

Research Note

약용식물 추출물의 에탄올대사 효소활성에 미치는 영향

도재호 · 광정원 · 이선정 · 노정진 · 이광승 · 김동청^{1*}
고려인삼제조(주) 부설연구소, ¹청운대학교 융합소재공학과

Effect of Medicinal Plant Extracts on the Ethanol-Metabolizing Enzyme Activities

Jaeho Do, Jungwon Gwak, Sunjeong Lee, Jung Jin Rho,
Kwangseung Lee, and Dong Chung Kim^{1*}

R&D center, Korea Ginseng MFG Co., Ltd

¹Department of Integrated Materials Engineering, Chungwoon University

Abstract

This study was conducted to certify the effect of aqueous extracts from fifty medicinal plants on the activities of alcohol dehydrogenase (ADH) and aldehyde dehydrogenase (ALDH) *in vitro*. Each aqueous extract was prepared by combining one-part medicinal plants with twenty-parts distilled water at 80°C for 8 h. Among the fifty medicinal plants, *Allium sativum* L. and *Cinnamomum cassia* Presl were regarded as an effective anti-hangover substance. *Allium sativum* L. extract increased ALDH activity more than 2 times compared with ADH activity, enhancing the acetaldehyde degradation. *Cinnamomum cassia* Presl extract dramatically inhibited ADH activity compared with ALDH activity, thus potently decreasing the acetaldehyde formation. ADH and ALDH activities were proportionally inhibited according to the increased concentration of *Cinnamomum cassia* Presl extract. The aqueous extract of *Cinnamomum cassia* Presl at a concentration of 45.33 µg/mL inhibited ADH activity by 52.8% and ALDH activity by 11.0%.

Key words: alcohol dehydrogenase, aldehyde dehydrogenase, anti-hangover, *Cinnamomum cassia* Presl, *Allium sativum* L.

서 론

에탄올은 우리 고유의 음주 문화와 현대인의 스트레스 해소용으로 그 소비가 꾸준히 증가하고 있다(Lee et al., 2009). 섭취한 에탄올은 대부분 십이지장과 소장에서 흡수되어 혈액을 따라 몸 전체로 퍼지고 최종적으로 간에서 분해된다(Marshall & Fritz, 1953). 에탄올은 간에서 acetaldehyde로 전환되는데 이 과정에 alcohol dehydrogenase (ADH)와 microsomal ethanol oxidizing system (MEOS)이 관여하며, 이때 ADH는 전체 에탄올의 80-90%를 분해하고 MEOS가 나머지를 처리하는 것으로 알려져 있다(Lieber, 1997). ADH와 MEOS에 의해 생성된 acetaldehyde는 독성이 매우 강한 물질로 aldehyde dehydrogenase (ALDH)에 의해 인체에 해를 미치지 않는 초산으로 바뀌어 간장 밖으로 배출

된다(Marshall & Fritz, 1953; Choi & Joo, 1993; Lieber, 1997).

에탄올의 과잉 섭취는 간 대사에 부정적인 영향을 미침으로써 간 세포에 손상을 입히는데 이는 에탄올 자체의 독성보다는 산화과정에서 생성된 acetaldehyde와 NADH에 의한 것으로 알려져 있다(Lieber et al., 1986; Paek, 1993; Kim, 1999; Lieber, 2004; Willner & Reuben, 2005). 에탄올 섭취 후 나타나는 이상 증상인 홍조, 오심, 갈증, 발한, 구토 뿐만 아니라 두통이나 속쓰림 등의 숙취도 주로 acetaldehyde에 기인한 것이다(Paek, 1993; Lieber, 1995; Kim, 1999). 알코올 중독이나 숙취를 감소시킬 수 있는 천연물을 찾는 연구(Xu et al., 2005)가 꾸준히 이루어지고 있으나 아직까지 현저한 효과를 나타내는 물질은 발견되지 않고 있다.

ADH와 ALDH를 동시에 활성화시킴으로써 에탄올과 acetaldehyde가 빨리 분해되도록 하는 천연물을 탐색하는 연구가 수행되었으나(An et al., 1999; Lee et al., 1999; Hwang et al., 2004; Yoo et al., 2009), 대부분 ALDH에 비해 ADH를 더 활성화시킴으로써 독성물질인 acetaldehyde를 축적시키는 경우가 많았다. 또한 천연물로부터

*Corresponding author: Dong Chung Kim, Department of Integrated Materials Engineering, Chungwoon University, Incheon 22100, Korea, Tel: +82-32-770-8186; Fax: +82-41-634-8740
E-mail: kimdc@chungwoon.ac.kr
Received May 30, 2017; revised August 1, 2017; accepted August 6, 2017

ADH의 활성을 저해하는 물질을 탐색함으로써 acetaldehyde가 천천히 만들어지도록 하는 보고가 있으나(Lee & Lee, 1999; Moon et al., 2004), 이러한 천연물들이 acetaldehyde를 제거해주는 효소인 ALDH의 활성을 저해 또는 촉진시키는지에 대한 학술적인 연구가 부족한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 국내에 자생하는 50종 약용식물의 열수 추출물을 대상으로 에탄올대사 효소활성에 미치는 영향을 탐색함으로써 숙취 해소제로의 가능성이 있는 천연 소재를 확보하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다. 본 연구를 통해 ADH보다 ALDH의 활성을 더 촉진시킴으로써 acetaldehyde를 빠르게 분해시키는 원료를 탐색하고, 또한 ADH의 활성을 대폭 저해하여 acetaldehyde의 생성을 억제하면서도 ALDH의 활성은 소폭 저해 또는 유지함으로써 acetaldehyde의 분해가 잘 이루어지게 하는 하는 원료도 탐색하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 약용식물 원료 50종은 건조된 상태의 것을 경동 한약도매시장(Seoul, Korea)에서 구입하였다. 에탄올대사 효소활성의 측정을 위해 β -nicotinamide adenine dinucleotide (β -NAD⁺), 효모 유래의 alcohol dehydrogenase (ADH)와 aldehyde dehydrogenase (ALDH)는 Sigma-Aldrich 사(St. Louis, MO, USA)의 제품을, 그 외 활성 측정에 필요한 시약은 1급 이상의 제품을 사용하였다.

약용식물의 수용액 추출물 제조

건조 상태의 약용식물 원료는 5-10 mm의 입자 크기로 절단한 후 시료 중량에 대해 20배의 증류수를 넣고 항온수조(Jeio Tech, Daejeon, Korea)를 사용하여 80°C에서 8시간 동안 추출하였다. 추출물은 1,610×g에서 10분간 원심분리하여 상정액을 얻은 후 0.45 μ m membrane filter (Whatman International, Springfield Mill, England)로 여과하여 시료로 사용하였다.

Alcohol dehydrogenase (ADH)의 활성 측정

ADH의 활성은 Yoo et al. (2009)과 Racker (1995)의 방법을 변형하여 측정하였다. ADH를 3 mg/mL의 농도로 0.1% bovine serum albumin을 포함한 0.01 M sodium phosphate 완충용액(pH 7.5)에 넣어 ADH 효소액을 제조하였다. ADH 효소 반응은 0.1 M sodium phosphate 완충용액(pH 7.0) 1.0 mL에 20 mM NAD⁺ 0.3 mL, 증류수 1.0 mL, 추출액 시료 0.2 mL과 ADH 효소액 0.2 mL를 넣고 30°C에서 5분간 preincubation한 후, 기질인 99.9% 에탄올을 0.3 mL 부가하여 30°C에서 5분 동안 반응시켜 생

성된 NADH의 흡광도를 340 nm에서 측정하였다. 이때 추출액 시료를 첨가하지 않은 것을 대조군으로 하였으며, 시료의 ADH 활성은 대조군에 대한 상대활성(%)으로 나타내었다.

Aldehyde dehydrogenase (ALDH)의 활성 측정

ALDH의 활성은 Tottmar et al. (1973)과 Yoo et al. (2009)의 방법을 변형하여 측정하였다. ALDH를 2.5 mg/mL의 농도로 0.1% bovine serum albumin을 포함한 0.1 M Tris/HCl 완충용액(pH 8.0)에 넣어 ALDH 효소액을 제조하였다. ALDH 효소 반응은 0.1 M Tris/HCl 완충용액(pH 8.0) 1.0 mL에 20 mM NAD⁺ 0.3 mL, 3.0 M, KCl 0.1 mL, 0.33 M 2-mercaptoethanol 0.1 mL, 증류수 0.8 mL, 추출액 시료 0.2 mL과 ALDH 효소액 0.2 mL를 넣고 30°C에서 5분간 preincubation한 후, 기질인 1.0 M acetaldehyde를 0.3 mL 부가하여 30°C에서 5분 동안 반응시켜 생성된 NADH의 흡광도를 340 nm에서 측정하였다. 이때 추출액 시료를 첨가하지 않은 것을 대조군으로 하였으며, 시료의 ALDH 활성은 대조군에 대한 상대활성(%)으로 나타내었다.

통계 분석

모든 시험은 세 번 반복하여 수행하였고, 결과는 평균± 표준편차로 나타내었다. 실험결과와 통계처리는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 일원배치 분산분석(ANOVA법)에 의해 유의성을 검증하였으며, 대조군과 유의적인 차이가 있는 실험군을 확인하기 위해 Dunnett's test ($p < 0.05$)를 실시하였다

결과 및 고찰

약용식물의 물 추출물이 ADH와 ALDH 효소활성에 미치는 영향

생약제로 사용되는 약용식물 50종을 대상으로 약리효과가 있다고 알려진 부위를 증류수로 추출하여 에탄올대사 효소활성에 미치는 영향을 확인하였다. 약용식물들은 일상에서 음용하는 조건에 적합하도록 뜨거운 물로 추출하여 찌꺼기만 제거한 뒤 농축이나 건조 과정 없이 바로 시료로 사용하였다.

Table 1에서 보듯이 원지, 연자육, 마, 황기, 속단, 생강, 지황, 석창포, 구릿대, 지골피, 고려영경귀, 오미자, 개나리, 아로니아, 진피 추출물은 에탄올대사의 주요 효소인 ADH와 ALDH의 활성에 크게 영향을 주지 않았다.

잔대, 백수오, 모시대, 무의 뿌리, 삼주, 천궁, 해동피, 오가피, 한련초, 무의 잎과 줄기, 피마자, 구기자, 사상자, 대추의 추출물은 ADH의 활성을 10% 이상 증가시켰으나, ALDH의 활성은 ADH에 비해 상대적으로 낮게 증가시키거나 감소시켰다(Table 1)으로써 독성 물질인 acetaldehyde의

Table 1. Effect of aqueous extracts of various medicinal plants on the activities of alcohol dehydrogenase (ADH) and aldehyde dehydrogenase (ALDH)

No	Scientific name	Korean name	Part used	Activity (%)	
				ADH	ALDH
1	<i>Polygala tenuifolia</i> Willd.	Wonji	Root	105.0±2.7 ¹⁾	105.7±2.5
2	<i>Polygonum multiflorum</i> Thunb.	Hasuo	Root	63.1±3.3	2.8±1.6
3	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i> Hara	Jandae	Root	111.1±2.9	108.9±2.8
4	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	Yeunjayeuk	Root	92.0±2.7	92.0±2.4
5	<i>Dioscorea batatas</i> Decne.	Ma	Root	109.9±2.4	99.8±2.2
6	<i>Cynanchum wilfordii</i> Hemsley	Baeksuo	Root	121.9±2.8	104.3±1.4
7	<i>Arctium lappa</i> L.	Wueong	Root	86.5±2.1	78.5±2.5
8	<i>Astragalus membranaceus</i> Bunge	Hwanggi	Root	107.2±2.2	107.2±1.9
9	<i>Phlomis umbrosa</i> Turcz.	Sokdan	Root	109.8±2.9	99.4±1.8
10	<i>Adenophora remotiflora</i> (Siebold & Zucc.) Miq.	Mosidae	Root	120.9±1.9	109.6±2.6
11	<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	Hwanggeum	Root	56.9±1.3	2.3±1.6
12	<i>Raphanus sativus</i> L.	Moo	Root	132.1±2.5	112.4±2.4
13	<i>Allium sativum</i> L.	Maneul	Root	108.1±2.4	120.1±1.8
14	<i>Panax ginseng</i> C. A. Meyer (White ginseng)	Baeksam	Root	103.8±2.3	111.3±2.2
15	<i>Panax ginseng</i> C. A. Meyer (Taegeuk ginseng)	Taeguksam	Root	98.5±1.8	110.7±1.9
16	<i>Panax ginseng</i> C. A. Meyer (Red ginseng)	Hongsam	Root	103.8±2.2	107.2±2.2
17	<i>Panax ginseng</i> C. A. Meyer (Black ginseng)	Heuksam	Root	98.1±2.0	109.6±1.7
18	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch.	Gamcho	Root & rhizome	85.7±3.1	88.1±1.8
19	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Saenggang	Rhizome	104.1±1.8	101.6±1.2
20	<i>Rehmannia glutinosa</i> (Gaertn.) Libosch. ex Steud.	Jihwang	Rhizome	90.1±3.2	98.5±3.4
21	<i>Acorus gramineus</i> Soland.	Seokchangpo	Rhizome	109.0±3.0	108.3±2.2
22	<i>Angelica dahurica</i> Bentham et Hooker	Guridae	Rhizome	98.7±1.8	108.5±3.2
23	<i>Atractylodes ovata</i> (Thunb.) DC.	Sabjoo (Baekchool)	Rhizome	125.5±3.8	100.6±2.0
24	<i>Cnidium officinale</i> Makino	Cheongeung	Rhizome	111.1±1.6	103.0±3.1
25	<i>Cinnamomum cassia</i> Presl	Yeukgae (Gaepi)	Bark of tree	2.8±0.7	80.6±2.0
26	<i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb. ex Murray) Koidz.	Eumnamoo (Haedongpi)	Bark of tree & root	118.5±2.7	99.4±1.7
27	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (Rupr. et Maxim.) S. Y. Hu	Ogapi	Bark of tree & root	112.2±1.7	109.7±2.8
28	<i>Morus alba</i> L.	Bhongnamoo (Sangbaekpi)	Bark of root	83.3±1.7	99.1±2.7
29	<i>Lycium chinense</i> Mill.	Gugijanamoo (Jigolpi)	Bark of root	102.1±1.3	100.0±1.5
30	<i>Phellodendron amurense</i> Ruprecht	Hwangbyeok (Hwangbaekpi)	Cortex of tree	71.6±1.1	79.3±2.1
31	<i>Mentha arvensis</i> Linne var. <i>piperascens</i> Malinvaud	Barkha	Leaf & stalk	21.6±2.2	89.2±1.6
32	<i>Eclipta prostrata</i> L.	Hanryeuncho	Leaf & stalk	117.8±2.4	102.9±1.6
33	<i>Raphanus sativus</i> L.	Moo	Leaf & stalk	111.4±2.0	101.3±1.1
34	<i>Cirsium setidens</i> Nakai	Goryeueunggeongqui	Leaf & stalk	109.5±1.4	103.6±1.6
35	<i>Lespedeza cuneata</i> G. Don	Bisuri	Leaf & stalk	55.3±2.7	38.1±1.4
36	<i>Dendropanax morbifera</i> Nakai	Hwangchilnamoo	Leaf	81.4±1.5	93.7±2.4
37	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	Indongcho	Leaf	79.2±2.3	86.3±2.1
38	<i>Camellia sinensis</i> L.	Nokcha	Leaf	61.7±1.5	11.4±1.6
39	<i>Ricinus communis</i> L.	Pimaja	Leaf	111.1±2.4	89.2±1.3
40	<i>Lycium chinense</i> Mill.	Googija	Fruit	118.8±1.8	111.0±2.3
41	<i>Schizandra chinensis</i> Baillon	Omija	Fruit	100.3±1.2	106.3±2.6
42	<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.	Sasangja	Fruit	110.6±2.8	106.8±2.1
43	<i>Rubus coreanus</i> Miquel	Bokbunja	Fruit	3.7±1.2	13.1±2.0
44	<i>Cornus officinalis</i> Siebold et Zucc.	Sansuyu	Fruit	85.4±2.1	26.6±2.4
45	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder	Daechu	Fruit	120.4±2.6	108.1±1.9
46	<i>Forsythia koreana</i> (Rehder) Nakai	Gaenari (Yeungyo)	Fruit	98.1±1.8	101.7±2.2
47	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	Yonganyook	Fruit	85.3±2.1	96.8±2.8
48	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	Aronia	Fruit	95.2±1.4	95.8±2.5
49	<i>Cuscuta chinensis</i> Lam.	Gaelsaesam (Tosaja)	Seed	84.1±2.8	94.7±3.1
50	<i>Citrus unshiu</i> S. Marcov.	Geul (Jinpi)	Peel	104.7±3.4	103.5±2.1

¹⁾Mean±SD

분해를 억제하는 것으로 나타났다. 그들 중 백수오, 모시대, 삼주, 대추 추출물은 ADH의 활성을 20% 이상 증가시켰으나, ALDH의 활성은 0.6-9.6% 증가시키는데 그쳐 에탄올 대사산물인 acetaldehyde의 독성을 감소시키는 데는 부적합하였다. 특히 무의 뿌리 추출물은 ADH의 활성을 32.1% 증가시켜 에탄올을 가장 빠르게 분해시켰으나 ALDH의 활성은 12.4% 증가시키는데 그쳐 상대적으로 acetaldehyde의 분해가 잘 되지 않게 하였다. 무 뿌리의 ADH 활성 촉진 효과는 기존에 알려진 2.5 mg/mL 농도의 무의 뿌리 추출물은 ADH의 활성을 50% 증가시킨다고 보고(Jung et al., 2004)와 일치하였다.

Table 1에서 보듯이 마늘 추출물은 ADH의 활성을 8.1% 촉진시킨 반면에 ALDH의 활성은 ADH에 비해 약 2.5배(20.1%) 더 증가시킴으로써 독성물질인 acetaldehyde를 효과적으로 제거하는 것으로 나타났는데, 이는 흑마늘 추출물이 에탄올 대사산물의 독성으로 나타나는 숙취해소에 효과적이라는 보고와 일치하였다(Yang, 2010). 인삼 제 품군인 백삼, 태극삼, 홍삼 및 흑삼 추출물은 ADH 활성에는 거의 영향을 주지 않았고 ALDH 활성만 다소 증가시키는 것으로 나타나 에탄올 및 acetaldehyde 분해에 큰 효과가 없는 것으로 여겨진다(Table 1). 이는 동물실험에서 홍삼엑기스의 일회 투여가 에탄올의 흡수와 제거에 통계적인 차이를 보이지 않았다는 결과(Bae, 1999)와 유사하였다.

하수오, 우영, 황금, 비수리, 녹차, 산수유 추출물은 ADH의 활성을 10% 이상 감소시켰으나, ALDH의 활성을 ADH에 비해 더 많이 억제시킴(Table 1)으로써 상대적으로 독성 물질인 acetaldehyde의 분해가 잘 되지 않게 하였다. 특히 하수오, 황금, 녹차 추출물은 ALDH 활성의 88.6%-97.7%를 저해함으로써 에탄올대사의 독성물질인 acetaldehyde의 분해를 가장 크게 억제하는 것으로 나타났다. 황금과 녹차 추출물이 ADH의 활성을 현저하게 저해한다고 알려졌지만(Lee & Lee, 1999; Moon et al., 2004), acetaldehyde를 분해하는 ALDH의 활성에 미치는 영향은 보고된 바 없다. 또한 녹차 추출물은 동물실험에서 에탄올 투여로 인한 초기 간 손상을 방지한다고 알려졌는데, 이는 에탄올대사 효소활성에 관한 것이 아니라 간에서 에탄올대사에 의해서 야기되는 글루타치온의 감소 및 tumor necrosis factor (TNF)- α 의 증가를 억제하는 효과 때문인 것으로 보고되었다(Jin et al., 2010).

감초, 육계, 상백피, 황백피, 박하, 황칠나무, 인동초, 복분자, 용안육, 토사자 추출물은 ADH의 활성을 10% 이상 저해하지만, 그에 비해 ALDH의 활성은 상대적으로 덜 저해하거나 유지함(Table 1)으로써 acetaldehyde의 축적을 막아 에탄올대사의 독성을 낮추는데 효과가 있을 것으로 여겨진다. 감초, 상백피, 황백피, 황칠나무, 인동초, 용안육, 토사자 추출물의 경우 그 효과가 크지 않았지만, 육계, 박하,

복분자 추출물은 ADH의 활성 저해에 의한 acetaldehyde 생성 억제 효과가 강한 것으로 나타나 숙취해소 천연소재로서의 활용 가능성이 높았다. 특히 육계 추출물은 ADH의 활성을 97.2% 저해한 반면, ALDH의 활성은 19.4% 저해함으로써 에탄올대사의 독성물질인 acetaldehyde의 생성을 강하게 억제하면서 분해는 상대적으로 잘 일어나게 하였다. 박하 추출물도 ADH의 활성을 78.4% 억제한 반면, ALDH의 활성은 10.8% 억제하는 것으로 나타나 육계 추출물과 유사한 양상을 보였으나 그 효과는 육계 추출물보다는 낮았다. 복분자 추출물은 ADH의 활성을 96.3% 억제하여 육계 추출물과 비슷한 억제 활성을 보였으나, ALDH의 활성도 86.9% 억제함으로써 acetaldehyde를 효과적으로 제거하지 못하는 것으로 나타났다.

이상의 결과로부터 50종의 약용식물 중 마늘과 육계 추출물이 숙취해소 천연소재로서 효과가 있을 것으로 기대된다. 마늘 추출물은 ADH 활성에 비해 ALDH 활성을 크게 촉진함으로써 독성물질인 acetaldehyde의 제거가 잘 되게 하였고, 육계 추출물은 마늘 추출물과는 정반대로 ALDH 활성에 비해 ADH의 활성을 강하게 저해함으로써 acetaldehyde의 생성을 크게 억제하였다. 실제로 Lee & Lee (1999), Moon et al. (2004)은 숙취 해소 원료에 대한 연구로서 천연물로부터 ADH 활성 저해제를 탐색하였고, Lee et al. (2009)은 약용식물 추출물의 ADH 활성 촉진 및 저해 효과를 보고한 바 있다.

육계 물 추출물의 농도에 따른 ADH와 ALDH 효소활성 저해 효과

에탄올대사의 독성물질인 acetaldehyde의 제거 측면에서 육계 추출물의 효과가 가장 큰 것으로 나타나서 육계 추출물의 농도에 따른 ADH와 ALDH의 활성 저해 효과를

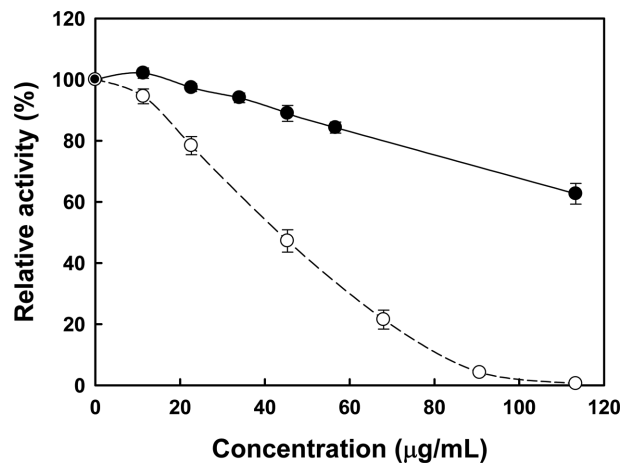


Fig. 1. Relative activities of alcohol dehydrogenase (ADH, $\cdots\circ\cdots$) and aldehyde dehydrogenase (ALDH, $-●-$) according to the increased concentration of aqueous extract of *Cinnamomum cassia* Presl. Data were means and SD of triplicate measurements.

확인하였다(Fig. 1). 육계의 물 추출물은 농도에 비례하여 ADH와 ALDH의 활성을 동시에 저해하였으나, ALDH에 비해 ADH의 활성을 매우 강하게 저해하는 것으로 나타났다. 육계 추출물은 113.33 µg/mL의 농도에서 ADH의 활성을 거의 100% 저해하였으나 ALDH의 활성은 37.4% 저해하는 것에 그침으로써 에탄올대사의 독성 물질인 acetaldehyde가 거의 생성되지 않게 하였다. 육계 추출물 45.33 µg/mL의 농도에서는 ADH의 활성은 52.8% 저해되었으나 ALDH의 활성은 11.0% 저해됨으로써 acetaldehyde의 생성에 비해 분해가 빨리 진행되어 acetaldehyde의 축적을 막을 수 있는 것으로 나타났다.

이전의 연구(Lee & Lee, 1999; Moon et al., 2004)에서는 에탄올대사의 일차 효소인 ADH의 활성을 저해함으로써 에탄올 산화의 독성물질인 acetaldehyde의 생성을 억제하는 천연물을 탐색하여 숙취해소 및 간장보호 효과를 얻고자 하였다. Lee & Lee (1999)는 계지, 황금, 대황, 정공 등, 갈근, 감초, 상백피, 야국화의 메탄올 추출물이 ADH의 활성을 현저히 저해함을 확인하였고, Moon et al. (2004)은 갈근, 갈화, 감초, 녹차, 상황버섯, 인진호, 적양의 메탄올 추출물이 ADH의 활성을 현저히 저해함을 보고한 바 있으나, 이러한 천연 추출물이 ALDH의 활성에 미치는 영향은 확인되지 않아 실제로 숙취해소 천연소재로 활용하기에는 어려움이 있었다. 본 연구에서 육계 추출물은 ALDH에 비해 ADH의 활성을 획기적으로 저해함으로써 독성물질인 acetaldehyde의 생성을 효과적으로 억제할 수 있음을 보여주었다. 향후 육계 추출물로부터 ADH 활성저해 성분을 분리하여 그 구조를 규명하고, 활성저해의 메커니즘을 연구함으로써 숙취해소 천연소재로의 활용을 시도할 수 있을 것이다.

요 약

약용식물의 열수 추출물이 *in vitro*에서 alcohol dehydrogenase (ADH)와 aldehyde dehydrogenase (ALDH)의 활성에 미치는 영향을 확인하였다. 약용식물에 20배의 증류수를 넣고 80°C에서 8시간 추출하여 얻어진 추출액을 시료로 사용하였다. 50종의 약용식물 중에서 마늘과 육계 추출물이 숙취해소 천연소재로서의 활용 가능성이 가장 높게 나타났다. 마늘 추출물은 ADH에 비해 ALDH의 활성을 2배 이상 촉진시킴으로써 acetaldehyde의 분해가 잘 되게 하였다. 육계 추출물은 ALDH의 활성에 비해 ADH의 활성을 획기적으로 저해함으로써 acetaldehyde의 생성을 크게 억제하였다. 육계 추출물은 농도에 비례하여 ADH와 ALDH의 활성을 저해하였으며, 45.33 µg/mL의 농도에서 ADH의 활성을 52.8% 저해하였고 ALDH의 활성을 11.0% 저해하였다.

감사의 글

본 연구는 2016년 농림축산식품부의 수출전략기술개발사업(314026-3)의 지원을 받아 수행하였습니다.

References

- An SW, Kim YG, Kim MH, Lee BI, Lee SH, Kwon HI, Hwang B, Lee HY. 1999. Comparison of hepatic detoxification activity and reducing serum alcohol concentration of *Hovenia dulcis* THUNB and *Alnus japonica* Steud. Korean J. Med. Crop Sci. 7: 263-268.
- Bae JW. 1999. Effects of red-ginseng extract on pharmacokinetics of ethanol. J. Ginseng Res. 23: 172-175.
- Choi JY, Joo CN. 1993. Probable reaction mechanism of rat liver cytosolic ALDH. Korean Biochem. J. 26: 26-33.
- Hwang JY, Ham JW, Nam SH. 2004. Effect of Maesil (*Prunus mume*) juice on the alcohol metabolizing enzyme activities. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 329-332.
- Jin DC, Jeong SW, Park PS. 2010. Effects of green tea extract on acute ethanol-induced hepatotoxicity in rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 343-349.
- Jung M, Lee G, Chae HJ. 2004. *In vitro* biological activity assay of ethanol extract of radish. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 47: 67-71.
- Kim CI. 1999. Cause and effect of hangover. Food Ind. Nutr. 4: 26-30.
- Lee HJ, Lee KM. 1999. Screening of alcohol dehydrogenase inhibitors from natural products. Yakhak Hoeji 43: 481-486.
- Lee KS, Kim GH, Seong BJ, Kim HH, Kim MY, Kim MR. 2009. Effects of aqueous medicinal herb extracts and aqueous fermented extracts on alcohol-metabolizing enzyme activities. Korean J. Food Preserv. 16: 259-265.
- Lee MK, Kim YG, An SW, Kim MH, Lee JH, Lee HY. 1999. Biological activity of *Hovenia dulcis* Thunb. Korean J. Med. Crop Sci. 7: 185-192.
- Lieber CS. 1995. Medical disorders of alcoholism. New England J. Med. 133: 1058-1065.
- Lieber CS. 1997. Ethanol metabolism, cirrhosis and alcoholism. Clin. Chim. Acta 257: 59-84.
- Lieber CS. 2004. Milestones in liver disease. J. Hepatology 40: 198-202.
- Lieber CS, Garro A, Leo MA, Mak KM, Wornor T. 1986. Alcohol and cancer. Hepatology 6: 1005-1019.
- Marshall EK, Fritz WF. 1953. The metabolism of ethyl alcohol. J. Pharmacol. Exp. Ther. 109: 431.
- Moon JS, Kim SJ, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park IB, Kim SW, Kang SG, Park YK, Jung ST. 2004. Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. Korean J. Food Preserv. 11: 201-206.
- Paek SC. 1993. Ethanol oxidation is accelerated by augmentation of malate-aspartate shuttle with aspartate. Korean J. Biochem. 25: 137-143.
- Raker E. 1955. Alcohol dehydrogenase from baker's yeast. Methods Enzymol. 1: 500-506.

- Tottmar SO, Petterson H, Kiessling KH. 1973. The subcellular distribution and properties of aldehyde dehydrogenase in rat liver. *Biochem. J.* 135: 577-581.
- Willner IR, Reuben A. 2005. Alcohol and the liver. *Curr. Opin. Gastroenterol.* 21: 323-330.
- Xu BJ, Zheng YN, Sung CK. 2005. Natural medicines for alcoholism treatment: a review. *Drug Alcohol Rev.* 24: 525-536.
- Yang ST. 2010. Effects of aged black garlic extract on ethanol induced hangover in rats. *J. Life Sci.* 20: 225-230.
- Yoo G, Kim S, Choi AR, Son MH, Kim DC, Chae HJ. 2009. Effect of *Rhus verniciflua* stokes extract on the alcohol-metabolizing enzyme activities. *Korean Soc. Biotech. Bioeng. J.* 24: 101-105.