

석이버섯과 운지버섯 균사체 추출물이 장내 세균의 생육에 미치는 영향

박경란¹ · 이운종¹ · 조민규¹ · 박의석² · 정준영³ · 권오성³ · 윤향식⁴ · 김광엽^{1*}

¹충북대학교 식품공학과, ²(주)미드미
³바이오라이프, ⁴충북농업기술원

Effects of the Extracts from *Gyrophora esculenta* and *Coriolus versicolor judae* Mycelia on the Growth of Intestinal Bacteria

Kyoung-Ran Park¹, Woon-Jong Lee¹, Min-Gyu Cho¹, Eui-Seok Park², Jun-Young Jeong³,
Oh-Sung Kwon³, Hyang-Sik Yoon⁴, and Kwang-Yup Kim^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

²Metomefood Co., Ltd., Chungbuk 363-883, Korea

³Biolife, Chungbuk 363-883, Korea

⁴Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Chungbuk 363-883, Korea

Abstract

The functional food components from various Basidiomycota were investigated to improve human intestinal microflora, especially associated with obesity. EtOH extract from *Gyrophora esculenta* fruit body and *Coriolus versicolor judae* mycelia showed antimicrobial activities on *Eubacterium limosum*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium paraputrificum*, *Clostridium difficile* and *Clostridium ramosum*, and on *Bacteroides fragilis*, respectively. Although the 80% EtOH extract from *G. esculenta* fruit body and hot-water extract from *C. versicolor judae* mycelia did not reduce weight of the rats in the high fat diet, these extracts showed stability at high temperatures and at wide pH ranges. In the rat group of feeding 80% EtOH extract from *G. esculenta* fruit body, *Bifidobacterium* spp. were increased and *Clostridium* spp. and *Eubacterium* spp. were decreased compared to the high fat feeding group. Also sensory evaluation was carried out for the development of prototype drink product. These results demonstrated the possibilities of *C. versicolor judae* and *G. esculenta* as a functional food components to control intestinal microbial flora.

Key words: intestinal microflora, *Coriolus versicolor judae*, *Gyrophora esculenta*, antimicrobial activity, obesity

서 론

인체의 장내에는 100조의 세균이 존재하고 이들은 상호공생 또는 길항 관계를 유지한다. 그리고 섭취된 음식물과 소화관으로부터 분리되는 생체성분을 이용하여 증식하며 그 일부는 분변으로 배출되게 되는데, 이 과정 중에서 장관 내에 서식하고 있는 무수히 많은 장내 미생물은 식이나 식품에 의해 영향을 받는다. 식이는 장내 세균총의 우세 집단을 좌우할 뿐 아니라 장내 미생물이 생성하는 효소의 활성화에도 밀접한 영향이 있다(1). 일반적으로 건강을 유지하려면 이상적인 장내 균총의 균형이 이루어져야 하며 유익균이 장내 우세균이 되도록 유지시키는 것이 바람직하다. 즉, *Bifidobacterium* 등의 유익균이 많아야 하는 반면 *Clostridium perfringens* 등의 유해균이 적은 상태로 장내 균총을 유지시키는 것이 좋다(2).

생활환경의 변화와 식생활의 다양화로 가공식품의 섭취

가 증가함에 따라 동물성 지방의 섭취가 증가하는 반면 식이 섬유소의 섭취는 줄어들고 있다. 또한, 지방의 과다 섭취로 비만, 동맥경화증, 고혈압 등의 각종 퇴행성질환이 증가되고 있다(3). 최근 Ley 등은 임상실험을 통하여, 장내 미생물 군집의 대다수를 차지하는 Firmicutes문과 Bacteroidetes문의 비율을 서로 비교한 결과, Bacteroidetes의 증가세가 체중 감소와 연관이 있음을 규명하였다(4). 비만 환자들의 장에 서식하는 미생물의 90% 이상이 *Bacillus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* 등의 미생물이 속하는 Firmicutes문이고 *Bacteroides fragilis*, *B. thetaiotaomicron*, *B. acidifaciens*, *B. distasonis* 등이 속하는 Bacteroidetes문은 5%에 단지 불과하였다. 반면에 1년 동안 저지방, 저탄수화물 음식을 식이한 비만 환자의 경우 체중이 줄면서 장에 서식하는 Bacteroidetes 문이 점점 늘어나 20%에 달하여 정상 체중인 사람에게서 나타나는 Bacteroidetes 분포와 유사하여 정상인의 장내 세균총과 비슷하게 변화하

*Corresponding author. E-mail: kimky@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2568, Fax: 82-43-271-4412

였다(4).

지의류(Lichens)는 균류(Mycobiont)와 조류(Photobiont)의 공생체로 약 550종 이상의 생리활성물질이 보고되었다. 지의류의 일종인 석이버섯은 특유의 대사산물을 생성하여 건조, 강한 자외선 등의 물리화학적 극한 환경과 생물학적 공격에 저항하면서 생존하는 특유의 생물집단이다(5,6). 2차 대사산물을 생산하기도 하며 그밖에 evernic acid, usnic acid, atranorin, vulpinic, 식물 생장 저해물질, protolichsterinic acid와 nephrosterinic acid 등을 생산하는 것으로 보고되었다. *Usnea* sp.는 항균, 강심, 진해, 지혈 등에 이용되며, *Nephromopsis ornata*는 건위제로, *Thamnolia* sp., *Lethariella* sp. 등은 고혈압, 진통, 진정, 해열에 사용된다(7). 또한 석이버섯의 가지는 β -glucan류 성분에 의한 항암작용, depside계 물질의 phospholipase A₂ 억제에 의한 항염증 가능성 등 일부 생체물질의 작용이 밝혀지고 있으나 아직 연구가 미흡한 실정이다(8,9).

운지버섯(*Coriolus versicolor*)은 담자균류(Basidiomycetes)의 민주름버섯목 구멍장이 버섯과에 속하는 버섯으로 일명 구름버섯이라고도 불리고 한국에서 약 10여종이 자생하고 있는 것으로 알려져 있다(10). 일반성분은 수분 5.62%, 단백질 4.20%, 탄수화물 65.09%, 섬유질 23.24%, 회분 6.37%, 지방질 1.10%를 함유하고 있고 특수성분인 핵산과 아미노산, 다당류, 스테로이드 등이 보고되었다(11). 단백질의 화학성분은 다당류 42.2%, 단백질 10.5%이다. 운지버섯의 다당류가 항암작용, 항바이러스, 항박테리아와 항종양 효과가 있고, 항응고작용 등의 약리작용이 있는 것으로 알려져 있다(12-16).

이에 본 연구에서는 비만의 원인이 되는 Firmicutes군의 *Eubacterium* spp.의 생육을 억제하고 Bacteroidetes군의 *Bacteroides* spp.의 생육을 증진시키는 담자균류 소재를 탐색하였고 이를 통해 선정된 석이버섯과 운지버섯 균사체의 추출액을 이용하여 다른 장내 미생물에 대한 생육 저해 효과를 알아보았으며 동물 실험을 통해 장내 균총 변화를 확인하고자 하였다. 나아가 석이버섯과 운지버섯 추출물을 첨가하여 비만과 더불어 장내 균총 개선에 도움을 줄 수 있는 기능성 음료를 제조하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 운지버섯 자실체는 2006년에 충북 청주시의 약재상에서 건조 상태로 구입하였고, 이외 11종의 버섯은 청주시 소재 대형할인마트에서 구입하였다. 실험에서 사용한 자실체는 Table 1과 같다. 운지버섯 균사체는 PDB (Potato Dextrose Broth, Difco Laboratory, Detroit, MI, USA) 200 mL에 (주)바이오라이프에서 보유하고 있는 *Coriolus versicolor* 균주 5%(v/v)를 접종하여 shaking incubator

Table 1. List of the tested mushrooms

	Scientific	Korean
1	<i>Lentinus edodes</i>	표고버섯
2	<i>Tricholoma auratum</i>	해송이버섯
3	<i>Pleurotus eryngii</i>	새송이버섯
4	<i>Pleurotus osteratus</i>	애느타리버섯
5	<i>Gyrophora esculenta</i>	석이버섯
6	<i>Coriolus versicolor</i>	운지버섯
7	<i>Tremella fuciformis</i>	목이버섯
8	<i>Pleurotus abalonus</i>	전복느타리버섯
9	<i>Flammulina velutipes</i>	팽이버섯
10	<i>Agaricus bisporus</i>	양송이버섯
11	<i>Ganoderma lucidum</i>	영지버섯
12	<i>Phellinus linteus</i>	상황버섯
13	<i>Agrocybe aegerita</i>	버들송이버섯

(SI-300R, Lab. Companion, Daejeon, Korea)에서 30°C, 150 rpm으로 4일 동안 배양한 후, 이를 냉장고(4°C)에 보관하여 사용하였다. 또한 석이버섯 자실체는 지리산한약나라(통신판매)에서 구입(2006년)하여 건조하여 사용하였다.

사용 균주

한국생물자원센터(Korean Collection for Type Cultures, KCTC, Daejeon, Korea)에서 *Eubacterium limosum* KCTC 3266, *Bacteroides fragilis* KCTC 3688, *Clostridium perfringens* KCTC 5100, *Clostridium paraputrificum* KCTC 5331, *Clostridium difficile* KCTC 5009, *Clostridium ramosum* KCTC 3323을 분양받아 사용하였다. 균주를 RCM (Reinforced Clostridial Medium, Difco Laboratory)에 접종하여 37°C에서 24시간 3회 혐기 계대 배양하여 사용하였다.

시료 제조

버섯 균사체로부터 유용성분을 추출하기 위한 추출방법은 배양액을 filter paper(Advantec No.2, TOYO ROSHI Kashia, Ltd, Tokyo, Japan)로 여과하여 균사체와 배양여액을 분리하였다. 균사체는 상압가열건조방법으로 80°C에서 12시간 건조하고 blender(HR-2870, Philips, Amsterdam, Netherlands)로 분쇄 후 균사체 10 g에 추출 용매인 80% 에탄올과 증류수 200 mL을 각각 첨가하여 shaking incubator(SI-300R, Lab. Companion)를 이용하여 60°C, 200 rpm에서 3시간 추출한 후 원심분리(대용량 원심분리기, 한일 model Union55R, 3000 rpm, 10분)하여 상등액을 회전진공증발기 speed vacuum(EYELA CCA-1110, Tokyo Rikakikai, Tokyo, Japan)을 이용하여 농축하였다. 자실체도 균사체 추출 및 농축 방법과 동일한 방법으로 추출 및 농축하였다. 또한 배양여액은 그대로 농축하여 실험에 사용하였다.

항균성 담자 균류 소재 탐색

위에 언급된 담자균류 농축 시료를 30% DMSO에 500 mg/mL 농도로 녹여 원심분리(10,000 rpm, 5 min, VS-15000CFN, Vision, Bucheon, Korea)하여 사용하였다. 담자균류 소재의 80% 에탄올 추출물과 열수 추출물에 대한 96

well plate법을 이용한 미생물의 생육 저해율 측정은 96 well plate에 RCM broth 100 μ L를 분주하고, 30% DMSO로 녹인 담자균류 농축 시료를 15, 7.5, 3.75 μ L로 단계 희석하였으며 10³ 농도로 희석된 균 100 μ L를 분주하여 *B. fragilis* KCTC 3688은 24시간, *E. limosum* KCTC 3266은 36시간 동안 혐기 배양장치(ANOXOMAT WS80, Mart Microbiology, Lichtenvoorde, Netherlands)에서 37°C에서 배양한 후, 650 nm에서 O.D 값을 측정하고 다음 식으로 생육저해율(%)을 확인하였다(17).

Inhibitory percentage (%) =

$$\left(1 - \frac{24 \text{ hr sample O.D.} - 0 \text{ hr sample blank O.D.}}{\text{control O.D.} - \text{control blank O.D.}}\right) \times 100$$

선발된 담자 균류 소재의 기타 장내 유해 미생물 항균 활성 담자균류 13종에 대한 탐색 결과 가장 우수한 활성을 보인 석이버섯 자실체 80% 에탄올 추출물을 한천배지확산법(Disc plate method)을 이용하여 기타 장내 유해 미생물에 대한 항균 활성을 분석하였다. 소재 탐색 방법과 동일한 방법으로 추출 후 농축한 석이버섯 80% 에탄올 추출물을 500 mg/mL 농도로 제조한 후 RCM agar에 활성 계대한 균액을 1% 접종하여 15~20 mL씩 plate에 분주하였다. Paper disc (ADVANTEC No.8, TOYO ROSHI Kashia, Ltd, Tokyo, Japan)에 500 mg/mL 농도의 샘플을 30 μ L씩 분주하여 건조한 다음 균용 평판배지에 부착시키고 혐기배양장치에서 37°C에서 48시간 동안 배양 후 paper disc 주변에 발생하는 생육 저해 환 생성 유무를 확인하고 Vernier caliper(N10, 560-110, Mitutuyo, Kawasaki, Japan)로 환 크기를 측정하였다.

미생물의 최소저해농도(Minimum Inhibitory Concentration, MIC) 측정

석이버섯 자실체 80% 에탄올 추출물에 대한 최소저해농도 측정에 대한 세부 실험 방법은 선발된 담자 균류 소재의 기타 장내 유해 미생물 항균 활성 실험의 방법과 동일하다. 사용한 시료액의 농도는 100 mg/mL, 50 mg/mL, 25 mg/mL, 12.5 mg/mL이었으며, 항균 활성이 나타나지 않는 농도로 결정하였다.

pH 및 열 안정성

선정된 담자 균류 소재로 최종적으로 기능성 음료를 만들 고자 가공 중의 pH 및 온도 변화에 따른 항균력 변화의 유무를 알아보기 위하여 소재 탐색 결과 우수한 활성을 보인 석이버섯 자실체 80% 에탄올 추출물과 운지버섯 자실체와 균사체 열수 추출물을 사용하였다. pH의 안정성 실험은 pH 2, 4, 8로 0.1 N NaOH와 0.1 N HCl를 사용하여 조정 한 후 실온에서 1시간 방치한 후, 중화시켜 대조구와 같이 한천배지확산법으로 생육 저해 환 생성 유무를 확인하고 환 크기를 측정하여 비교하였다. 열 안정성 실험은 80°C, 100°C에서 10

분, 미생물 살균 조건인 121°C에서 15분 열처리 후 대조구와 같이 한천배지확산법으로 생육 저해 환 생성 유무를 확인하고 환 크기를 측정하여 비교하였다.

동물실험

동물사료는 Rodent diet with 45% kcal fat을 사용하였다. 실험동물은 5주령의 Sprague-Dawley계의 흰쥐(Charles River Laboratory Inc., Wilmington, MA, USA) 32마리를 구입하여 일주일간 일반식으로 적응기간을 거친 후, 실험군을 일반식이군(Control 1), 고지방식이군(Control 2), 고지방식이+석이버섯 자실체 80% EtOH 추출물군, 고지방식이+운지버섯 균사체 열수추출물 군으로 나누었으며, 석이버섯 자실체 80% 에탄올 추출물과 운지버섯 균사체 열수 추출물을 각각 하루에 0.5 g/kg 투여하고 일주일에 2번 체중변화를 측정하였다. 6주 후 부검 20시간 전 절식을 하고 부검 전 최종무게를 측정하였다. 장내균총의 변화는 맹장 취한 후 0.85% NaCl 희석액에 넣어 균질화하고 Mitsuoka 방법(2)에 따라 실험하였고 각 균 특성에 맞는 배지와 배양방법에 따라 배양하였다. 배지에 나타난 집락들에 대하여 Mitsuoka의 방법에 따라 집락 모양과 균의 형태 등을 조사함으로써 속(genus)을 동정하였고 각각의 균수를 측정하여 장내균총 변화를 확인하였다.

시음료 제조 및 관능평가

석이버섯과 운지버섯 균사체를 이용한 시음료 제조를 위해 두 시료를 혼합한 음료를 제조하기 위하여 콩가루 0.5%, 설탕 3%를 기본배지로 하여 pH를 5~5.5로 조정 한 배지에 운지 균사체를 접종하여 28°C, 150 rpm에서 7일간 배양하였다. 배양 후 배양액 전체를 추출하여 여과 후 여과액에 석이버섯 추출액을 3%, 5%, 7% 첨가하였다. 관능평가는 충분한 훈련을 거쳐 품질 차이를 식별할 수 있는 능력이 갖추어진 검사요원 5명을 선발하여 실시하였다. 평가항목은 색, 향, 맛, 전반적인 기호도에 대하여 9점 기호 척도법을 이용하여 실시하였으며, 관능검사 항목에 대하여 평가하였다.

통계분석

통계분석은 Statistical Analysis System(SAS) program을 이용하여 분산분석(ANOVA) 하였으며, 시료 간 차이의 유무는 Duncan's multiple range test로 상호비교 분석하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

항균성 담자 균류 소재 탐색

우선 96 well plate method로 시중에서 구입할 수 있는 식용 버섯 13종의 장내 유해균인 *E. limosum*를 억제하고 유익균인 *B. fragilis*를 증진시키는 식품 소재를 선발하였고 측정 한 결과는 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 석이버섯의 80% 에탄올 추출물이 *E. limosum*에 대하여 80% 이상의

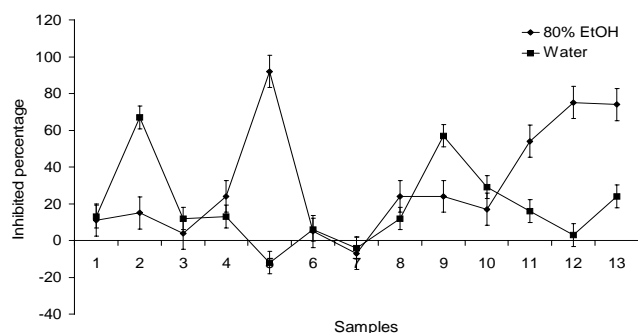


Fig. 1. Antimicrobial activity of edible mushroom extracts against *Eubacterium limosum*. Sample numbers in Table 1.

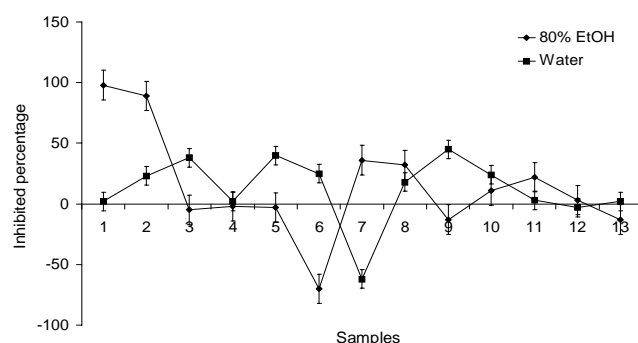


Fig. 2. Antimicrobial activity of edible mushroom extracts against *Bacteroides fragilis*. Sample numbers in Table 1.

Table 2. Antimicrobial activity of 80% EtOH extract from *Gyrophora esculenta* fruit body against microorganisms

Microorganism ¹⁾	Clear zone (mm) ²⁾
<i>Eubacterium limosum</i> KCTC 3326	13±0.78 ³⁾
<i>Bacteroides fragilis</i> KCTC 3688	ND ⁴⁾
<i>Clostridium perfringens</i> KCTC 5100	15±0.35
<i>Clostridium paraputrificum</i> KCTC 5331	17±0.82
<i>Clostridium difficile</i> KCTC 5009	14±0.04
<i>Clostridium ramosum</i> KCTC 3323	12±0.05

¹⁾Final cell concentration for each bacterium was approximately 1.0×10⁶ cfu/mL.

²⁾500 mg/mL of extract was absorbed into paper disc (ϕ8 mm) and diameter of clear zone was measured.

³⁾Values are mean±SD (n=3).

⁴⁾Not detected.

높은 항균력을 나타내었고 열수추출물은 20% 이하의 낮은 항균력을 나타내었다. 또한 팽이, 해송이 버섯의 열수 추출물은 *E. limosum*에 대하여 60%의 항균력을 보였다. 운지버섯 에탄올 추출물은 유익균인 *B. fragilis*의 생육을 60% 이상 증진시켰고, 목이버섯 열수추출물, 팽이, 버들송이 버섯 에탄올 추출물도 *B. fragilis*의 생육을 증진시켰다.

선발된 담자 균류 소재의 기타 장내 유해 미생물 항균 활성

96 well plate method을 통하여 선발된 소재인 석이버섯 80% 에탄올 추출물의 6균주에 대한 paper disc method로 측정된 결과는 Table 2, Fig. 3에 나타내었다. 석이버섯 80% 에탄올 추출물은 *C. paraputrificum* KCTC 5331의 경우 평

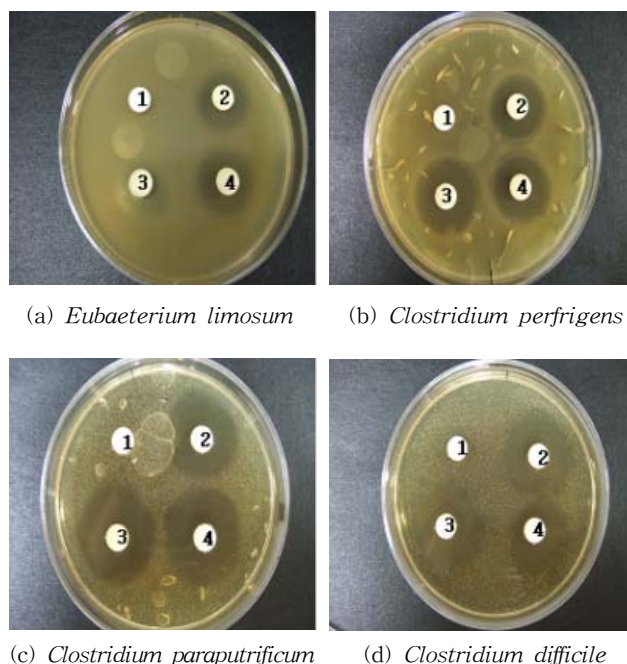


Fig. 3. Antimicrobial activity of 80% EtOH extract from *Gyrophora esculenta* against *E. limosum* and *Clostridium* spp. ① Control: 80% EtOH, ②~④ 80% EtOH extract from *G. esculenta* fruit body.

균 17 mm의 clear zone을 형성하며 가장 큰 항균력을 나타냈으며, *C. perfringens* KCTC 5100과 *C. difficile* KCTC 5009에서도 각각 평균 15, 14 mm의 clear zone을 형성하였다. 그리고 *E. limosum* KCTC 3266에 대해서도 평균 13 mm의 clear zone을 형성하며 항균력을 나타내었다. 이러한 결과를 통하여 석이버섯 에탄올 추출물이 *Clostridium* spp.에 대하여 항균력을 가지고 있는 것으로 판단된다. 이는 양송이버섯, 느타리버섯 메탄올 추출물에서 11 mm의 clear zone을 형성한 Kim 등(18)의 연구 결과와는 달랐다. 198종의 각 버섯 추출물을 이용하여 19종의 병원균에 대한 항균활성을 검정한 결과 총 79종의 에탄올 추출물이 병원균에 대하여 광범위하게 항균력을 나타낸 Kim(19)의 결과와는 유사했다. 반면 *B. fragilis*에 대해서는 항균력이 나타나지 않았다.

미생물의 최소화해농도 측정

석이버섯 80% 에탄올 추출물의 농도를 100 mg/mL, 50 mg/mL, 25 mg/mL, 12.5 mg/mL로 희석한 것을 시료로 하여 *E. limosum* KCTC 3266과 *Cl. perfringens* KCTC 5100 균주에 대하여 측정된 결과, *E. limosum* KCTC 3266, *Cl. perfringens* KCTC 5100균주 모두 25 mg/mL 농도가 최소화해농도로 나타났다(data not shown).

pH 및 열 안정성

pH와 열처리에 따른 석이버섯 80% 에탄올 추출물의 항균 활성은 결과는 Fig. 4, Fig. 5에 나타내었다. pH 변화에 따른 항균활성의 경우에는 산성 또는 pH 4, 8에서는 활성을 잃어



Fig. 4. pH stability of 80% EtOH extract from *Gyrophora esculenta* fruit body against *Eubaeterium limosum*. ① Control 1: 0.1 N NaOH, ② Control 2: 0.1 N HCl, ③ pH 8, ④ pH 4, ⑤ pH 2.

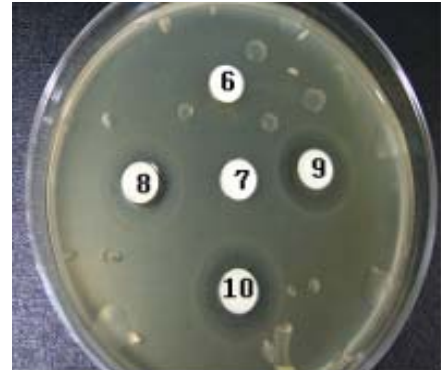


Fig. 5. Heat stability of 80% EtOH extract from *Gyrophora esculenta* fruit body against *Eubaeterium limosum*. ⑥ Control 1: not temperature treatment, ⑦ Control 2: 80% EtOH, ⑧ 121°C, 15 min, ⑨ 100°C, 10 min, ⑩ 80°C, 10 min.

Table 3. Effects of extracts from *Gyrophora esculenta* and *Coriolus versicolor* on body weight gain and epididymal adipose in the rats

Groups ¹⁾	Weight gains (g)			
	Initial	Final	Gains	Epididymal adipose
Normal	222.83 ± 7.22 ^{2)NS3)}	347.66 ± 6.56 ^{NS}	124.83 ± 6.88 ^{NS}	6.14 ± 1.50 ^{NS}
High fat	230.50 ± 3.72	368.83 ± 9.70	138.33 ± 6.71	8.93 ± 1.06
GE	238.33 ± 8.31	390.16 ± 23.47	151.83 ± 15.89	11.69 ± 2.53
CV	232.62 ± 9.23	398.16 ± 25.02	165.54 ± 17.13	10.74 ± 1.30

¹⁾Normal=normal diet group, High fat=high fat diet group, GE=80% EtOH extract from *G. esculenta* fruit body, CV=Hot-water extract from *C. versicolor* mycelia.

²⁾All values are mean ± SD (n=8). ³⁾Not significant.

버리지 않았으나 pH 2에서는 어느 정도 항균활성이 pH 4, 8보다 실패되는 현상을 나타내었다. 80°C, 100°C에서 10분, 121°C에서 15분 열처리하여 시료로 사용한 경우의 항균력은 열처리하지 않은 대조구의 항균력에 비해 항균력이 감소하지 않은 결과로 나타나 매우 높은 열안정성을 나타내었다.

동물실험

실험동물의 체중변화는 Table 3에서 보는 바와 같이 체중 증가량은 석이버섯 자실체 에탄올 추출물 투여군의 경우 일반 식이에 비하여 21.6%, 고지방식이군에 비하여 9.8% 증가하였고 부고환 지방의 무게 또한 일반 식이와 고지방식이군에 비하여 각각 90.4%, 30.9% 증가하였다. 보고서에 의하면 8주령의 흰쥐에 고콜레스테롤 식이로 6주간 사육한바 정상군에 비하여 간과 부고환지방의 무게가 유의하게 증가하여 비대해졌다고 하였다. 본 실험결과도 고지방식을 섭취한 쥐에 석이버섯과 운지버섯을 급여하여도 지방이 축적되어 부고환지방이 비대해진 것으로 보아 석이버섯과 운지버섯이 체중 감소에 영향을 주지 않고 부고환지방의 지방축적을 억제하지는 못하는 것으로 생각된다. 장내미생물에 미치는 영향은 Table 4에 나타난 바와 같이 석이버섯 80% 에탄올 추출물 투여군과 고지방식이만 투여한 군을 비교한 결과, *Bifidobacterium* spp.의 경우 고지방식이군의 경우 10^8 정도 존재하는 것에 비해 석이버섯 에탄올 추출물 투여군은 10^{11}

Table 4. Analysis of intestinal microflora in the rats fed with extracts from *Gyrophora esculenta* and *Coriolus versicolor*

Microorganisms	Group ¹⁾ (CFU/mL)			
	Normal	High fat	GE	CV
<i>Enterobacteriaceae</i>	1.3×10^7	4.2×10^8	2.7×10^6	4.8×10^6
<i>Bifidobacterium</i>	4.1×10^8	4.0×10^8	5.2×10^{11}	5.7×10^6
<i>Clostridium</i>	6.8×10^7	8.5×10^8	8.8×10^6	5.0×10^7
<i>Staphylococcus</i>	1.0×10^8	2.1×10^7	8.8×10^4	3.3×10^4
<i>Eubacterium</i>	1.9×10^6	2.5×10^8	1.0×10^6	1.9×10^6
<i>Bacteroidaceae</i>	2.9×10^7	3.6×10^8	3.6×10^8	3.9×10^6
<i>Yeast</i>	2.8×10^8	2.9×10^8	6.3×10^6	1.3×10^6

¹⁾Normal=normal diet group, High fat=high fat diet group, GE=80% EtOH extract from *G. esculenta* fruit body, CV=Hot-water extract from *C. versicolor* mycelia.

이 존재하는 것으로 보아 *Bifidobacterium*을 상당히 증진시켰고, *Clostridium* spp.와 *Eubacterium* spp.의 경우 고지방식이군은 평균 10^8 정도 존재하는 것에 비해 석이버섯 에탄올 추출물 투여군은 10^6 정도 존재하는 것으로 나타나 이를 통하여 10^2 정도 감소된 것을 알 수 있었다. 그러나 운지버섯 균사체 열수추출물 군의 경우는 전반적으로 장내 균총 변화에 영향을 미치지 못했다. 이러한 결과는 앞선 실험결과와 비교해 볼 때, 우선 석이버섯 에탄올 추출물의 경우, *Clostridium* spp.와 *Eubacterium* spp.에 대하여 높은 항균력을 나타낸 것과 같이 유사한 결과가 나타났으며, 장내 유해 미

Table 5. Sensory evaluation of liquid culture *Coriolus versicolor* containing 80% EtOH extract from *Gyrophora esculenta*

Mushroom (%)	Sensory score			
	Color	Flavor	Taste	Overall
0	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
3	6.00±0.92 ^b	6.33±0.72 ^{NS1)}	4.53±0.96 ^a	5.90±0.91 ^a
5	4.93±1.43 ^b	5.46±1.30 ^{NS}	4.86±2.13 ^a	5.23±1.43 ^a
7	4.53±1.80 ^b	4.93±1.57 ^{NS}	6.00±1.45 ^b	5.01±1.42 ^b
F-value	9.91	0.69	1.47	4.37

Any means in the same column followed by the same letter are not significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

¹⁾Not significant.

생물의 생육에는 별다른 영향을 미치지 못한 운지버섯 열수 추출물도 *in vitro* 결과와 비슷한 결과가 나타났다.

시음료 제조 및 관능평가

석이버섯 자실체와 운지버섯 균사체를 혼합하여 제조한 시음료에 대한 관능평가 결과는 Table 5와 같다. 석이버섯 추출물 3%, 5%, 7% 첨가구 모두 0.05% 유의수준에서 유의차를 보이지 않았고, 관능평가 항목인 색과 향은 석이버섯 추출물을 3% 첨가한 샘플이 각각 6.0, 6.33의 비교적 높은 점수를 나타냈고, 맛에서는 석이버섯 추출물을 7% 첨가한 샘플이 6.0으로 가장 우수하게 나타났으며, 전반적 기호도는 석이버섯 추출물을 3% 첨가한 샘플이 5.90으로 다른 sample에 비해 높은 점수를 받았다(p>0.05). 그러므로 기호도에서 다른 샘플 군에 비해 좋은 평가를 받은 운지버섯 균사체 배양액에 석이버섯 추출물 3%를 첨가한다면 앞으로 맛과 기능성을 가미한 음료로의 개발이 가능할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 비만과 관련된 요소 중 하나인 장내 균총을 개선하고자, 식이섬유소가 풍부하고 저칼로리인 담자균류 추출물을 이용하여 *in vitro* 상에서 비만 관련 장내 미생물에 대한 항균활성을 조사하였다. 항균성 담자균류 소재 탐색결과 석이버섯 자실체와 운지버섯 균사체의 추출물을 선발하였고, 선발된 담자균류 소재 추출물의 특성을 분석한 결과 열에 대단히 안정하였고, pH에도 비교적 안정한 것으로 나타났다. 또한 rat을 이용한 동물실험에서 석이버섯 80% 에탄올 추출물 투여군이 고지방식이만 투여한 군에 비하여, 장내 균총에서 *Bifidobacterium* spp.가 증가되었고, *Clostridium* spp.와 *Eubacterium* spp.는 감소된 것으로 나타났다. 석이버섯과 운지버섯 추출물이 첨가된 기능성 음료를 제조하고자 관능평가를 실시한 결과, 운지버섯 균사체 배양액에 석이버섯 추출물을 3% 첨가한 실험구가 가장 좋은 평가를 받았다. 이러한 결과를 토대로 석이버섯과 운지버섯 추출물이 장내 균총 개선을 위한 기능성 식품소재로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부의 농림기술개발과제(과제번호: 107056-3)의 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Park JH, Han NS, Yoo JY, Shin HK, Koo YJ. 1993. Screening of the foodstuffs influencing the growth of *Bifidobacterium* spp. and *Clostridium perfringens*. *J Korean Food Sci Technol* 25: 582-588.
2. Mistuoka T. 1982. Recent trends in research on intestinal flora. *Bifidobacteria Microflora* 1: 3-24
3. Bobek P, Ozdín L, Galbavý S. 1998. Dose- and time-dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rat. *Nutrition* 14: 282-286.
4. Ley RE, Turnbaugh PJ, Klein S, Gordon JI. 2006. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature* 444: 1027-1031.
5. Alexopolous CJ, Mims CW. 1979. *Introductory mycology*. John Wiley & Sons, NY, USA. p 573-587.
6. Herbert RA. 1992. A perspective on the biotechnological potential of extremophiles. *Trends Biotechnol* 10: 395-402.
7. Critten PD, Porter N. 1991. Lichen forming fungi; potential sources of novel metabolites. *Trends Biotechnol* 9: 409-414.
8. Sone Y, Misaki A. 1996. Isolation and chemical characterization of polysaccharides from Iwatake, *Gyrophora esculenta* Miyoshi. *Biosci Biotechnol Biochem* 60: 213-215.
9. Kim JW, Song KS, Yoo ID. 1995. Two phenolic compounds isolated from *Umbilicaria esculenta* as phospholipase inhibitors. *Han Guk Kyunhakhoe* 23: 526-530.
10. Lee JY. 1993. *Coloured Korean mushroom*. Academy Book Co, Seoul, Korea. p 241.
11. Mau JL, Lin HC, Chen CC. 1997. Non-volatile components of several medicinal mushroom. *Food Research International* 60: 763-766.
12. Dong Y, Kwan CY, Chen ZN, Yang MM. 1996. Antitumor effect of a refined polysaccharide peptide fraction isolated from *Coriolus versicolor* in vitro and in vivo studies. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 92: 140-148.
13. Kidd PM. 2001. The use of mushroom glucans and proteoglycans in cancer treatment. *Altern Med Rev* 5: 14-27.
14. Lee BW, Lee MS, Park KM, Kim CH, Ahn PU, Choi CU. 1992. Anticancer activities of the extract from the mycelia of *Coriolus versicolor*. *Korea J Appl Microbiol Biotechnol* 20: 311-315.
15. Tsang KW, Lam CL, Lam WK. 2003. *Coriolus versicolor* polysaccharide peptide slows progression of advanced non-small cell lung cancer. *Respiratory Medicine* 97: 618-624.
16. Critten PD, Porter N. 1991. Lichen forming fungi; potential sources of novel metabolites. *Trends Biotechnol* 9: 409-414.
17. Jeong EJ, Lee WJ, Kim KW. 2009. Effects of *Schizandra chinensis* extract on the growth of intestinal bacteria related with obesity. *J Korean Food Sci Technol* 41: 673-680.
18. Kim ST, Lee KH, Min TJ. 2003. Characteristics of antimicrobial activities for the human pathogenic microorganism by extracts from Korean mushrooms. *Korean J Mycology* 31: 67-76.
19. Kim EM. 2000. Studies on the screening of antibiotic activities of collected and identified mushrooms and bioactive substances from *Daedaleopsis tricolor*. *PhD Dissertation*. Dongguk University, Seoul, Korea.

(2010년 2월 23일 접수; 2010년 4월 7일 채택)