

눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*)를 이용한 민속주의 제조 및 생리 기능성

이대형 · 김재호 · 김나미¹ · 박정식² · 이종수*

배재대학교 유전공학과 · 바이오의약연구센터, ¹한국담배인삼공사 중앙연구원, ²농업과학기술원

Manufacture and Physiological Functionality of Korean Traditional Liquors by using *Paecilomyces japonica*

Dae-Hyung Lee, Jae-Ho Kim, Na-Mi Kim¹, Jeong-Sik Pack² and Jong-Soo Lee*

Department of Genetic Engineering and Bio-medicinal Resource Research Center, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

¹Central Research Institute, Korea Tobacco and Ginseng Corporation, Daejeon 305-345, Korea

²National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea

(Received June 25, 2002)

ABSTRACT: In order to develop a new traditional liquor by using *Paecilomyces japonica*, alcohol fermentation condition was investigated. Ethanol was produced maximally when 1% *P. japonica* and 10% koji were added into mash and fermented by *Saccharomyces cerevisiae* at 25°C for 15 days. Sensory evaluation and physiological functionalities of *P. japonica* traditional liquors made by different addition (0.1~2.0%) of the fungus were also determined and compared. As 0.1% *P. japonica* was added to mash, the liquor was best acceptable, and its fibrinolytic activity and nitrite scavenging activity were 11.2 U and 19.8%, respectively.

KEYWORDS: *Paecilomyces japonica*, Physiological functionality, Traditional liquors

동충하초는 다양한 곤충기생성 균류가 주로 곤충에 침입하여 이를 기주로 자실체를 형성하거나 곤충몸에 포자를 형성하는 버섯의 일종으로 겨울에는 곤충의 체내에서 양분을 흡수하여 곤충을 죽게한 후 여름이되면 충체 밖으로 버섯을 형성한다는 뜻에서 붙여진 명칭이다. 전세계적으로 약 100속 750여종이 분포되어 있으며(Samson *et al.*, 1998) 그 중 대표적인 동충하초 속으로는 완전세대 유성생식 기관으로 자낭균류(*Ascomycetes*)의 맥각균과(*Clavicipitaceae*)에 속하는 *Cordyceps* 속과 불완전균류의 *Paecilomyces* 속, *Torrubiella* 속 및 *Podonetria* 속 등이며 자실체를 형성하는 대표적인 *Cordyceps* 속은 전세계적으로 300여종이 분포되어 있는 것으로 알려져 있다(Kobayashi, 1983).

동충하초에 관하여는 국내외적으로 많이 연구되어(The Kor. Soc. of Sericultural Science, 1999) 이들의 분류체계가 확립되었고 자실체 형성과 대량배양 기술 등이 개발되었다(Choi *et al.*, 1998). 특히 이들의 약물활성이 중점적으로 연구되어 많은 효능이 보고되었는데(Shim *et al.*, 2000) 주요 약리활성으로는 항암성과 면역증강, 항피로작용 및 항노화효과 등으로 이들은 동충하초에 함유되어 있는 다당류, 아스파티산, 세린, 만니톨과 SOD, 아세틸콜린(노인성 치매억제), cordycepic acid(병원성 균생육 억제

및 항암성) 등이 나타내는 것으로 알려져 있다. 그밖에도 동충하초는 고대 중국에서는 인체의 활력을 보하는 불로장생의 비약으로 인식되어 결핵, 황달의 치료와 강장제 및 아편 중독 해독제로서 이용되기도 하였다(Zhu *et al.*, 1998).

필자 등은 최근 우리 민속주들의 생리 기능성을 탐색하여 보고하였고(Kim *et al.*, 2002) 아울러 약용식물을 이용한 기능성 신제품 개발의 일환으로 민들레와 캐모마일 등을 이용하여 새로운 민속주를 제조한 후 몇 가지 성인병에 관련된 생리기능성을 조사하여 보고하였다(Kim *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2002). 본 연구에서는 눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*)를 이용한 약용곡주를 개발하기 위해 먼저 눈꽃동충하초 민속주제조를 위한 알콜발효 조건을 검토하였다. 또한 눈꽃동충하초를 0.1~2.0%로 각각 첨가하여 민속주를 제조한 후 관능검사를 실시하여 기호도가 우수한 민속주를 선정 후 ACE(angiotensin-converting enzyme) 저해활성, 혈전 용해활성, 전자공여능 등 몇 가지 생리 기능성을 조사하였다.

재료 및 방법

원료, 균주 및 시약: 눈꽃동충하초는 2000년 3월에 대전근교에서 채배된 눈꽃동충하초를 구입하여 동결건조 후 시료로 사용하였다. 멍쌀과 찹쌀은 2000년 충남 서천지방

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

에서 생산된 것을 시중에서 구입하여 사용하였고 코지는 중앙곡자(주) 제품을 사용하였다. 주모제조용 효모로는 *Saccharomyces cerevisiae*(청주용효모; 발연7호)를 사용하였다. 생리 기능성 측정용 시약으로 Hip-His-Leu과 rabbit lung powder, fibrin, pyrogallol, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl 등은 Sigma사 제품(미국)을 사용하였고 그 밖의 시약은 분석용 특급을 사용하였다.

주모제조, 담금 및 발효: 주모제조 및 담금은 전보(Kim *et al.*, 2000)의 민들레 민속주 담금법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다. 먼저 담금용 주모는 35 메쉬로 분쇄한 뽕쌀 40 g을 끓는 물 50 ml에 넣고 가열시킨 후 냉각한 다음 코지 10 g과 밀가루 5 g를 첨가하고 YEPD(Yeast extract 1%, Peptone 2%, Dextrose 2%) 배지에서 30°C로 2일간 배양한 *S. cerevisiae* 1 ml을 균일하게 혼합하여 30°C에서 2일간 배양하였다. 담금은 뽕쌀과 찹쌀 각각 50 g을 16시간 물에 침지 한 후 물을 뺀 다음 고압증기실에서 100°C로 1시간 증자하였다. 이를 30°C로 냉각시킨 후 물 100 ml와 위에서 제조한 담금용 주모 및 눈꽃동충하초(덧밥의 1%)를 첨가하여 25°C에서 10일간 발효시킨 후 사별제성하고 원심분리하여 분석용 시료로 하였다.

생리 기능성 측정: 눈꽃동충하초 민속주 50 ml를 5 ml 까지 감압 농축시킨 후 다음과 같이 생리 기능성을 측정하였다. 먼저 ACE 저해활성은 Cushman과 Cheung(1971)의 방법을 일부 변형시켜 50 μ l의 눈꽃동충하초 민속주 농축액을 rabbit lung에서 추출한 ACE 용액 150 μ l(약 2.8~3 unit)와 기질 용액(pH 8.3의 100 mM borate 완충용액에 300 mM NaCl과 23 mM Hip-His-Leu을 녹인 것) 50 μ l를 섞은 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 1 N HCl로 반응을 정지시켰다. 이 반응액에 유리되어 나온 hippuric acid의 양을 분광분석기로 228 nm에서 흡광도를 측정하여 정량한 후 이를 시료를 첨가하지 않은 대조구에서 생성되는 hippuric acid량과 비교하여 저해활성을 계산하였다. 여기서 ACE 효소활성의 1 unit는 37°C에서 1분 동안 1 μ M의 hippuric acid를 Hip-His-Leu로부터 생성시키는 효소의 양으로 정의하였다.

또한, 혈전용해활성은 Fayek 등(1980)과 김(1995)의 방법에 따라 0.6% fibrin 용액 3 ml에 시료 농축액 500 μ l를 첨가하여 40°C에서 10분간 반응시킨 후 0.4 M TCA 용액 3 ml를 첨가하여 반응을 정지시키고 여과하였다. 이 여과액 중의 tyrosine 양을 1 N folin 시약으로 발색시켜서 정량 하였으며 이때 효소 1 unit는 시료농축액 1 ml가 1분 동안 tyrosine 1 μ g을 생산하는 활성으로 하였다.

SOD-유사활성은 Marklund과 Marklund(1974)의 방법에 따라 시료액 20 ml에 55 mM Tris-cacodylic acid buffer(TCB, pH 8.2)를 가하여 균질화하고 원심분리하여 얻은 상등액을 pH 8.2로 조정된 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.

전자공여능은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용하는 Blois(1958)와 이 등(1997)의 방법으로 측정하였다. 시료 0.2 ml에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 EtOH 100 ml에 용해) 0.8 ml를 가한 후 10분간 반응시키고 525 nm에서 흡광도를 측정하여 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도와 백분율로 나타내었다.

Tyrosinase 저해 활성은 성과 조(1992)의 방법에 따라 시료농축액 500 μ l에 5 mM L-DOPA 0.2 ml, 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 6.0)를 혼합한 후 tyrosinase 11 U을 첨가하여 35°C에서 2분간 반응시킨 다음 475 nm에서 흡광도를 측정하여 시료액 무첨가 대조구의 값과 비교하여 활성을 계산하였다.

아질산염 제거활성은 Kato 등(1987)의 방법에 따라 1 mM NaNO₂ 2 ml에 시료농축액 1 ml를 첨가하여 10 ml로 정용하고 37°C에서 1시간 반응 시켰다. 이 반응액 1 ml를 취하여 2% 초산용액 5 ml, Griess 시약 0.4 ml를 가하여 혼합한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무첨가 대조구의 값과 비교하여 활성을 계산하였다.

성분분석 및 관능검사: 원심분리한 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 에탄올 함량을 측정 하였고 pH는 pH meter로 측정하였으며 총산은 1% 페놀프탈레인을 지 시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후 호박산으로 표시하였다(Kim *et al.*, 2000).

동충하초 민속주의 관능검사는 전보(Kim *et al.*, 2000)와 최 등(1998), 이 등(2002)의 방법을 일부 변형시켜 배재대학교 대학원생과 한국담백인삼공사 중앙연구원의 훈련된 관능 평가원에 의하여 QDA(quantitative descriptive analysis; 정량적 묘사 분석)방법으로 다음과 같이 실시하였다. 먼저 관능평가원들로 하여금 동충하초 민속주에서 느낄 수 있는 향과 맛 특성을 묘사하게 하고 이들 중에서 공통적으로 묘사된 특성을 선정하였다. 선정된 향과 맛 특성에 대하여 0~9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 다각형 그림으로 나타내었다. 향과 맛을 고려한 전체적인 기호도는 가장 싫다 1, 가장 좋다 9의 점수로 표시하여 그 평균값을 도시하였으며, 분산분석과 Duncan의 다범위 검정에 의하여 시료간의 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

알콜 발효 조건: 눈꽃동충하초 민속주 제조를 위한 최적 담금 조건을 검토하기 위하여 찹쌀과 뽕쌀 100 g에 눈꽃동충하초를 1.0% 첨가하고 코지를 5~15%의 범위에서 일정 농도를 첨가한 후 *S. cerevisiae*로 제조한 주모를 가하여 5~15일간 발효시키면서 코지 첨가 농도와 발효기간에 따른 에탄올 생성량을 측정하였다(Table 1). 코지를

Table 1. Effects of fermentation periods and koji concentration on *Paecilomyces japonica* alcohol fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* HG-7

Fermentation periods (Days)	Koji concentration (%)	Ethanol (%)	Final pH	Total acid (%)	Volatile acid (%)
5	5	13.3	4.17	0.144	0.012
	10	13.6	4.21	0.150	0.006
	15	14.6	4.39	0.120	0.006
10	5	14.0	3.74	0.372	0.030
	10	15.4	3.91	0.360	0.024
	15	16.8	4.03	0.360	0.024
15	5	17.2	4.04	0.384	0.018
	10	17.6	4.10	0.366	0.012
	15	18.0	4.31	0.348	0.012

¹1% *Paecilomyces japonica* was added into the each mash.

²Means of duplicate analysis.

Table 2. Effects of addition amount of *Paecilomyces japonica* on *Paecilomyces japonica* alcohol fermentation

Addition amount (%)	Ethanol (%)	Final pH	Total acid (%)	Volatile acid (%)
D-1 ^a	17.2	4.06	0.348	0.006
D-2	17.5	4.12	0.378	0.012
D-3	17.4	4.15	0.390	0.012
D-4	17.4	4.13	0.528	0.018
Control ^b	12.3	4.13	0.372	0.024

^aD-1, D-2, D-3 and D-4 were prepared by addition of each 0.1%, 0.5%, 1.0% and 2.0%, respectively.

^bNo addition of *Paecilomyces japonica*.

¹Means of duplicate analysis.

10% 첨가하여 15일간 발효시켰을 때 약 17.6%의 에탄올이 생성되었고 코지를 15% 첨가하여 15일간 발효시켰을 때도 약 18.0%의 에탄올이 생성되어 차이가 없었으므로 경제성등을 고려하여 코지를 10% 첨가하여 15일간 발효시키는 것을 최적 발효조건으로 하였다.

한편, 눈꽃동충하초 첨가량이 알콜 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 눈꽃동충하초를 덧밥을 기준으로 0.1~2.0% 범위에서 일정농도로 첨가하고 코지를 10% 첨가한 다음 15일간 발효시킨 결과 눈꽃동충하초의 첨가량을 0.1%에서 2.0%까지 늘여도 에탄올 생성량은 비슷하였으나(Table 2), 눈꽃동충하초를 첨가하지 않은 대조구보다 눈꽃동충하초를 첨가하여 제조한 민속주에서 약 5%의 더 높은 에탄올 생성량을 보였다. 이와 같이 눈꽃동충하초 민속주에서 알콜생성량이 높은 것은 아마도 눈꽃동충하초에 함유되어 있는 여러 가지 물질들이 발효중에 용출되어 알콜발효에 관여하는 당화효소의 활성이나 효모의 알콜발효를 촉진시킨 것으로 생각되어 현재 이들 물질을 검색하여 동정 중이다. 또한 이 결과들은 필자 등이 코지를 15% 첨가하여 20일간 동일한 방법으로 발효시켜 제조한 아카시아 민속주의 16.4%(Seo et al., 2002)와는 비슷한 결과

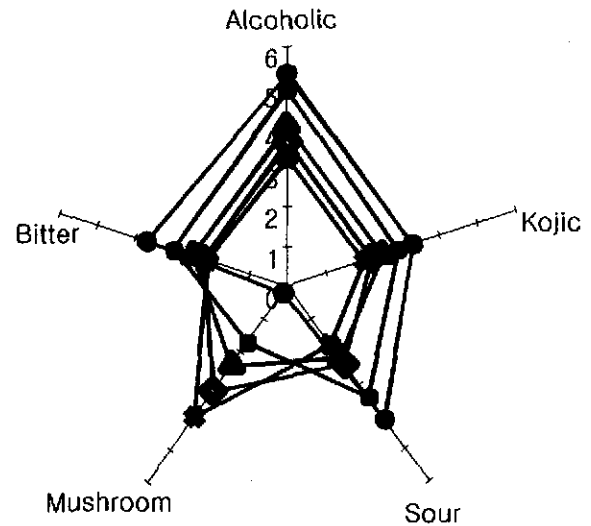


Fig. 1. The QDA (quantitative descriptive analysis) profiles for odors of *Paecilomyces japonica* liquors prepared with different amount of *Paecilomyces japonica* (●—Control ■—D-1 ▲—D-2 ◆—C-3 ×—D-4; Control, D-1, D-2, D-3 and D-4 were same as Table 2).

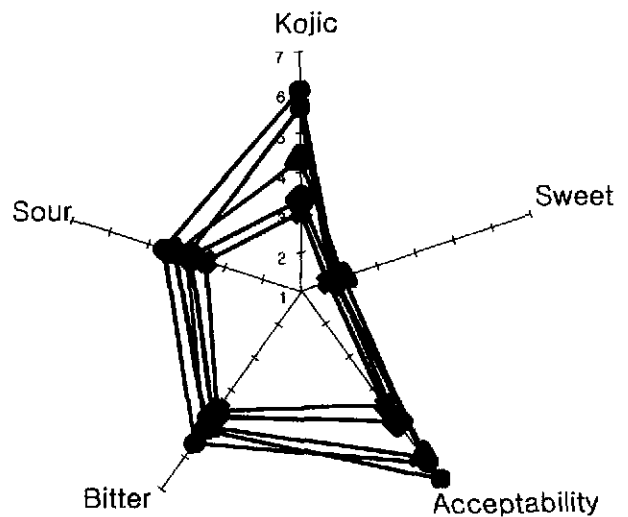


Fig. 2. The QDA (quantitative descriptive analysis) profiles for taste of *Paecilomyces japonica* liquors prepared with different amount of *Paecilomyces japonica* (●—Control ■—D-1 ▲—D-2 ◆—C-3 ×—D-4; Control, D-1, D-2, D-3 and D-4 were same as Table 2).

이었으나 코지 10% 첨가 후 15일 동안 발효시킨 민들레 민속주의 11.0%(Kim et al., 2000)와 캐모마일 민속주의 10.2%(Lee et al., 2002)보다 높은 에탄올 생성량이었다.

관능검사: 눈꽃동충하초를 덧밥기준으로 0.1%, 0.5%, 1.0%, 2.0%씩 각각 첨가하여 위의 알콜발효 최적조건으로 제조한 술의 관능검사를 실시한 결과 눈꽃동충하초 첨가량이 많아질수록(특히 1% 이상) 눈꽃동충하초 특유의 새콤한 냄새가 강하였고 쓴맛과 씹미가 강하였으며 전체적으로 단맛은 매우 약하였다(Fig. 1, 2). 이러한 동충하초

Table 3. Physiological functionalities of D-1 *Paecilomyces japonica* liquors

Functionalities	ACE inhibitory activity (%)	Fibrinolytic activity (U)	Electron-donating ability (%)	SOD-like activity (%)	Tyrosinase inhibitory activity (%)	Nitrite scavenging activity (%)
D-1	67.3±3.2	11.2±0.3	11.2±1.7	14.6±0.4	68.9±3.5	19.8±2.2
control	71.1±2.4	5.6±0.1	1.6±0.2	20.6±2.7	75.5±2.7	12.2±1.8

¹D-1 *Paecilomyces japonica* liquors was prepared by addition of 0.1% *Paecilomyces japonica* into mash.

특유의 향미가 전체적인 기호도에 영향을 주어 동충하초를 0.1% 첨가하여 제조한 술이 기호도가 제일 높은 것으로 평가되었고 무첨가 민속주, 0.5% 동충하초 첨가 민속주, 1.0% 동충하초 첨가 민속주, 2.0% 동충하초 첨가 민속주의 순으로 나타났다. 이 평가결과를 분산분석하였을 때 F값은 2.25로 5% 수준에서 시료간의 유의적 차이가 인정되었으나 0.1% 동충하초 첨가 민속주와 무첨가 민속주, 0.1% 동충하초 첨가 민속주와 2.0% 동충하초 첨가 민속주간에는 차이가 인정되지 않았다.

생리기능성: 관능검사에서 기호도가 제일 높았던 0.1% 눈꽃동충하초 민속주의 생리 기능성으로 ACE 저해활성과 혈전 용해활성 및 전자공여능 등을 조사한 결과 먼저 뇌혈관 질환을 일으키는 혈전을 용해할수 있는 능력을 나타내는 혈전 용해활성은 동충하초를 첨가하지 않은 대조구 민속주보다 0.1% 눈꽃동충하초 첨가 민속주에서 약 2배 이상 높은 11.2%을 보였고 아민류와 반응하여 발암성물질인 nitrosamine을 생성하는 것으로 알려진 아질산염을 제거할수 있는 활성은 19.8%로 무첨가 민속주보다 높았다(Table 3).

그러나 고혈압을 유발시키는 중요한 효소로 알려진 Angiotensin 전환효소(ACE)를 저해하는 활성과 노화억제에 관련된 SOD 유사활성은 눈꽃동충하초를 첨가한 민속주가 대조구인 눈꽃동충하초를 첨가하지 않은 민속주보다는 약간 낮았으나 비교적 높은 활성이었다. 이와 같이 동충하초 민속주에서 ACE 저해활성을 보인 것은 동충하초를 첨가하지 않고 제조한 민속주와 이들의 활성이 비슷한 점으로 보아 동충하초에서 이들 활성 물질이 용출되었다기 보다는 쌀, 보리 등 곡류 중에 함유되어 있는 단백질을 효소 분해 시켰을 때 ACE 저해활성이 나타났다는 류 등(1996)의 보고와 일본 청주와 청주박에서 ACE 저해활성이 있었다는 Saito 등(1994)의 보고와 같이 원료인 덧밥 중의 단백질이 효소 분해되어 생성된 것으로 추정된다. 또한, 이와 같은 0.1% 동충하초 민속주의 ACE 저해활성은 민들레 민속주의 16.2%(Kim *et al.*, 2000)와 캐모마일 민속주의 36.7%(Lee *et al.*, 2002)보다 훨씬 높았으나 아카시아 민속주의 80.3% 보다는 낮았다(Seo *et al.*, 2002).

이상의 결과를 종합해볼때 0.1% 눈꽃동충하초를 첨가하여 제조한 D-1 눈꽃동충하초 민속주가 기호성이 우수하고 혈전 용해활성 및 아질산염 제거작용 등이 비교적 높은 것으로 보아 약용민속주로 산업적 응용성이 클 것으

로 생각되며 현재 이들의 들연변이 유발성과 기타 유해성 등의 실험을 진행하고 있다.

적 요

눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*)를 이용한 새로운 약용민속주를 개발하기 위하여 먼저 알콜발효조건을 검토하였다. 1.0%의 눈꽃동충하초를 함유한 덧밥에 코지를 10%첨가하고 *Saccharomyces cerevisiae*를 이용하여 제조한 주모를 첨가한 후 25°C에서 15일간 발효 시켰을때 에탄올이 가장 많이 생성되었다. 눈꽃동충하초를 0.1%, 0.5%, 1.0%, 2.0%씩 각각 첨가하여 제조한 동충하초 민속주들의 관능검사와 생리기능성을 조사한 결과 눈꽃동충하초를 0.1% 첨가하여 제조한 D-1 눈꽃동충하초 민속주가 기호도가 제일 높았고 혈전용해활성과 아질산염 제거작용이 각각 11.2 U와 19.8%로 대조구인 동충하초를 첨가하지 않고 제조한 민속주보다 우수하였다.

감사의 말씀

본 연구는 2001년 농림부 농림기술개발사업(교부가가치 창출을 위한 기능성 버섯의 개발 및 이용연구)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* **191**: 1199-1202.

Choi, Y. W., Ahn, C. K., Cho, D., Son, B. G., Kang, J. S., Choi, Y. H. and Lee, S. M. 1998. Effect of sugars and silk worm in culture medium on artificial fruit body of *Paecilomyces japonica*. *J. Agri. Tech & Dev. Inst.* **2**: 90-96.

Chio, S. H., Bock, Y., Nam, S. H., Bac, J. S. and Chio, W. Y. 1998. Effect of tannic substances from acorn on the storage quality of rice wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**: 1420-1425.

Cushman, D. W. and Cheung, H. S. 1971. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochemical. Pharmacology* **20**: 1637-1648.

Fayek, K. I. and El-Sayed, S. T. 1980. Purification and properties of fibrinolytic enzyme from *Bacillus subtilis*. *Zeit. fur Allgem. Mikrobiol.* **20**: 375-382.

Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayas, F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable

- melanoidins. *Agric. Biol. Chem.* **51**: 1333-1338.
- Kim, J. H., Lee, S. H., Kim, N. M., Choi, S. Y., Yoo, J. Y. and Lee, J. S. 2000. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquors by using dandelion (*Taraxacum platycarpum*). *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **28**: 367-371.
- _____, Lee, D. H., Choi, S. Y. and Lee, J. S. 2002. Characterization of physiological functionalities in Korean traditional liquors. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **34**: 118-122.
- Kim, Y. T. 1995. Characteristics of fibrinolytic enzyme produced by *Bacillus* sp. isolated from chungkookjang. PhD. Thesis, Sejong Univ. Korea.
- Kobayashi, Y. and Shimizu, D. 1983. Iconography of vegetable wasps and plant worms. Hoikusha Pub. Co. Ltd., Osaka. p. 280.
- Lee, D. H., Kim, J. H., Kim, N. M. and Lee, J. S. 2002. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquors by using chamomile (*Matricaria chamomile*). *Kor. J. Food Sci. Technol.* **34**: 109-113.
- Lee, J. S., Yi, S. H., Kwon, S. J., Ahn, C. and Yoo, J. Y. 1997. Enzymatic activities and physiological functionality of yeasts from traditional Meju. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **25**: 448-452.
- 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.
- Rhyu, M. R., Nam, R. J. and Lee, H. Y. 1996. Screening of angiotensin I-converting enzyme inhibitors in cereals and legumes. *J. Biotechnol.* 334-337.
- Saito, Y., Nakamura, K., Kawato, A. and Imayasu, S. 1994. Structure and activity of angiotensin I converting enzyme inhibitors peptides from sake and sake lees. *Biosci. Biotech. Biochem.* **58**: 1767-1771.
- Samson, R. A., Evans, H. C. and Latge, J. P. 1988. Atlas of Entomopathogenic Fungi. Springer. Heidelberg. p. 189.
- Seo, S. B., Kim, J. H., Kim, N. M. and Lee, J. S. 2002. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquors by using Acasia flower, *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* (in press).
- Shim, J. Y., Lee, Y. S., Lim, S. S., Shin, K. H., Hyun, J. E., Kim, S. Y. and Lee, E. B. 2000. Pharmacological activities of *Paceilomyces japonica*, a new type cordiceps sp. *Kor. J. Pharmacogn.* **31**: 163-167.
- Sung, C. K. and Cho, S. H. 1992. Studies on the purification and characteristics of tyrosinase from *Diospyros kaki* Thunb. *Korean Biochem. J.* **25**: 79-87.
- The Kor. Soc. of Sericultural Science, 1999. The Kor. Soc. of Life Science. The 1st international symposium on *Cordyceps*. 7-98.
- Zhu, J. S., Halpern, G. M. and Jones, K. 1998. The scientific rediscovery of an ancient Chinese herbal medicine : *Cordyceps sinensis*. Part I. *J. Altern. Complement. Med.* **4**: 289-303.