한국산학기술학회논문지
Vol. 9, No. 1, pp. 189-194, 2008

인진쑥 배지에서 배양한 노루궁뎅이버섯 균사체 추출물(HEAC)의 알코올 대사촉진 활성

최원식[1*], 장도연[1], 차경민[1], 박천규[2]

Enhanced Activities of Alcohol Methabolism by Extracts from *Hericium erinaceum* Hypha Cultivated with *Artermisia capillaris(HEAC)*

Won-Sik Choi[1*], Do-Yoen Jang[1], Kyung-Min Cha[1] and Chun-Kyu Park[2]

요 약 인진쑥 배지에서 배양한 노루궁뎅이버섯(HEAC), 노루궁뎅이 버섯과 인진쑥 추출물들의 음주 후 체내 알코올 농도의 감소 효과를 확인하였으며, 또한 혈중 알코올 탈수소효소 및 아세트알데히드 탈수소효소의 활성을 조사하여 알코올 분해 활성을 조사하였다. 체내 알코올 농도 측정결과 HEAC의 경우 170분, 노루궁뎅이 버섯 추출물은 210분후에 혈중 알코올이 검출되지 않았다. 또한, HEAC는 알코올 탈수소효소 활성에서 대조군 보다 시간에 따라 154%, 노루궁뎅이버섯 추출물은 148%로 비교적 높은 활성을 나타내었다. 아세트알데히드 탈수소활성에서는 HEAC와 노루궁뎅이버섯 추출물이 대조구에 비해 104-111%이상의 효소활성이 유지되는 것을 확인하였으며 이들 추출물들은 알코올 분해 촉진작용이 매우 우수함을 알았다.

Abstract Alcohol concentration in the blood was effectively decreased by extracts from *Hericium erinaceum* hypha cultivated with *Artermisia capillaris* medium(HEAC), *Hericium erinaceum* hypha and *Artermisia capillaris* after dirnking. Also, the activities of alcohol dehydrogenase and acetaldehyde dehydrogenase in the blood was studied. As a result of testing an alcohol concentration in the blood, the alcohol in the blood was not detected after 170 min. in case of HEAC and after 210 min. in case of *Hericium erinaceum*. Compared to control, each activities of alcohol dehydrogenase of HEAC and *Hericium erinaceum* hypha was showed up to 154% and 148% respectively. The activities of the acetaldehyde dehydrogenase of both extracts from HEAC and *Hericium erinaceum* was maintained in the range of 104 to 110% compared to control. In conclusion, such extracts represent significant effect to facilitate decomposition of alcohol.

Key Words : 노루궁뎅이 버섯, 인진쑥, 알코올 분해

1. 서론

노루궁뎅이버섯은 일반적으로 졸참나무나 떡갈나무에 자생하는 버섯으로 학명으로는 *Hericium erinaceum*로 알려져 있으며, 민주름 버섯목(Aphyophorales), 턱수염버섯과(Hydnaecae), 산호침버섯속(Hericiaceae)에 속한다.[1,2] 노루궁뎅이 버섯은 한방에서 사용되는 약재로써 중국본초도감에 따르면 오장을 이롭게 하고, 소화를 도우며, 자양강장과 보신작용이 있다고 기록되어 있으며, 최근 노루궁뎅이버섯은 사람의 면역기능을 활성화 시키는 헤테로 β-D-글루칸이 100 g에 34.4 g정도 다량 함유하고 항암효과가 뛰어나며 치매예방을 할수있다고 알려져 있다.[3,4] 쑥은 우리나라 전역에서 봄철부터 자생하는 번식력이 강한 국화과 다년생 식물로써 우리나라에 30여종 알려져 있고 민간요법으로 많이 쓰여온 약초이며 동의보감에서는 황달, 급만성 간염에 처방하는 것으로 알려져 있다.[5] 그 중 인진쑥(*Artemisia capillaris*)은 냇가의 모래땅에서 자라는 다년초로서 높이 약 30-100 cm이며 겨울에 죽지

이 논문은 정부재원 (산업자원부 지역혁신센터 지원 사업비)으로 산업자원부의 지원을 받아 연구되었음
(MOCIE - RIC060605)
[1]순천향대학교 생명공학과
[2]코시스 바이오
*교신저자: 최원식(wschoi@sch.ac.kr)

않고 이듬해 줄기에서 다시 싹이 나온다고 해서 사철쑥 또는 정경쑥이라 불린다. 인진쑥의 연구는 정유성분에 대한 분석 및 항균활성과 추출물들의 항산화 활성, 항돌연변이 활성, 혈중 지질감소 및 간기능개선효과등이 각각 연구 되어있다.[6,7]

숙취는 그 원인이 아직 완전히 알려지지 않았지만, 알코올 분해의 부산물인 아세트알데히드에 의한 것으로 여겨지고 있으며, 아세트알데히드는 알코올에 의한 간 손상을 유발하는 주요 인자로 지적되고 있다.[8] 즉, 체내에 아세트알데히드를 분해시키는 아세트알데히드 탈수소효소가 부족하거나, 알코올의 과다섭취로 인해서 아세트알데히드의 혈중농도가 상승하여 불쾌감, 두통, 호흡곤란 또는 구토를 일으킨다.[9,10] 체내에 유입된 알코올의 대사는 주로 간 조직에서 2단계에 걸쳐 일어난다. 알코올 탈수소효소가 알코올을 아세트알데히드로 전환시키고, 전환된 아세트알데히드는 아세트알데히드 탈수소효소에 의하여 초산으로 산화된다.[11] 각 단계에서 산화된 NAD로부터 1분자의 환원형 NADH가 생성되며, NAD는 조효소의 역할을 한다. 초산은 이산화탄소와 물로 대사되거나 다른 분자의 합성에 쓰이고 혈액을 통해 다른 조직으로 운반된다. 위장과 간장의 알코올 탈수소효소는 기능이 같지만 화학적으로 구별되는 이소엔자임들이 매우 다양하고, 간장에만도 17종의 이소엔자임이 존재하는 것으로 알려져 있다.[12] 흡수된 에탄올은 우선 위장의 알코올 탈수소 효소에 의해서 일부가 대사되는데, 그 대사량은 남자의 경우 약 20~30%, 여자의 경우에는 10% 정도를 차지한다. 위장의 알코올 탈수소효소는 세포질 효소로서 Km치가 비교적 높으며, 일차통과대사의 주된 역할을 한다. 이 효소는 만성적으로 알코올을 섭취하는 사람들에게서는 그 활성이 저해를 받으며, 연령이 증가함에 따라 활성이 감소된다. [13,14]

본 연구에서는 인진쑥배지에서 배양한 노루궁뎅이버섯 추출물(HEAC), 노루궁뎅이버섯과 인진쑥 추출물들이 섭취된 체내 알코올의 분해력과 알코올 산화에서 생성되는 아세트알데히드의 분해력을 확인하였다.

2. 재료 및 방법

1) 균주 및 보존

본 연구에서 사용한 균주는 *Hericium erinaceum* (Bull. Fr. ex) Pers.로서 수원 농촌진흥청 농업과학기술원 응용미생물과에서 분양받았다. 균주는 PDA(potatodextrose agar) 사면배지에서 25℃로 10일간 배양한 후, 4℃에서 보존하였으며, 4주마다 계대배양 하여 실험에 사용하였다.

2) 접종원 제조 및 배양[15]

접종균의 전배양은 PDA배지에서 생육한 균사체를 직경 8mm의 stainless steel pipe로 무균적으로 절취하여 mycelium disk를 만든 다음, disk 5~6개를 YMPG (yeast-malt- peptone-glucose) 배지 50 ml에 접종하여 25℃에서 8일간 배양하였다.

본 배양은 종균용 배지 50 ml에 전배양액 5%(v/v)를 접종하여 25℃, 120 rpm으로 7일 동안 진탕배양하여 실시하였다. 이때 균질기(waring blendor BL91, Waring Co., Arabia)로 30초 동안 균질화하여 전배양액으로 사용하였다.

접종원 제조 및 배양은 노루궁뎅이 버섯균(*Hericium erinaceus*)을 pH 5.5로 조절된 YMPG(KH_2PO_4 2.0 g/L, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 1.0 g/L, 글루코스 10.0 g/L, 티아민-HCl 1.0 g/L, DL-아스파라진 1.0 g/L, 펩톤 2.0 g/L, 말트 추출물 10.0 g/L, 효모 추출물 2.0 g/L과 한천 20.0 g/L) 또는 MCM(K_2HPO_4 1.0 g/L, KH_2PO_4 0.46 g/L, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5 g/L, 글루코스 20.0 g/L, 펩톤 2.0 g/L, 효모 추출물 2.0 g/L과 한천 20.0 g/L) 배지에 접종하고, 배양온도 25℃, 교반속도 120 rpm으로 7일간 진탕 배양하여 접종원을 배양하였다.

3) 인진쑥 고체배지의 제조

인진쑥의 총 중량의 2배에 해당하는 물을 인진쑥에 첨가하고, 이를 120 ℃에서 2-4시간 멸균하여 고체배지를 제조하였다. 제조된 고체배지의 중량에 대하여 전배양액을 10%(w/w) 접종하고, 25 ℃에서 40 내지 50일 동안 균사체를 생육시켰다.

4) 추출물 시료의 제조

수득한 인진쑥 배지에서 배양한 노루궁뎅이버섯 균사체는 24시간 동안 상온에서 건조시킨 후 건조물 145 g에 30 %의 에탄올 3 L을 넣고 2주간 상온 추출하였다. 에탄올 추출액을 여과하여 80 ℃에서 농축한 다음 동결건조하였으며, 이하 HEAC로 명명하였다. 또한, 노루궁뎅이버섯 자실체와 인진쑥도 같은 방법으로 추출하여 시료로 사용하였다.

5) 체내 알코올 농도 측정[9]

혈중 알코올 농도는 음주측정기(SD-400PA, (주)독

스콤)로 체내 알코올 농도를 측정하였으며, 건강한 남자 8명(63 Kg ± 2.3)의 대학생을 1개조로 하여 실험하였다. 실험 대상자들에게 같은 메뉴의 동량의 식사(김밥복용)를 하고 30분후에 각 시료 2.25 g을 물 150 g에 용해시켜 복용하였다. 복용 후 30 분후에 소주 180 ml(참이슬, 20.1% 에탄올)를 30분에 걸쳐 마시게 하였다. 이때 안주는 동량의 과자류(30 g 내외)를 사용하였다. 음주 후 20분 단위로 200분이 경과할 때까지 11회에 걸쳐 음주측정기로 알코올 농도를 측정하여 기록하였다. 2-3일간격으로 같은 실험 참가자들이 3회 반복하여 실시하였다. 통계처리는 SPSS 프로그램을 사용하여 one way ANOVA test 후 Dunnet's t-test 하여 $p<0.05$에서 유의성을 검증하였다.

6) 알코올 분해효소 활성도 측정 실험[16)]

알코올 분해효소 활성도 측정은 체내 알코올 농도 측정실험 시 1시간 단위로 혈액 약 2 내지 3 ㎖을 채혈하였다. 이후 혈액은 15분가량 상온에 방치시킨 후 3000 rpm에서 30분간 원심분리하여 상층액만을 수거하였다. 50 mM sodium pyrophosphate 완충액(pH 8.8), 95 %(v/v) 에탄올 및 15 mM 베타-니코틴아미드 아데닌 디뉴클레오티드 용액(beta-NAD)을 각각 1.3, 0.1 및 1.5 ml로 혼합하고, 여기에 혈청 0.1 ml를 가한 후 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 하기 식에 대입하여 알코올 분해효소의 활성도를 구하였으며 3반복 실시하여 평균값을 실험값으로 정하였다. 통계처리는 5)의 방법과 동일하게 처리하였다.

활성도(%) = 실험구 흡광도 / 대조구 흡광도 × 100

7) 아세트알데히드 분해효소 활성도 측정실험[16)]

아세트알데히드 분해효소 활성도 측정은 위 알코올 분해효소 활성도 측정에서 채혈한 혈액을 사용하였으며, 1.0 M Tris-HCl 완충액(pH 8.0), 20 mM 베타-니코틴아미드 아데닌 디뉴클레오티드 용액(beta-NAD), 100 mM 아세트알데히드 용액(Acetal) 및 3.0 M 포타슘 클로라이드 용액(KCl)을 각각 0.3, 0.1, 0.05 및 0.1 ㎖로 혼합하고, 여기에 수득한 혈청을 0.1㎖로 가한 후 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도를 위 활성도 식에 동일하게 대입하였으며, 통계처리는 5)의 방법과 동일하게 처리하였다. 실험은 3반복 실시하였다.

3. 결과

1) 체내 알코올 농도 변화

체내 알코올 농도 실험은 노루궁뎅이 버섯 추출물, 인진쑥 추출물과 HEAC를 음주 30분전에 섭취한 후 시간에 따라 체내 알코올 농도를 확인하였다. 표 1과 그림 1에서 보는바와 같이, 음주 후 대조군의 경우 체내 알코올 농도가 완만히 감소하는 양상을 나타내었으며, 인진쑥 추출물의 경우 대조군 보다 알코올 농도가 낮게 조절되었으며,

표 1. 음주 후 시간에 따른 추출물들의 체내 알코올 농도변화

Time(min.)	Alcohol concentration (mean±S.E.M.[a], ppm)			
	none treat	HEAC	*Artemisia capillaris*	*Hericium erinaceum*
30	75±7.2	54±6.8	59±6.5	62±8.7
50	77±8.7	57±5.6	65±6.7	65±6.5
70	72±8.4	46±5.5	65±7.2	62±4.3
90	65±6.2	34±4.1	59±6.4	46±5.6
110	54±5.1	21±4.4	46±5.3	39±5.5
130	52±4.8	80±2.9	39±5.7	26±6.3
150	41±4.5	30±2.7	34±4.7	21±3.3
170	34±3.2	-[b]	28±3.5	15±2.1
190	26±2.8	-[b]	21±3.3	10±2.3
210	15±2.7	-[b]	10±2.5	-[b]
230	10±1.9	-[b]	-[b]	-[b]

a: $p<0.05$, b: none

230분후에 체내 알코올 농도가 나타나지 않았다. 노루궁뎅이 버섯 추출물은 알코올 농도가 인진쑥 추출물보다 빠르게 감소하여, 210 분후에 알코올 농도가 나타나지 않았다. HEAC의 경우는 체내 알코올 농도가 급격히 감소되고 170분 후에는 체내 알코올 농도가 검출되지 않았다. 이 결과 HEAC는 체내 알코올 농도를 급격히 저하시킴으로써 알코올 대사를 촉진 시킨다는 것을 알 수 있었다.

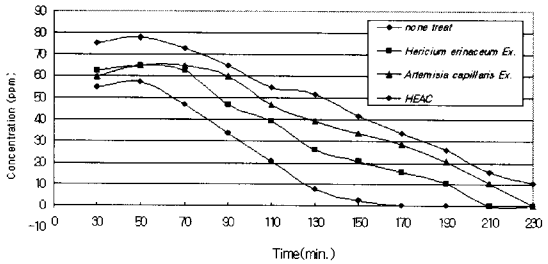


그림 1. 음주후 시간에 따른 추출물들의 체내 알코올 농도 변화.

2) 알코올 분해효소 활성

알코올 탈수소 효소활성측정은 알코올 분해실험에서 활성이 우수한 HEAC와 노루궁뎅이 버섯 추출물들에 대하여 실시 하였다. 표 2에서 보는바와 같이 체내 알코올의 양이 감소함에 알코올 분해효소 또한 감소하며 대조구와 비교하여 시간에 따라 HEAC의 경우 110.9, 151.4와 154.5%로 활성은 증가하여 높은 알코올 분해효소가 유지됨을 알았으며, 노루궁뎅이 버섯 추출물도 102.9, 137.0과 148.0%로 비교적 우수한 활성을 보여주었다.

표 2. 음주후 HEAC와 노루궁뎅이버섯 추출물의 알코올 탈수소효소 활성도

	Activity rate(mean±S.E.M.[a],%)		
	1hr	2hr	3hr
HEAC	110.9±4.8	151.4±3.2	154.5±4.3
Hericium erinaceum	102.9±3.6	137.0±4.1	148.0±5.4

a: $p<0.05$

3) 아세트알데히드 분해효소 활성

아세트알데히드 탈수소효소 활성측정 역시 HEAC와 노루궁뎅이버섯 추출물들에 대하여 실시 하였다. 효소활성 결과는 표 3에 나타내었다. 표 3에서 보는바와 같이 아세트알데히드 탈수소 효소측정에서도 알코올 탈수소 효소활성과 유사한 결과로 나타내었다. HEAC의 경우 대조군과 비교하여 116.7, 118.4와 108.3%로 아세트알데히드의 분해활성이 매우 우수한 것을 알았으며, 노루궁뎅이 버섯 추출물도 104.6, 110.0과 111.9%로 비교적 우수한 활성을 보여주었다.

표 3. 음주후 HEAC와 노루궁뎅이버섯 추출물의 아세트알데히드 탈수소효소 활성도

	Activity rate(mean±S.E.M.[a],%)		
	1hr	2hr	3hr
HEAC	116.7±3.5	118.4±2.4	108.3±2.2
Hericium erinaceum	104.6±2.1	110.0±3.6	111.9±3.4

a: $p<0.05$

4. 결론

인진쑥배지에서 배양한 노루궁뎅이 버섯(HEAC), 노루궁뎅이버섯과 인진쑥 추출물들의 음주후 시간에 따른 체내 알코올 농도, 알코올 탈수소효소활성과 아세트알데히드 탈수소효소활성을 측정하였다. 체내 알코올 농도측정 결과 HEAC와 노루궁뎅이버섯 추출물이 우수한 효과를 나타내었다. HEAC의 경우 음주 후 170분이내에 체내 알코올이 검출되지 않았으며, 노루궁뎅이버섯의 경우는 210분후에 알코올이 거의 검출되지 않았다. 알코올 탈수소효소 활성 실험에서도 HEAC의 경우 대조구에 비하여 110-150%이상의 활성을 유지함으로써 알코올 탈수소 효소 활성이 증진되는 것을 확인하였다. 또한, 노루궁뎅이 버섯 추출물의 경우 알코올 탈수소 효소활성의 효과를 보였지만 HEAC에 비해 조금 낮은 활성을 나타내었다. 아세트알데히드 탈수소효소 활성에서는 HEAC와 노루궁뎅이 버섯 추출물 모두 104-111%이상의 활성을 유지 함으로써 알데히드 탈수소효소를 활성화 시키는 작용이 있다는 것을 확인하였다.

참고문헌

[1] 조덕현 "원색한국의버섯", 아카데미서적, 2003.
[2] 이호득, "한국원색 약용버섯도감", 교학사, pp. 38, 1999.
[3] K. Nagai, A. Chiba, T. Nishino, T. Kubota and H. Kawagishi, "Dilinoleoyl-phosphatidylethanolamine from

Hericium erinaceum protects against ER stress-dependent Neuro2a cell death via protein kinase C pathway", J. Nutri. Biochem. , Vol. 17(8), pp. 525-530, 2006.

[4] M. Itoh, Y. Matsuike, K. Namba, K. Nakata,T. Tani and M. Kubo, "Anti-tumor activity of hot-water extract of *Hericium erinaceum* (Bull.: Fr.) Pers. (Yamabushitake)", Natural Med., Vol. 53(5), pp. 263-265, 1999.

[5] 구본홍, "동의보감", 민중서각, pp. 675, 1993.

[6] Y. Chih-Chiang, L. Miau-Rong, H. Shih-Lan, M. Chieh and J. Changa, "Supercritical fluids extraction of capillaris in from *Artemisia capillaris* and its inhibition of in vitro growth of hepatoma cells", J. Supercritical Fluids, Vol. 42, pp. 96-103, 2007.

[7] 조연희, 장매희, "인진쑥, 황해쑥, 사자발쑥의 정유성분 및 항균효과", 한국국제농업개발학회지, 제 13권 8호, pp. 313-320, 2001.

[8] R. Swift and D. Davison "Alcohol hangover, mechanisms and mediators", Alcohol Health Res. World, Vol. 22, pp. 54-60, 1998.

[9] 김민희, 정우택, 이진하, 박영식, 신명기, 김호상, 김동훈, 이현용 "중국산과 국내산 헛개나무 열매의 체내 알코올 분해능 및 간 해독작용", 한국약용식물학회지, 제 8권 3호, pp. 225-233, 2000.

[10] 정병선, "알코올의 대사적 영향", 한국식품영양학회지, 제4권, 제2호, pp. 207-212, 1991.

[11] H. A. Krebs and J. R. Perkins, "Genetic polymorphisms of alcohol metabolizing enzymes", Biochem. J., Vol. 118, pp. 635-644, 1970.

[12] D. P. Agarwal, "The physiological role of liver alcohol dehydrogenase", Pathol. Biol., Vol. 49, pp. 703-709, 2001.

[13] M. E. Lebsack, D. R. Peterson and A. C. Collus, "Preferential Inhibition Of The Low Km Aldehyde Dehydrogenase Activity By Pargyline", Biochem. Phaemacol, Vol. 26, pp. 1151-1153, 1976.

[14] 이정규, 최종원, 김석화, 김혜경, 한용남, "홍삼 다당체의 생리활성연구(Ⅰ)-알코올 중독 동물의 간장 알코올 해독계에 미치는 영향", 고려인삼학회지, 제22권 4호, pp. 260-266, 1998.

[15] 강태수, 천병익, "Pleurotus ostreatus의 액체종균 생산에 관한 연구", 강원대 산업기술연구논문집, 제8호, 1988.

[16] S. O. Tottmar, H. Petterson and K. H. Kiessling, "The subcellular distribution and properties of aldehyde dehydrogenase in rat liver", Biochem. J., Vol. 135, pp. 577-581, 1973.

최 원 식(Won-Sik Choi) **[정회원]**

- 1974년 2월 : 고려대학교 화학과 (이학사)
- 1977년 2월 : 고려대학교 화학과 (이학석사)
- 1985년 2월 : 고려대학교 화학과 (이학박사)
- 1982년 3월~1989년 2월 : 강릉대학교 화학과 교수
- 1989년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 생명공학과 교수

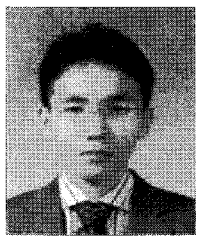
<관심분야>
유기화학, 천연물화학, 유기합성

장 도 연(Do-Yoen Jang) **[정회원]**

- 2002년 2월 : 순천향대학교 유전공학과 (이학사)
- 2004년 2월 : 순천향대학교 유전공학과 (이학석사)
- 2008년 2월 : 순천향대학교 생명공학과(이학박사)

<관심분야>
유기화학 유기합성 천연물화학

차 경 민(Kyung-Min Cha) **[정회원]**



- 2006년 2월 : 순천향대학교 유전공학과 (이학사)
- 2008년 2월 : 순천향대학교 생명공학과 (이학석사)

<관심분야>
유기화학 유기합성 천연물화학

박 천 규(Chun-Kyu Park) **[정회원]**

- 충남대학교 식품공학과 (이학사)
- 충주대학교 식품공학과 (이학석사)
- ~ 현재 : (주) 코시스 연구소장

<관심분야>
천연물화학 식품공학