 아질산염 소거작용은 pH가 감소할수록 증가한다고 보고한 바 있다. 또한 에탄올 추출물의 경우 복령 균사체 발효 쌀 된장보다는 복령 균사체 발효 쌀이 아질산염 소거작용이 우수하였으나, 열수 추출물의 경우 복령 균

사체 발효 쌀 된장의 아질산염 소거효과가 좋았다.

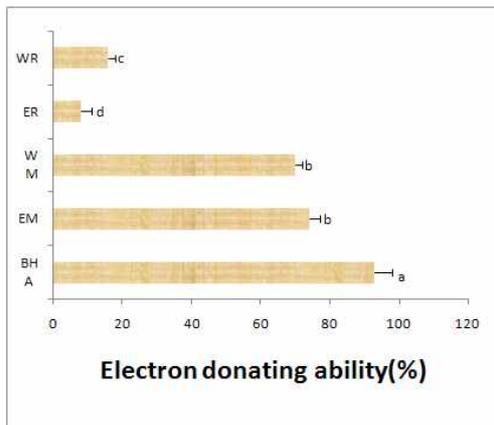


Fig. 5. Electron donating ability of *Poria cocos* mycelium rice and *Poria cocos* mycelium rice Doenjang

WR: water extracts of *Poria cocos* mycelium rice, ER: ethanol extracts of *Poria cocos* mycelium rice, WM: water extracts of *Poria cocos* fermented rice with *doenjang*, EM: ethanol extracts of *Poria cocos* fermented rice with *doenjang*, BHA: buthyl hydroxy anisole. Values are means of 4 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$.

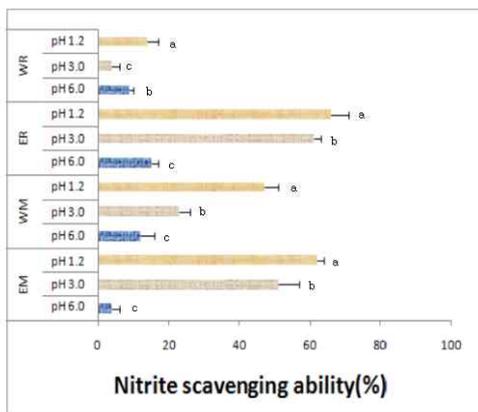


Fig. 6. Nitrite scavenging ability of *Poria cocos* mycelium rice and *Poria cocos* mycelium rice Doenjang

WR: water extracts of *Poria cocos* mycelium rice, ER: ethanol extracts of *Poria cocos* mycelium rice, WM: water extracts of *Poria cocos* fermented rice with *doenjang*, EM: ethanol extracts of *Poria cocos* fermented rice with *doenjang*. Values are means of 4 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$.

요 약

본 연구는 복령 균사체 발효 쌀의 첨가가 된장 발효에 미치는 영향을 확인하고자 수행되었다. 복령 균사체 발효 쌀을 이용한 된장을 시판하기 위해서는 15%를 첨가하는 것이 가장 적합하였으며, 90일 동안 숙성시킨 된장의 총 유리 아미노산의 함량은 1,889.17 mg%로 분석되어 대조구에 비해 증가하였다. 복령 균사체 발효 쌀의 필수아미노산은 7종이 분석되었으며, 일반 쌀과 비교했을 때 lysin, threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine 및

phenylalanine 등의 필수아미노산 성분이 증가하는 경향을 나타내었다. 복령 균사체 발효 쌀을 첨가한 된장의 비타민 함량을 조사한 결과 비타민A는 7.47 RE, 비타민 D는 0.45 mg, 비타민 E는 5.73 mg이 검출되었으며, 대조구에서는 이들 비타민이 검출되지 않아 뚜렷한 차이가 있었다. 그리고 복령균사체 첨가 된장의 전자공여능은 열수와 에탄올 추출에 있어 각각 73.8%와 76%로 높은 활성을 나타내었다. 아질산염 소거능은 에탄올 추출물이 열수 추출물에 비해 높았으며, 복령균사체 발효 쌀을 에탄올 추출한 실험구가 가장 높은 아질산염 소거능을 나타내었다.

참고문헌

- Kim MJ, Rhee HS (1990) Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation. Korean J Soc Food Sci, 6, 1-8
- Kim JH, Yoo JS, Lee CH, Kim SY, Lee SK (2006) Quality properties of soybean pastes made from *meju* with mold producing protease isolated from traditional *meju*. J Korean Soc Appl Biol Chem, 49, 7-14
- Park KY, Jung KO, Rhee SH, Choi YH (2003) Antimutagenic effect of *doenjang*(Korean fermented soypaste) and its active compounds. Mutation Reserch, 523-524, 43-53
- Hwang KM, Oh SH, Park KY (2007) Increased antimutagenic and in vitro anticancer effects by adding green tea extract and bamboo salt during *denjang* fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 1-7
- Oh HJ, Kim CS (2007) Antioxidant and nitrite scavenging ability of fermented soybean foods (*chungkukjang*, *doenjang*). J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 1503-1510
- Lee SJ (2002) Studies on the enhancement of cancer preventive effects of *doenjang*. MS Thesis, Pusan National University, Pusan, Korea
- Hong JS, Kim YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH, Lee JB (1988) Composition of organic acid and fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 20, 100-105
- Chihara G, Hamuro J, Yamashita Y, Ohsaka Y, Maeda Y (1971) Carboxymethylpachmaran a new water soluble polysaccharide with marked antitumor activity. Nature, 233, 486-490
- Kwon MS, Chung SK, Choi JU, Song KS, Kang WW (1998) Quality and functional characteristics of cultivated Hoelen(*Poria cocos* Wolf) under the picking date. J

- Korean Soc Food Sci Nutr, 27, 1034-1040
10. Kanayama H, Adachi N, Togami M (1983) A new antitumor polysaccharide from the mycelia of *Poria cocos* Wolf. Chem Pharm Bull, 31, 1115-1119
 11. Nukaya H, Yamashiro HS, Tsuji K (1996) Isolation of inhibitors of TPA-induced mouse ear edema from *Poria cocos*. Chem Pharm Bull, 44, 847-850
 12. Kim DG, Son DH, Choi UK, Cho YS, Kim SM (2002) The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of *Poria cocos*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 31, 1097-1101
 13. AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC
 14. Perkin-Elmer Corporation (1968) Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy. Perkin-Elmer Co, Norwalk, CT, USA
 15. Davies MG AAA application note, Amino acid method 52, Optimized Chromatography with the high resolution column. Biochrom Ltd, Cambridge, UK
 16. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1199-1200
 17. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric Biol Chem, 51, 1333-1338
 18. Iwasaki K, Nakajima H, Watanabe A (1991) Rapid ethanol fermentation for soy sauce production by immobilized yeast cells. J Agric Bio Chem, 55, 2201-2207
 19. SAS (1998) SAS User's Guide Statistics, 3th ed, Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA
 20. Kim SK, Kim IW, Han YI, Park HH, Lee KH, Kim ES, Cho MH (1984) Calorie, mineral content and amino acid composition of Korean rice. J Korean Soc Food Nutr, 13, 372-376
 21. Choe JS, Ahn HH, Nam HJ (2002) Comparison of nutritional composition in Korean rices. J Korean Soc Food Sci Nutri, 31, 885-892
 22. Chae BS (2007) Biochemistry. Seoul Foreign Books Publisher Co, Seoul, Korea, p 809-812
 23. Kim IC (2008) Antioxidative property and whitening effect of the *Pueraria Radix*, *Poria Cocos* and *Coptidis Rhizoma*. J Korean Oil Chemists' Soc, 25, 219-225
 24. Do JR, Kim SB, Park YH, Park YB, Kim DS (1993) The nitrite scavenging effects by the component of traditional tea materials. Korean J Food Sci Technol, 25, 530-534

(접수 2010년 7월 27일, 수정 2010년 12월 12일 채택 2010년 12월 16일)