

# 담자균류 혼합발효를 이용한 숙취개선 효과에 대한 연구

권오성\*, 곽한식\*\*, 이준원\*\*

## 요약

알코올 남용은 인식장애, 피로감, 갈증, 두통, 구토, 근육통증 등의 숙취를 일으키고, 암을 발생시킬 수 있어서 한국에서는 광범위한 사회적, 의학적 문제로 나타나고 있다. 알코올 탈수소효소(ADH)와 알데히드 탈수소효소(ALDH)는 알코올 분해에 필요한 주요 효소로 알려져 있다. 담자균류는 동아시아지역에서 위장장애, 설사, 암과 같은 질병에 사용되고 있는 약용 버섯류이다. 이 연구에서는 담자균류와 울금 혼합발효물이 알코올 탈수소효소와 알데히드 탈수소효소의 활성을 증가시켜 알콜성 간질환의 예방과 숙취를 해결하는 재료와 음료 첨가물로 사용할 수 있음을 제시한다.

## A Study on Effects of Hangover Relief using Mixed Fermentation of the Basidiomycetes

Oh-Sung Kwon\*, Hahn-Shik Kwak\*\*, Jun-Won Lee\*\*

## ABSTRACT

Alcohol misuse often causes hangover, such as cognitive impairment, tiredness, thirst, headache, nausea, muscle pain and increased risk for cancer appears to be rising to the extent of a prime social and health problems in the Korea. Alcohol dehydrogenase (ADH) and aldehyde dehydrogenase (ALDH) are known as the key enzymes for the degradation of alcohol. Basidiomycota is a medicinal mushroom used in East Asia to prevent disease such as gastroenteric dysfunction, diarrhea, and cancers. Our results suggest that the mixed fermentation products of the basidiomycetes increased alcohol metabolizing ADH and ALDH activities *in vitro* and also indicate that fermentation products can be used to the relief of hangover, a drink additive and the protection of liver injury.

Key Words : Basidiomycetes, Hangover relief, Fermentation, Alcohol dehydrogenase(ADH), Aldehyde dehydrogenase(ALDH)

---

\* (주)보은물산(☐ohsung0626@hanmail.net)

\*\* 배재대학교 바이오·의생명공학과

· 제1저자(First Author) : 권오성 · 교신저자(Correspondent Author) : 이준원

· 접수일(2012년 8월 23일), 수정일(1차 : 2012년 10월 16일), 게재확정일(2012년 10월 19일)

## 1. 서론

사회생활 동안에 스트레스가 많고 회식과 접대가 잦은 현대인들에게 음주 기회가 증가되고 있다. 2005년도 한국 보건 사회 연구원의 국민건강영양조사 결과처리 및 통계분석 보고서에 따르면 음주로 인해 손실되는 사회경제적 비용이 연간 21조에 이른다고 언급하고 있으며, 우리나라 20세 이상 성인의 경우 한달에 남성은 11일, 여성은 약 4일로 평균 음주 빈도가 약 8일로 나타났고, 만취 횟수는 주1회 이상이 4.7% 정도, 1개월에 1회 내지 3회가 약 13.2%로서 이는 국민 건강과 사회적 측면에서 상당히 우려할 만한 수준이며, 과량의 알코올을 섭취하고 부작용으로 기억상실, 복부 팽만감, 갈증, 전신권태, 피로감, 구토, 설사 등의 숙취 현상으로 고생하고, 알코올 중독에 걸릴 위험성도 증가한다고 보고하였다.

숙취란 술을 자신의 대사 능력 이상으로 섭취함으로써 발생하는 두통 등의 불쾌한 신체적 상태를 말한다. 알코올 성분인 에탄올( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ )은 대부분 간에 존재하는 알코올 탈수소효소(Alcohol dehydrogenase : ADH)에 의해 아세트 알데히드( $\text{CH}_3\text{CHO}$ )로 대사되어 체내에 남아 숙취 증상을 일으킨다. 아세트 알데히드는 강한 독성 물질로서 알데히드 탈수소효소(Aldehyde dehydrogenase : ALDH)에 의해 초산( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )으로 분해되어 결국 호흡기를 통해 이산화탄소와 신장을 통해 물로 배출된다[1].

ADH는 보통사람은 체내에 항상 존재하고 있으나 ALDH의 경우에는 ALDH1, 및 ALDH2의 두가지 형태가 존재하며 몽고족계통의 동양인들은 ALDH2을 코딩하는 유전자의 변이형을 가져 분해 효율이 정상적인 효소의 8%만 가진다. 또한, 동양인의 경우 50%, 한국인의 경우 약 35%가 유전자가 결핍되어 있어서 음주시에 안면에 홍조를 띠거나 구토, 두통 등이 나타나는 아세트 알데히드 증후군으로 고통을 받고 있다 [2]. 이러한 숙취 현상을 효과적으로 완화시키기 위해

서는 아세트 알데히드의 분해가 빨리 이루어져야 한다.

천연 한방 소재 중 울금(*Curcuma longa* L.)은 생강과(Zingiberaceae)에 속하는 다년생 초본의 덩이줄기로 알려져 있다. 울금은 향기 성분보다 커큐미노이드(curcuminoids)에 의한 착색효과와 항암 효과가 중요한 것으로 평가되어 왔고[3], 한약재, 향신료 등의 약용으로, 중국 남부와 인도를 비롯한 동남아시아의 열대 지방과 일본의 오키나와에서 재배되며 오랜 기간 동안 인간에게 카레의 식용 재료와 약재로 사용되어왔다. 우리나라에서는 진도에서 울금의 대량재배가 성공한 이래 북부 산악지대를 제외한 각지에서 재배되고 있다.

동의보감과 본초 강목에 따르면 울금은 성분이 차며 맛이 맵고, 독성이 없고, 피를 멈추게 하고 나쁜 피를 제거하여 간장의 해독을 하고, 소변에 피가 섞여 나오는 요혈, 금속에 의해 입은 상처의 출혈인 금창을 치료한다고 서술하고 있다. 울금의 뿌리와 줄기의 성분은 항산화와 세포보호 역할을 수행하는데[4] 주성분은 지표성분인 커큐민(curcumin)과 유사체인 calebin, cyclocurcumin, demethoxycurcumin 등과 [5] Hydrazinocurcumin[6]이 존재하며, 식물성 스테롤(sterols) 및 정유성분, 기타 지방유, 전분, 과당을 함유하고 있는 것으로 보고되고 있다[7].

최근 커큐민의 연구로는 항산화, 항암, 항염증, 항바이러스, 혈중지질강하작용, 소염작용, 혈관신생 억제작용, 콜레스테롤(cholesterol)의 생합성에 관여하는 스쿠알렌 합성효소(squalene synthase) 억제 작용[8] 및 간에 축적된 콜레스테롤치를 저하시켜 간 및 신경계에 효능을 나타내는 결과가 보고되고 있다[9].

담자균류에 속하는 상황버섯(*Phellinus linteus*)은 오래전부터 식용 및 약용으로 널리 이용되고 있으며 항암효과[10], 혈중 콜레스테롤 함량 저하 효과 및 혈압 강하효과[12]와 이밖에 다양한 약리작용을 나타내는 생리활성물질들에 대한 연구가 광범위하게 진행되어

왔다. 이 외에도 버섯으로부터 분리된 생체기능조절 물질로써 혈당 강하물질인 ganoderan 화합물[13], 콜레스테롤 감소물질인 eritadenin[14], 신경제작용물질 ibodonic acid[15], lipoxygenase 저해물질 grifolic acid[16] 등 많은 다양한 구조의 저분자 생리활성물질들이 보고됨에 따라 천연물 학자들을 중심으로 활발한 연구가 진행되고 있다. 담자균 유래의 다당류들은 정상 세포에 독성을 나타내는 기존 항암제와는 달리 숙주의 저하된 면역 기능의 회복 및 증강에 의한 것으로 화학 요법제와는 달리 부작용이 거의 없는 것으로 알려져 있으며 항암 및 면역 활성 강화 신소재 및 식품으로 많은 연구 및 개발이 진행되고 있다[17][18]. 상황버섯은 전 세계적으로 약 221종이 보고 되어 있는데, 동정은 육안을 통한 형태적 특징 즉, 자실체의 형태, 강모체의 빈도, 숙주특이성 및 균사 조직에 따라 분류되고 있다. 2003년 3월 상황버섯이 식용으로 허가된 *Phellinus baumi*와 *Phellinus linteus* 종중에 본 연구진들은 *Phellinus linteus*의 균사체를 사용하였다.

따라서, 본문에서는 확보된 상황버섯 균사체를 이용하여 울금 등 전통 소재를 발효시켜 기능성, 효능성 및 기호성이 증대된 새로운 형태의 숙취해소 건강식품 및 음료의 개발이 가능한 실험적 증거를 제시하였다.

## II. 본 론

### 2.1 실험방법

#### 1) 상황버섯 담자균과 울금 발효액 시료의 준비

설탕 1.0-3.0%(w/v) 및 대두분 0.1-1.0%(w/v)을 함유하는 배지에 상황버섯을 접종하여 배양하고, 초기 배양 24 시간 후, 배지에 울금 0.1-0.5%(w/v)를 첨가하여 65~80시간 동안 추가 발효시켜 수득한 발효액을 10 mg/ml의 농도로 증류수에 녹여 준비하였다.

#### 2) 담자균류의 $\beta$ -glucan 함량 측정

버섯 기관의  $\beta$ -glucan 함량을 측정하여 함량이 높은 기관을 선택하기 위하여 자실체는 100 mesh 건조체를 시료로 사용하였고, 상황균사체 배양액은 에탄올로 침전하여 얻은 다당체를 사용하였다.  $\beta$ -glucan 함량은 Megazyme사 (Wicklow, Ireland)의  $\beta$ -glucan 분석법인 'Mushroom and Yeast Bata-Glucan Assay'법을 변형하여 실험하였다. Total glucan은 분석시료 20 mg을 정확히 측정하여 glass cap tube (16 × 120 mm)에 넣고, 1.5 mL 37% HCl 용액을 vortex 한 후 30°C에서 45분 반응한 후 10 mL water를 첨가하고 끓는 물에서 2시간 반응한 후 냉각시킨 후 10 mL 2 N KOH를 첨가하였다. 이를 100 mL 메스플라스크에 넣고 200 mM sodium acetate buffer(pH 5.0)로 정용하였다. 시료액에 생기는 불용성 물질은 1500 ×g에서 10분간 원심 분리하였다. 원심분리액 0.05 mL에 exo-1,3- $\beta$ -glucanase plus  $\beta$ -glucosidase(Megazyme, Wicklow, Ireland)를 0.05 mL 첨가한 후 40°C에서 60분간 반응시켰다. Glucose 정량 kit인 GOPOD reagent (Megazyme, Wicklow, Ireland)를 사용하여 glucose를 정량하여 계산법에 의해 total-glucan으로 환산하였다.  $\alpha$ -Glucan은 분석시료 20 mg을 정확히 측정하여 glass cap tube (16 × 120 mm)에 넣고, 2 mL 2M KOH 용액을 넣은 후 ice bath에서 20분간 교반 한 후 1.2 M sodium acetate buffer (pH 3.8) 8 mL을 넣고 즉시 0.2 mL amyloglucosidase plus invertase (Megazyme, Wicklow, Ireland)를 0.2 mL 첨가한 후 40°C에서 30분간 반응시켰다. 이를 1500 ×g에서 10분간 원심 분리하였다. 원심분리액 0.05 mL에 glucose 정량 kit인 GOPOD reagent (Megazyme, Wicklow, Ireland)를 사용하여 glucose를 정량하여 계산법에 의해  $\alpha$ -glucan으로 환산하였다.  $\beta$ -Glucan은 total-glucan과  $\alpha$ -glucan의 차에 의해 구한다.

#### 3) 울금의 커큐민 성분 함량 확인

HPLC(high-performance liquid chromatography)

조건은 0.5ml/min, 100% 메탄올, 424nm, C18 ODS 4.6 X250mm 5 $\mu$ 으로 수행하고 표준시약은 시그마 C7727 순도 (80-95%) Curcuminoid 500mg을 사용하며 울금(Tumeric) 배양액 1mg/ml (MeOH)을 배지에 0.1-1.0% 첨가하여 6일 배양 후 메탄올로 추출하여 사용한다.

#### 4) ADH와 ALDH 효소의 활성 측정방법

##### 가. ADH 활성

효소원은 동결건조된 S9 rat liver homogenate (MOLTOX Co.,USA)를 0.1% bovine serum albumin 용액 8 ml에 녹여 0.45  $\mu$ m syringe filter로 여과한 후 사용하였다. ADH의 활성 측정은 Itoh의 방법[18]을 변형하여 측정하였으며, 흡광도 340 nm에서 NADH의 생성속도를 지표로 사용하였다. 반응액의 조성은 증류수 1.4 ml, 1.0 M tris-HCl buffer (pH 8.8) 0.75 ml, 20 mM NAD<sup>+</sup> 0.3 ml, ethanol 0.3 ml, sample 0.1 ml의 혼합액과 효소원 0.15 ml를 cuvette에 넣어 총 3 ml이 되도록 조절하여 30 $^{\circ}$ C에서 5분간 preincubation 한 후, 5분간 340nm에서의 흡광도의 변화를 측정하였다. 이때, 시료를 첨가하지 않은 것을 대조군으로 하였다. 시료의 ADH 활성은 대조군에 대한 상대활성(%)으로 측정하였다.

##### 나. ALDH 활성

ALDH의 활성 측정은 Itoh의 방법[19]을 변형하여 측정하였으며, 흡광도 340 nm에서 NADH의 생성속도를 지표로 사용하였다. 증류수 2.1 ml, 1.0 M tris-HCl buffer (pH 8.0) 0.3 ml, 20 mM NAD<sup>+</sup> 0.1ml, 1.0 M acetaldehyde 0.1 ml, 3.0 M KCl 0.1 ml, 0.33 M 2-mercaptoethanol 조성을 가진 반응액 0.1 ml과 sample 0.1 ml의 혼합액과 효소원 0.1 ml를 cuvette에 넣어 총 3 ml이 되도록 조절하여 30 $^{\circ}$ C에서 5분간 반응시켜 5분간 340 nm에서의 흡광도의 변화를 측정하였다. 이때, 시료를 첨가하지 않은 것을 대조군으로

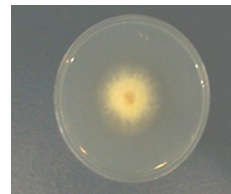
하였다. 시료의 ALDH 활성은 대조군에 대한 상대활성(%)으로 측정하였다.

## 2.2 실험결과

### 1) 균사체의 $\beta$ -glucan 함량

상황버섯 균사체 배양은 그림 1처럼 5L-발효조를 통하여 배양한 상등액 및 균사체를 회수하고 건조하여 사용하였다.

배양 배지의 경우 식용 대두분 및 설탕을 사용하여 배양시 단가상승이 크지 않았으며 첨가 한약재의 경우도 농축액등을 사용하여 전처리 비용 등이 발생하지 않았다. 건조 분말 소재의 경우에는 동결건조 및 열풍건조를 실시하였는데 방법에 따른 비용의 차이가 커서 안정성 검증 등을 고려하여 결정하였다.



(A)



(B)

그림 1. 상황버섯 균주(A)과 혼합발효 건조분말(B)  
Fig 1. Sanghwang mushrooms colony(A) and dehydrated powder of mixed fermentation(B)

Megazyme사의 Mushroom and Yeast Bata-Glucan Assay kit를 사용하여  $\beta$ -glucan 함량을 분석한 결과는 다음과 같다. 상황버섯 자실체  $\beta$ -glucan 함량은 8.5%이고, 균사체  $\beta$ -glucan 함량은 13.9%로 상황버섯 자실체의  $\beta$ -glucan 함량보다 높은 수준이었다. (표 1)

표 1. α-glucan과 β-glucan 함량  
Table 1. Content of α-glucan and β-glucan

|            | Total-glucan<br>(mg/L) | α-glucan<br>(mg/L) | β-glucan<br>(mg/L) |
|------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| 자실체<br>추출액 | 8.5                    | 0.69               | 7.81               |
| 균사체<br>배양액 | 13.9                   | 5.97               | 7.93               |

### 2) 커큐민 성분 확인

올금 내의 커큐민 함량을 측정하기 위하여 메탄올로 추출한 시료 10 mg/ml을 고성능액체크로마토그래피(high-performance liquid chromatography, HPLC)에 주입하여 폴리머로 충전된 컬럼을 통과시켜 크기와 무게에 따라 순수 분리된 커큐민의 함량을 측정했다.

동결건조한 시료와 (그림 2) 열풍건조한 (그림 3) 시료에서 피크의 양을 비교한 결과 커큐민의 함량이 동결건조한 시료에서 약 1.35배로 많았다. 이 결과는 열풍에 의해 커큐민이 파괴되었다고 할 수 있다.

상황균사체 배양액에 올금 동결건조 시료를 0.5%의 농도로 첨가하여 혼합 배양하였다. 이 배양액을 고성능액체크로마토그래피에 주입하여 커큐민의 함량을 측정한 결과 커큐민은 파괴되지 않고 배양액에 존재하고 있음을 확인하였다. (그림 4)

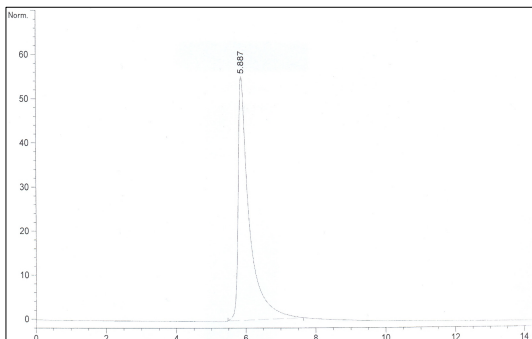


그림 2. 동결건조 시료에서 커큐민의 함량  
Fig 2. Content of curcumin in lyophilized sample

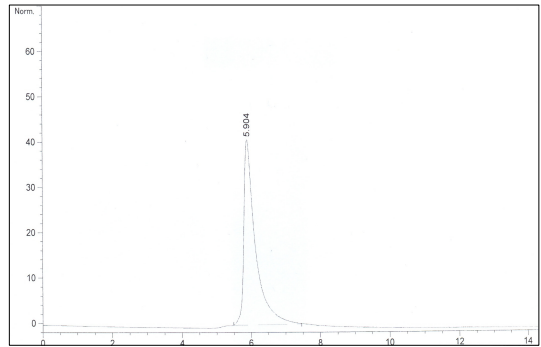


그림 3. 열풍건조 시료에서 커큐민의 함량  
Fig 3. Content of curcumin in hot-air dried sample

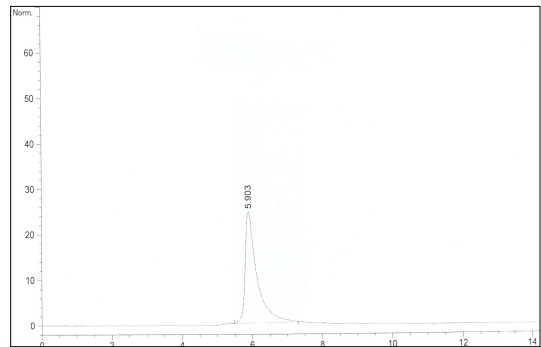


그림 4. 올금과 균사체 혼합발효 시료에서 커큐민의 함량  
Fig 4. Content of curcumin in dehydrated powder of Mixed Fermentation

### 3) ADH와 ALDH 효소의 활성

혼합배양시료의 알콜 분해능력을 실험하기 위하여 시료를 넣지 않은 대조군 실험군을 100으로 하고 그 상대적인 분해력을 실험하였다. 일반적으로 단백질과 칼슘, 인, 구리등의 무기질이 풍부하여 숙취해소에 사용되는 굴과 간기능을 촉진시키는 효능이 알려져 있는 영지버섯을 가열하여 얻어진 물 용액 추출물과 비교하였다. 굴 추출물보다 ADH 효소의 능력을 9%, ALDH 효소의 능력을 5% 정도 증가시켰고 영지버섯 추출물보다 ADH 효소의 능력을 27%, ALDH 효소의 능력을 16% 정도 증가시켰다.

표 2. ADH와 ALDH의 알콜 분해능력  
Table 2. ADH and ALDH activity for alcohol

|        | ADH(%) | ALDH(%) |
|--------|--------|---------|
| 혼합배양시료 | 107.4  | 106.4   |
| 굴      | 98.1   | 101     |
| 영지버섯   | 80     | 90      |

### III. 결론

경찰청에서 '주폭(酒暴)'과의 전쟁을 선포 했다고 한다. 사회질서를 어지럽히는 사회적 위해범들의 위협성은 평범한 일반인들에게 위협이 될 수 있다. 음주로 인한 사회적 손실이 연간 23조이고 살인, 음주운전, 가정폭력, 성폭력, 공무집행방위로 이어지기 때문에 그 위험은 더 크다. 더욱이 큰 문제는 알콜중독, 정신분열증, 치매, 알츠하이머 등의 병으로 진전이 되는데 있다.

주폭과의 전쟁보다 시급한 해결과제는 알콜중독 환자에 대한 사회적 치료 기반을 서둘러 마련하고 술을 즐기는 평범한 일반시민에 대한 인권문제를 잘 해결하는데 있다. 그렇지 않는다면 불안한 시민의식은 또 다른 행동양식으로 표출 될 수 있다. 이러한 여러 가지 문제점 때문에 숙취 개선을 해결할 수 있는 안전한 식품의 개발이 시급하다.

국내 숙취해소음료 시장은 1992년 CJ에서 음료제품을 출시하면서 시장이 형성 되었으며 이후 20여개의 제품이 출시되었으나, 1997년 IMF 경제위기 이후 대부분의 제품이 사라지고 뚜렷한 제품이 개발되지 않고 있다. 담자균류 및 울금을 포함한 한방소재를 이용한 식품 소재들은 안전성이 이미 확보되어 있고, 기존 식품생산에 활용되지 않는 대상을 목적으로 하기 때문에 숙취 해소제 뿐 아니라 새로운 식품에 대한 적용 기술 향상이 가능할 것이다.

이 논문에서는 담자균류와 울금의 혼합발효에 의해 얻어진 산물은 알콜분해 능력이 뛰어나 숙취해소에 필요한 음료나 식품의 첨가물로써 가능성을 확인하였다. 담자균류 혼합발효 시료는 ADH와 ALDH의 효능을 높이고 알콜의 분해를 빨리 진행시켜 물과 CO<sub>2</sub>가 소변과 호흡을 통해 배출되도록 유도한다. 따라서, 알콜이 혈액으로 순환되어 인체내 장기에 안좋은 영향을 주기 전에 빠르게 숙취가 해소되도록 하는 결과를 나타낼 수 있다. (그림 5)

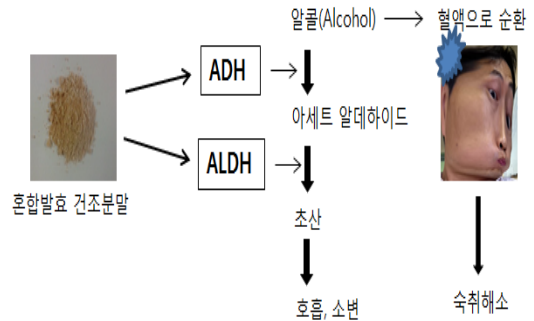


그림 5. 알콜대사과정과 혼합발효 시료의 알콜분해능력 도식도

Fig 5. The Schematic diagram of metabolic pathway for alcohol and mixed fermentation products on alcohol detoxification

이 논문에서 얻어진 결과를 토대로 담자균류 및 울금의 천연 한방소재 유효성분의 혼합 기술의 안정화와 혼합발효 기술을 확보하고 최적 발효조건 확보에 따른 개발 제품의 안전성 및 경제성 제고할 수 있는 연구가 필요하다. 고가의 자실체 대신 저가의 균사체를 인공으로 대량 배양하여 고가의 자실체와 비슷한 효능을 갖는 상황버섯 추출물을 양산하는 기술 및 울금 등 한방원료의 혼합 배양에 따른 원료 및 비용절감에 있어 효과가 클 것으로 판단되어 상용화시 비용절감 효과가 기대된다.

참고문헌

- [1] R. Swift, and D. Davidson, "Alcohol hangover: mechanisms and mediators," *Alcohol Health Res World*, Vol. 22, pp.54 - 60, 1998.
- [2] M.Y. Eng, S.E. Luczak, and T.L. Wall, "ALDH2, ADH1B, and ADH1C genotypes in Asians: a literature review," *Alcohol Res Health*, Vol. 30, pp.22 - 27, 2007.
- [3] A.J. Ruby, "Anti-tumour and antioxidant activity of natural curcuminoids," *Cancer letters*, Vol. 94, pp.79-83, 1995.
- [4] S. Toda, "Natural Antioxidants. Components Isolated from Rhizome of *Curcuma longa L.*," *Chem. Pharm. Bull.*, Vol.33, pp.1725-1728, 1985.
- [5] W. Syu. "Cytotoxicity of Curcuminoids and some novel compounds from *Curcuma zedoaria*," *J. Nat. Prod.*, Vol. 61, pp.1531-1534, 1998.
- [6] J.S. Shim, D.H. Kim, H.J. Jung, J.H. Kim, D. Lim, S.K. Lee, K.W. Kim, J.W. Ahn, J.S. Yoo, J.R. Rho, J. Shin, and H.J. Kwon, "Hydrazinocurcumin, a Novel Synthetic Curcumin derivative, is a potent inhibitor of endothelial cell proliferation," *Bioorganic & medicinal Chemistry*, Vol. 10, pp.2987-2992, 2002.
- [7] P.T. Hermann, "Pharmacology of *Curcuma longa*," *Planta Med*, Vol. 57, pp.1-7, 1990.
- [8] R.A. Sharma, "Curcumin: The story so far" *European J. Cancer*, Vol. 41, pp.1955-1968, 2005.
- [9] E. Song, "Diarylheptanoids with free Radical Scavenging and Hepatoprotective Activity *in vitro* from *Curcuma longa*," *Planta Med*, Vol. 67, pp.876-877, 2001.
- [10] T.L. Lu, G.J. Huang, T.J. Lu, J.B. Wu, C.H. Wu, T.C. Yang, A. Iizuka, and Y.F. Chen, "Hispolon from *Phellinus linteus* has antiproliferative effects via MDM2-recruited ERK1/2 activity in breast and bladder cancer cells," *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 47, pp.2013 - 21, 2009.
- [11] D. Sliva, A. Jedinak, J. Kawasaki, K. Harvey, and V. Slivova, "*Phellinus linteus* suppresses growth, angiogenesis and invasive behaviour of breast cancer cells through the inhibition of AKT signalling," *British Journal of Cancer*, Vol. 98, pp.1348 - 1356, 2008.
- [12] X. Zou, X. Guo, and M. Sun, "pH control strategy in a shaken minibioreactor for polysaccharide production by medicinal mushroom *Phellinus linteus* and its anti-hyperlipemia activity," *Bioprocess Biosyst Eng*, Vol. 32, pp.277-281, 2009.
- [13] Q. Dong, Y. Wang, L. Shi, J. Yao, J. Li, F. Ma, and K. Ding, "A novel water-soluble  $\beta$ -D-glucan isolated from the spores of *Ganoderma lucidum*," *Carbohydr Res*, Vol. 353, pp.100-105, 2012.
- [14] J. Enman, D. Hodge, K.A. Berglund, and U. Rova, "Production of the bioactive compound eritadenine by submerged cultivation of shiitake (*Lentinus edodes*) mycelia," *J Agric Food Chem*, Vol. 56, pp.2609-2612, 2008.
- [15] B. Merova, P. Ondra, M. Stankova, and I. Valka, "Isolation and identification of the *Amanita muscaria* and *Amanita pantherina* toxins in human urine," *Neuro Endocrinol Lett*, Vol. 29, pp.744-748, 2008.
- [16] M. Ye, J.K. Liu, Z.X. Lu, Y. Zhao, S.F. Liu, L.L. Li, M. Tan, X.X. Weng, W. Li, and Y. Cao, "Grifolin, a potential antitumor natural product from the mushroom *Albatrellus confluens*, inhibits tumor cell growth by inducing apoptosis *in vitro*," *FEBS Lett*, Vol. 579, pp.3437-3443, 2005.
- [17] T. Zhu, S.H. Kim, C.Y. Chen, "A medicinal mushroom: *Phellinus linteus*," *Current Medicinal Chemistry*, Vol. 13, pp.1330 - 1335, 2008.
- [18] J.C. Verster, and R. Penning, "Treatment and prevention of alcohol hangover," *Curr Drug Abuse Rev*, Vol. 3, pp.103-109, Review, 2010.
- [19] S. Itoh, T. Matsuyama, and T. Kamataki, "Low activity of aldehyde dehydrogenase (ALDH) in liver of *Suncus murinus*: possible explanation for high sensitivity to alcohol," *J Toxicol Sci*, Vol. 22, pp.111 - 115, 1997.

저자소개



권오성(Oh-Sung Kwon)

2001. 연세대학교 생명공학과(공학박사)  
2009. 바이오라이프 개발이사

2010년 ~ 현재 (주)보은물산 연구개발이사

※ 관심분야: 생리활성대사산물, 기능성 식품소재 개발



곽한식 (Hahn-Shik Kwak)

연세대학교 생화학과 이학박사  
미국 국립보건원 Visiting Fellow

1988년 ~ 현재 배재대학교 바이오·의생명공학과 교수

※ 관심분야: 노화방지, 숙취해소 식품개발



이준원 (Jun-Won Lee)

2001 연세대학교 생명공학과(공학박사)  
2006 전남대학교 의과대학 연구교수

2008년 ~ 현재 배재대학교 바이오·의생명공학과 조교수

※ 관심분야: 생리활성대사산물, 골 질병 약제 개발