

한국산 대나무의 항돌연변이 효과 및 대나무 코팅쌀의 간 독성 억제효과

이민자¹ · 김은영¹ · 정근옥² · 박건영² · 문갑순^{1*}

¹인제대학교 식품생명과학부, 바이오헬스 소재연구센터, 식품과학연구소

²부산대학교 식품영양학과

Antimutagenic Effects of Korean Bamboo Trees and Inhibitory Effect of Hepatic Toxicity of Bamboo Extracts Coated Rice

Min-Ja Lee¹, Eun-Young Kim¹, Keun-Ok Jeong², Kun-Young Park² and Gap-Soon Moon^{1*}

¹School of Food and Life Science, Biohealth Products Research Center and Food Science Institute, Inje University, Gimhae 621-749, Korea

²Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

Abstract

To evaluate the antimutagenic effect and hepato protective of bamboo trees and bamboo byproduct, hot-water extracts from four kinds of bamboo [*wang-dae* (*Phyllostachys bambusoides* S. et Z.), *som-dae* (*Phyllostachys nigra* var. *henonis*), *maengjong-juk* (*Phyllostachys pubescens*) and *o-juk* (*Phyllostachys nigra* Munro)] and *maengjong-juk* extract coated rice were evaluated for antimutagenicity by Ames test using *Salmonella typhimurium* TA100. Bamboo extracts showed strong antimutagenic activity in the Ames test which MNNG was used as mutagen in the absence and presence of S9 mix. *Maengjong-juk* extract coated rice diet suppressed the loss of body weight significantly. Food intake was increased in *maengjong-juk* extract coated rice supplemented group but showed no significant differences between control and *maengjong-juk* extract coated rice diet groups. Food efficiency of *maengjong-juk* extract coated rice supplemented group was significantly higher than that of the control group. Liver weight was significantly increased by *maengjong-juk* extract coated rice diet administration. Plasma GOT & GPT activities of rabbit were significantly suppressed in *maengjong-juk* extract coated rice supplemented group. These results suggest that bamboo trees extracts and *maengjong-juk* extract coated rice are bioavailable resource on treatment of cardiovascular disease, such as atherosclerosis and hypercholesterolemia.

Key words: antimutagenic effect, Ames test, bamboo, GOT, GPT

서 론

최근 소득 수준의 증가와 식품 소비 패턴의 서구화로 만성 질환이 급증하고 있는 추세이며 사망원인 중 심혈관계 질환이 차지하는 비중이 크게 증가하고 있다. 세계적으로도 심혈관계 질환은 높은 사망률을 나타내고 있으며 이들은 고콜레스테롤혈증과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 혈액 중의 콜레스테롤 양은 체내에서 합성되는 내인성 콜레스테롤에 의해 더 많은 영향을 받지만 식이에 의한 혈중 콜레스테롤 농도의 상승은 고콜레스테롤혈증 및 동맥경화 유발에 있어 간과할 수 없는 중요한 요인이다. 이러한 식이 중의 콜레스테롤 흡수는 phytochemical, glycoprotein, 펙틴, 리그닌, 섬유소, 불포화지방산 및 대두단백질 등에 의해 감소되어질 수 있다고 보고되고 있으며 이러한 성분 및 이들 성분이 다량으로 함유된 천연물들이 인체나 동물에서 혈액 중의 콜레

스테롤을 낮추는 역할을 하는지의 여부가 꾸준히 연구되어 왔다. 특히, 최근에는 건강의 유지와 증진에 유익한 효과를 갖는 기능성 식품 및 대체의학에 대한 관심이 급증하면서 생리활성 물질을 함유하고 있는 천연소재의 식품을 비롯한 생물들에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 이들 기능성 물질을 이용하기 위해서는 안전성 평가가 먼저 이루어져야 한다(1-5).

대나무는 뿌리에서부터 잎까지 약용으로서 활용도가 높아 예로부터 민간요법으로 사용되어 왔으며 동의보감, 본초강목, 신농본초경에 따르면 대나무는 중풍, 고혈압을 치료하는데 탁월한 효과가 있고 특히, 대나무 잎은 해열, 거담, 청량 등의 목적으로 폐렴, 기관지염 등의 구갈에 사용되었다고 기록되어 있다(6-8). 또한 대나무는 성질이 차고 맛이 달며 독이 없는 것으로 알려져 있어 현재 대나무 잎을 이용한 죽엽차, 죽엽주, 냉면 및 대나무 통을 이용한 대나무밥, 대통주

*Corresponding author. E-mail: fdsnmoon@inje.ac.kr
Phone: 82-55-320-3234. Fax: 82-55-321-0691

등이 식용으로 이용되고 있고 죽력, 죽력고, 죽염 및 대나무 수액 등은 민간약으로 활용되고 있으나 이의 안전성에 관한 연구는 거의 이루어져 있지 않다. 따라서 대나무의 생리활성에 관한 과학적 규명 뿐만 아니라 안전성에 대한 검토가 시급하다. 현재까지 이루어진 대나무 관련 연구로는 주로 대나무의 성분분석과 항균활성에 관한 연구가 대부분을 차지하고 있다(9-14). 저자 등의 전 연구(15)에서 대나무 열수 추출물은 강력한 LDL 산화 억제효과를 나타내었는데 LDL 산화는 동맥경화를 유발하는 초기 요인으로 가장 중시되고 있다. 즉, 생체 내에서 생성되는 산화적 스트레스는 혈액 내의 LDL을 산화된 LDL로 변형시키게 되고 산화된 LDL이 adhesion molecule를 통해 intima 내로 유입되면 monocyte가 탐식하여 foam cell을 형성하면서 동맥경화 초기 병변인 fatty streak를 생성하게 되므로(16-19) 대나무의 높은 LDL 산화 억제효과는 동맥경화를 비롯한 심혈관질환의 예방 및 치료에 효과가 있을 것으로 기대된다.

이에 LDL 산화 억제효과가 높은 대나무 열수 추출물의 독성 및 항돌연변이 활성을 Ames test를 통해 평가하고 이중 맹종죽 열수 추출물을 쌀에 코팅한 기능성 쌀의 간 독성 억제효과를 고콜레스테롤을 섭취시킨 NZW계 토끼를 이용하여 검정하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 대나무는 남부임업시험장 가좌시험림(경남 진주시)에서 왕대(*Phyllostachys bambusoides* S. et Z.), 맹종죽(*Phyllostachys pubescens*), 솜대(*Phyllostachys nigra* var. *henonis*) 및 오죽(*Phyllostachys nigra* Munro)을 제공받아 사용하였고 죽령은 3년 생을 기본으로 하였다. 채취한 대나무 줄기와 잎을 깨끗한 물로 수세한 후 10일간 자연 건조하여 추출용 시료로 사용하였다. 한편, 맹종죽 코팅쌀 제조를 위해 맹종죽은 3년 생을 기준으로 (주) 지리산 뱀부하이테크에서 구입하였고 코팅용 쌀은 (주) PN Rice에서 제공받은 무세미를 사용하였다.

대나무 열수 추출물의 제조 및 맹종죽 추출물을 이용한 맹종죽 코팅쌀의 제조

네 종류의 시료 대나무 줄기를 마쇄하여 열수 추출한 후 여과하여 rotary vacuum evaporator(BUCHI Laboratories Technik AG, Rotavapor RE-111, Germany)로 감압 농축하여 동결건조하였다. 한편, 쌀 코팅을 위한 맹종죽 추출물은 분쇄한 맹종죽 5 kg에 20 L의 물을 가한 후 열수 추출기(이건과학사)를 이용하여 100°C, 6시간 추출하고 맹종죽 열수 추출물을 교반기를 이용하여 1 L가 되도록 농축한 후 전분을 가하여 겔화하여 제조하였다. 맹종죽 코팅쌀은 무세미 1 kg에 대나무 추출물 400 mL를 첨가하여 (주) PN Rice에서 개발한 코팅기(특허출원번호 10-2003-0009339)를 이용하여 제

조하였다.

Ames test에 의한 대나무 추출물의 독성 및 항돌연변이 활성 측정

시험균주는 *Salmonella typhimurium* TA100으로 histidine 요구성 변이주이며 미국의 California 대학의 B.N.Ames 박사로부터 제공받았다. 실험 전에 균들은 정기적으로 histidine requirement, deep rough character, UV sensitivity 및 R factor 존재 등의 geno-types를 확인한 후 시험균주로 사용하였다. 균주에 대한 시료의 독성유무를 살펴보기 위해서 실험에 사용하기 전에 독성실험을 행하여 독성이 나타나지 않는 범위 내에서 시료의 농도를 결정하였다. 먼저 멸균된 cap tube에 top agar 2 mL를 분주한 후, 균주 100 µL($1 \sim 2 \times 10^9$ cell/mL)와 시료를 첨가하고 가볍게 vortex한 후 nutrient agar plate에 분주, 고화시켜서 37°C에서 24시간 배양시킨 다음, 그 독성유무를 판정하였다. Mutagenicity test를 위한 S9 mixture, 배지, 필요한 시약의 조제는 Ames와 Maron(20)의 방법에 따라 행하였으며 Park(21)의 방법에 따라 항돌연변이 실험을 행하였다. 즉, 각 cap tube를 ice bath에 보관하면서 S9 mix 0.5 mL, 하룻밤 배양된 균주($1 \sim 2 \times 10^9$ cells/mL) 0.1 mL, mutagen 50 µL와 생양 시료용액 50 µL씩을 시험관에 첨가한 후 가볍게 vortex하고 37°C에서 20분간 예비 배양하였다. 45°C에 보관 중이던 top agar 2 mL씩을 위의 각 시험관에 붓고 3초간 vortex한 후 minimal glucose agar plate에 도말한 다음 37°C에서 48시간 배양하고 revertant 숫자를 계수하였다.

실험동물의 사육

맹종죽 추출물 코팅쌀의 안전성을 시험하기 위하여 동맥경화를 유발하기 쉬운 체중 2.5 kg 정도의 New Zealand white 토끼를 (주) 바이오제노믹스에서 구입하여 실험 시작하기 전 시판 고형사료(퓨리나 토끼사료)를 먹이면서 1주일 동안 환경에 적응시켰다. 시판 고형사료의 일반성분은 조단백 18.0%, 조지방 5.3%, 조섬유 4.5% 및 회분 8.0%이었다. 대조군(HC군)에게는 분쇄한 사료에 1% 콜레스테롤, 0.3%의 sodium cholate 및 무세미를 첨가한 식이, 실험군(맹종죽 추출물 코팅쌀군, HC+MR군)에게는 대조군에 무세미 대신 맹종죽 추출물 코팅쌀을 첨가한 식이를 제공하였다(Table 1). 토끼들은 체중에 따른 난괴법으로 HC군, HC+MR군으로 나누어 한 그룹당 7마리씩 독립된 토끼 케이지에 배정하여 16주간 사육한 후 희생시켰다. 사육 기간동안 식이와 물은 자유급식하였으며 체중증가량은 매주 1회 측정하였다. 사육실의 온도는 20~25°C를 유지하였으며 12시간 간격으로 점등 및 소등하였다.

실험 동물의 희생 및 시료의 채취

토끼는 희생 전 24시간 절식시킨 후, sodium pentobarbital인 케타라(50 mg/kg)를 후이개정맥에 주사하여 마취시킨 후 회복하였다. EDTA를 30 mg씩 넣은 멸균주사기를 이용하여

Table 1. Composition of experimental diet¹⁾

Groups ²⁾	Diet
HC	Basal diet (60%)+Rice (40%)+Cholesterol (1%)+Sodium cholate (0.3%)
HC+MR	Basal diet (60%)+MR (37.38%)+Cholesterol (1%)+Sodium cholate (0.3%)
Total calorie	343.36 kcal/100 g diet

¹⁾To prepare the experimental diet, chow pellet for rabbit was powdered first.

²⁾HC: High-cholesterol group.

HC+MR: High-cholesterol diet+*maengjong-juk* extract coated rice diet group.

여 심장에서 약 30 mL 정도의 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 10°C에서 3,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 혈장을 얻었다. 그리고 간, 비장, 신장 및 심장 등의 조직을 적출하여 0.9% 생리식염수로 씻은 다음 여과지로 수분을 완전히 제거하고 중량을 측정된 다음 액체질소에 담근 후 -70°C에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였다.

간 조직 내 GOT 및 GPT 활성 측정

혈장의 GOT, GPT 함량은 효소법에 의한 정량용 kit시약 (영동제약)으로 측정하였다. 즉, 기질액 1 mL를 37°C 수조에서 2~3분간 가온하여 혈장 0.2 mL를 가하고 60분간 항온수조에서 반응시킨 후 발색액 1 mL를 가하여 실온에서 20분간 방치하였다. 여기에 0.4 N-NaOH 10 mL를 가하고 충분히 혼합한 후 증류수를 대조로 하여 505 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 농도별로 희석한 기준액(2 mM pyruvate)을 사용하였다.

통계처리

통계 분석은 SPSS Ver. 10.0 package program을 이용하여 각 군의 평균과 표준편차를 산출하고 군간의 차이 유무를 one-way ANOVA로 분석한 뒤 p<0.05에서 유의한 차이가 있는 경우 Tukey test를 이용하여 검정하였다.

결과 및 고찰

Ames test에 의한 대나무 추출물의 독성 및 항돌연변이 활성

대나무 추출물의 독성 및 돌연변이 억제 효과를 관찰한

결과는 Table 2~4와 같다. 현재까지 알려진 발암성 물질의 85%는 돌연변이원이며 비발암성으로 알려진 물질의 10% 이하가 돌연변이원으로 작용하고 있어 발암성과 돌연변이성 간에는 고도의 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 상관관계를 바탕으로 개발된 Ames test는 돌연변이원이나 발암원을 탐색하는데 가장 실질적이며 유용한 방법으로 인정받고 있다(22,23). 1993년 개척된 유전독성 시험법의 표준화를 위한 국제 워크샵 'Ames test를 이용한 변이원성 검사'에서는 *Salmonella typhimurium* TA98, TA100, TA1537 및 TA1535를 표준 균주로 추천한 바 있다(24). 이 중 염기치환 돌연변이원의 검출에 주로 이용되는 *Salmonella typhimurium* TA100에 대나무 추출물을 0.25~5.00 mg/plate 농도로 처리하였을 때 Table 2에 나타난 바와 같이 왕대, 솜대, 맹종죽 및 오죽은 독성을 전혀 나타내지 않았다. 또한, 대나무 추출물은 Table 3에 나타난 바와 같이 S9의 microsomal activation(S9 mix)을 필요로 하는 또는 필요로 하지 않는 돌연변이원에 대해 강한 저해효과를 나타내었는데 왕대, 솜대, 맹종죽 및 오죽 추출물은 각각 1.00, 0.50, 0.50, 1.00 mg/plate 농도로 처리하였을 때 가장 높은 활성을 나타내었다. 이로써 S9 mix를 필요로 하는 간접법 또는 필요로 하지 않는 직접법 모두에서 복귀변이 집락수의 유의한 증가가 관찰되지 않았으므로 대나무 추출물은 직접 및 간접 돌연변이원으로 작용하지 않는 것으로 판정되었다. 한편, MNNG는 *Salmonella typhimurium* TA100에 대한 대표적인 돌연변이 유발물질로서 이들의 활성화에 S9 mix를 필요로 하지 않는 직접 돌연변이원이다. MNNG 혹은 그 동족체인 N-ethyl-N'-nitro-

Table 2. Growth inhibitory effect of various kinds of bamboo extract on *Salmonella typhimurium* TA100

Sample	Concentration (mg/plate)	Toxicity	Sample	Concentration (mg/plate)	Toxicity
<i>Wang-dae</i> (<i>Phyllostachys bambusoides</i> <i>S. et Z.</i>)	0.25	- ¹⁾	<i>Maengjong-juk</i> (<i>Phyllostachys pubescens</i>)	0.25	-
	0.50	-		0.50	-
	1.00	-		1.00	-
	2.00	-		2.00	-
	5.00	-		5.00	-
<i>Som-dae</i> (<i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i>)	0.25	-	<i>O-juk</i> (<i>Phyllostachys nigra</i> <i>Munro</i>)	0.25	-
	0.50	-		0.50	-
	1.00	-		1.00	-
	2.00	-		2.00	-
	5.00	-		5.00	-

¹⁾-: No toxic.

Table 3. Effect of various kinds of bamboo extract on the mutagenicity of *Salmonella typhimurium* TA100 without or with S9 fraction

Sample	Concentration (mg/plate)	S9 mix free	S9 mix added
		Revertants/plate ¹⁾	Revertants/plate
Spontaneous		121.67±10.21	122.00±8.19
<i>Wang-dae</i> (<i>Phyllostachys bambusoides</i> S. et Z.)	0.25	123.67± 6.81	123.33±3.79
	0.50	123.00± 5.00	121.67±7.10
	1.00	120.67± 7.77	118.33±7.31
	2.00	121.00± 3.61	121.00±4.36
<i>Som-dae</i> (<i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i>)	0.25	123.33± 3.06	117.67±7.51
	0.50	119.00± 2.00	116.67±5.86
	1.00	124.33± 4.73	120.00±6.00
	2.00	121.00± 2.00	119.08±5.78
<i>Maengjong-juk</i> (<i>Phyllostachys pubescens</i>)	0.25	120.00± 8.00	121.33±3.06
	0.50	119.33± 5.86	122.00±6.25
	1.00	121.67± 2.52	122.33±3.79
	2.00	122.00± 3.00	120.00±6.25
<i>O-juk</i> (<i>Phyllostachys nigra</i> Munro)	0.25	122.00± 4.58	121.33±4.73
	0.50	124.67± 6.66	120.33±7.06
	1.00	120.67± 2.52	120.00±9.00
	2.00	122.33± 4.04	121.00±6.00

¹⁾Data are expressed as means±SD of triplicate determinations.

N-nitroguanidine(ENNG)의 투여에 의해 쥐의 신위(forestomach)에서 암이 발생될 수 있기 때문에 위암 연구에 많이 이용되고 있으며 이것의 발암작용은 DNA 염기 배열에 이상을 일으키는 유전적인 작용과 DNA의 특이 유전자의 발현에 이상을 일으키는 것과 같은 기전에 의해 영향을 받는다고 한다(25). 대나무 추출물이 MNNG 돌연변이 유발성을 감소시키는지를 관찰한 결과 왕대, 솜대 및 맹종죽에서 2.0 mg/plate 농도로 처리하였을 때 96%의 저해 효과를 나타내었으며 맹종죽 추출물은 0.5 mg/plate의 농도에서도 88%의 강한 항돌연변이 효과를 보였다(Table 4). 본 실험에서 음성 대조군의 복귀변이 집락수는 122±8로서 타 연구(20)에 나타난 범위(TA100의 경우 120~200)내에 포함되었으며 양성 대조

군(MNNG)에 의해 복귀돌연변이 집락수가 742±17로 현저히 증가하여 타 연구(20)와 일치하는 경향을 보였다.

맹종죽 코팅쌀 식이가 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 간 무게에 미치는 영향

맹종죽 코팅쌀 식이를 16주간 급식하면서 사육한 고콜레스테롤 섭취 토끼의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율을 Table 5에 나타내었다. 사육 초기 각 군에서의 토끼 평균 체중은 2.50±0.20 kg이었으나 사육기간 동안 HC군과 HC+MR군 모두에서 감소한 것으로 나타났고 HC군에 비해 HC+MR군에서 유의적으로 낮은 감소를 보였다(p<0.05). 식이섭취량은 HC+MR군에서 HC군에 비해 32.7% 높게 나타났

Table 4. Antimutagenic effect of extracts from various kinds of bamboo on mutagenicity induced by N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG; 0.4 µg/plate) for *Salmonella typhimurium* TA100

Sample	Concentration (mg/plate)	Revertants/plate ¹⁾	Inhibition rate (%)
Spontaneous Control (MNNG)		115.33± 2.31 741.67±20.60	
<i>Wang-dae</i> (<i>Phyllostachys bambusoides</i> S. et Z.)	0.5	205.67±25.01	85.58
	1.0	162.00± 3.00	92.55
	2.0	140.00± 7.00	96.06
<i>Som-dae</i> (<i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i>)	0.5	198.67±15.95	86.69
	1.0	172.00± 3.61	90.95
	2.0	142.67± 4.51	95.64
<i>Maengjong-juk</i> (<i>Phyllostachys pubescens</i>)	0.5	193.33±10.69	87.55
	1.0	165.67± 5.69	91.96
	2.0	140.33± 4.16	96.01
<i>O-juk</i> (<i>Phyllostachys nigra</i> Munro)	0.5	340.33±35.84	64.08
	1.0	231.00±13.75	81.53
	2.0	167.00±11.00	91.75

¹⁾Data are expressed as means±SD of triplicate determinations.

Table 5. Effects of *maengjong-juk* extract coated rice supplementation on weight gain, food intake, and food efficiency in NZW rabbit fed high cholesterol diet

	Groups	
	HC	HC+MR
Body weight gain (g/day)	-4.429±0.353 ¹⁾	-1.247±0.174*
Food intake (g/day)	42.320±3.624	56.176±4.626 ^{NS2)}
Food efficiency ratio (%)	-10.503±0.880	-2.226±0.291***

¹⁾Data are expressed as means±SD (n=7).

²⁾NS is present not significant.

Significantly different at *p<0.05, ***p<0.001.

으나 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 식이효율은 HC + MR군에서 HC군에 비해 상당히 높은 값을 보였는데 이는 HC군의 경우 식이 중에 함유된 쌀 및 콜레스테롤이 토끼의 기호에 맞지 않아 식욕이 저하되었으나 HC+MR군에 있어서는 맹종죽 코팅쌀로 인해 저하된 식욕이 다소 회복되어 식이섭취량이 증가되었고 체중 감소량도 HC군에 비해 낮게 나타났기 때문인 것으로 사료된다. 한편, 조직의 무게를 관찰한 결과 간 무게는 HC군(64.89±17.43 g)에 비해 HC+MR군(66.60±8.41 g)에서 유의적으로 높게 나타났으나 심장, 신장, 비장 및 폐 무게에 있어서는 HC군, HC+MR군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 6). Shin과 Han(26)은 고콜레스테롤 식이에 대나무 잎 추출물을 1~5% 농도로 첨가하여 흰쥐의 지방 대사에 미치는 영향을 관찰한 결과 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 각 군들간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 보고한 바 있다. 본 실험 결과로부터 일정량의 맹종죽 코팅쌀 섭취는 토끼의 성장에 해로운 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

맹종죽 코팅쌀 식이가 혈장 내 GOT, GPT 활성에 미치는 영향

맹종죽 코팅쌀 식이를 16주간 급식하면서 사육한 고콜레스테롤 섭취 토끼의 혈장 GOT, GPT 활성을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 혈장 GOT와 GPT 활성은 HC군에 비해 HC+MR군에서 각각 25%, 21%의 유의적인 감소를 보였다. GOT, GPT 효소는 간이나 심장근육에 많이 존재한다고 알려져 있고 혈청 중에는 보통 미량이 함유되어 있으나 산화적 스트레

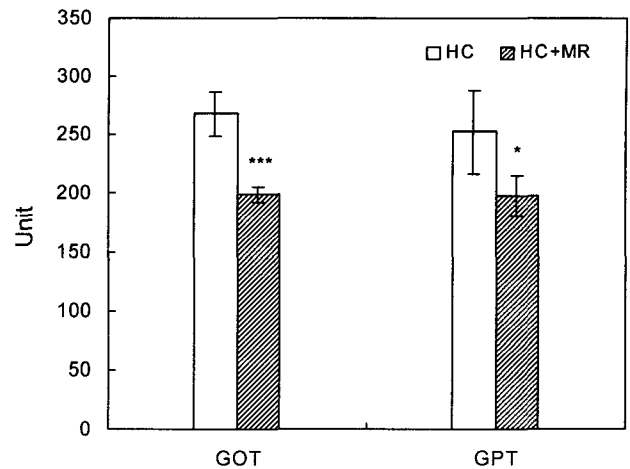


Fig. 1. Effects of *maengjong-juk* extract coated rice supplementation on GOT and GPT level of plasma in NZW rabbit fed high cholesterol diet.

Data are expressed as means±SD (n=7).

Significantly different at *p<0.05, ***p<0.001.

스를 받았을 때에는 활성이 현저히 증가되며, 간에서는 주로 세포 중에 존재하다가 간세포의 상해시 간세포의 막 투과성이 항진된 결과 혈중으로 유출되어 증가하기 때문에 이 두 효소 활성은 간 손상의 지표로 이용된다(27-29). Sung 등(30)은 도토리 추출물이 고지방 식이를 섭취한 흰쥐의 체내 항산화효소에 미치는 영향을 관찰한 결과 대조군에 비해 도토리 추출물을 섭취한 흰쥐에서 GOT, GPT 활성이 유의적으로 감소됨으로써 간 손상이 억제되었다고 보고하였고, Choi 등(31)의 연구에서도 결명자 에탄올 추출물이 알코올 투여 흰쥐의 항산화물질 및 지질대사에 미치는 영향을 관찰한 결과 결명자 추출물을 섭취한 군에서 알콜만을 섭취한 대조군에 비해 GOT, GPT 활성이 감소한 것으로 나타나 본 연구결과와 일치하였다. 따라서 본 실험에서도 GOT, GPT 활성이 HC군에 비하여 HC+MR군에서 낮게 나타나 맹종죽 코팅쌀이 고콜레스테롤 식이로 인한 간 독성에 대해 보호 효과가 있음을 입증하였다.

요 약

대나무 열수 추출물의 독성 및 항돌연변이 활성을 Ames test를 통해 평가하고 이 중 맹종죽 열수 추출물을 쌀에 코팅한 맹종죽 코팅쌀의 간 독성 억제효과를 고콜레스테롤을 섭취한 NZW계 토끼를 이용한 동물실험을 통해 시험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 왕대, 솜대, 맹종죽, 오죽 추출물의 독성 및 돌연변이 억제 효과를 관찰한 결과 대나무 추출물을 0.25~5.0 mg/plate 농도로 *Salmonella typhimurium* TA 100에 처리하였을 때 독성을 전혀 나타내지 않았다. 또한 대나무 추출물은 S9 mix를 필요로 하거나 또는 필요로 하지 않는 돌연변이원에 대해 강한 저해효과를 나타내었다. 또한 대나무 추출물이 MNNG 투여에 의한 돌연변이 생성을 감소

Table 6. Effects of *maengjong-juk* extract coated rice supplementation on weight of liver, heart, kidney, spleen, and lung in NZW rabbit fed high cholesterol diet

Tissues	Groups	
	HC	HC+MR
Liver	64.886±17.433 ¹⁾	66.597±8.410*
Heart	4.626±0.565	4.644±0.512 ^{NS2)}
Kidney	13.950±1.194	12.846±1.575 ^{NS}
Spleen	1.667±0.462	1.753±0.475 ^{NS}
Lung	8.453±0.646	8.979±0.663 ^{NS}

¹⁾Data are expressed as means±SD (n=7).

²⁾NS is present not significant.

*Significantly different at p<0.05.

에 미치는 영향을 관찰한 결과 왕대, 솜대 및 맹종죽 추출물을 2.0 mg/plate 농도로 처리하였을 때 96%의 저해 효과를 나타내어 강한 항돌연변이 효과를 보였다. 한편, 맹종죽 코팅쌀을 고콜레스테롤 섭취 토끼에게 16주간 급식한 결과 맹종죽 코팅쌀은 토끼의 체중감소를 유의적으로 억제하였으며 식이섭취량은 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 다소 증가하였고 식이효율은 HC군에 비해 HR+MR군에서 유의적으로 높았다. 토끼 조직의 무게에 있어서도 간 무게의 경우 HC군에 비해 HC+MR군에서 유의적으로 높게 나타났고 심장, 신장, 비장 및 폐 조직의 무게에 있어서는 두 군간에 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. 또한 혈장에서의 GOT 및 GPT 농도를 관찰한 결과 맹종죽 코팅쌀이 두 효소의 활성을 현저히 억제하여 간 보호 효과를 지니는 것으로 사료되었다. 이로써, 대나무 추출물은 독성이 없고 항돌연변이 활성을 나타내며 맹종죽 코팅쌀은 동물의 성장에 있어 해로운 영향을 미치지 않아 안전한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 지역협력연구센터인 인제대학교 바이오헬스 소재연구센터(Biohealth Products Research Center) 및 중소기업청(2002년도 기술혁신개발사업)의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다. 또한 대나무 재료를 제공해 주신 남부임업시험장 관계자 분들께 감사드립니다.

문헌

- Merete O. 2002. Nutritional modification of cardiovascular disease risk. *International Congress Series* 1229: 109-114.
- Frank MS, Martijn K. 2002. Randomized clinical trials on the effects of dietary fat and carbohydrate on plasma lipoproteins and cardiovascular disease. *Am J Med* 113: 13s-24s.
- Penny M, Kris E, Kari DH, Andrea B, Stacie MC, Amy EB, Kirsten FH, Amy EG, Terry DE. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med* 113: 71-88.
- Barbara EM, Paula AQ, Nam BH, Catherine EO, Joseph FP, Ralph BD. 2002. Dietary patterns and the odds of carotid atherosclerosis in women: The Framingham Nutrition Studies. *Prev Med* 35: 540-547.
- Richard CH, Loren C. 2000. The potential role of biotin insufficiency on essential fatty acid metabolism and cardiovascular disease risk. *Nutrition Research* 20: 1201-1212.
- Michiko F. 1990. Difference between bamboo shoots and vegetables in thermal disintegration of tissues and polysaccharides fractionated by successive extraction. *J Food Sci* 55: 739-745.
- Kweon M, Hwang HJ, Sung HC. 2001. Identification and antioxidant activity of novel chlorogenic acid derivatives from bamboo (*Phyllostachys edulis*). *J Agric Food Chem* 49: 4646-4655.
- Hu C, Zhang Y, Kitts DD. 2000. Evaluation of antioxidant and prooxidant activities of bamboo (*Phyllostachys nigra* var.). *Henonis leaf extract in vitro*. *J Agric Food Chem* 48: 3170-3176.
- Kim MJ, Byun MW, Jang MS. 1996. Physiological and antibacterial activity of bamboo (*Sasa coreana Nakai*) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 135-142.
- Kim NK, Cho SH, Lee SD, Ryu JS, Shim KH. 2001. Functional properties and antimicrobial activity of bamboo (*Phyllostachys* sp.) extracts. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 475-480.
- Baek JW, Jung SH, Moon GS. 2002. Antimicrobial activities of ethanol extracts from Korean bamboo culms and leaves. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1073-1078.
- Kim MJ, Kim BK, Jang MS. 1996. Effect of bamboo (*Pseudosasa japonica Makino*) leaves on the quality and sensory characteristics of Dongchimi. *J Food Sci Nutr* 1: 159-167.
- Chung DK, Yu RN. 1995. Antimicrobial activity of bamboo leaves extract on microorganisms related to kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 1035-1038.
- Zang, Y, Wu X, Yu ZY. 2002. Comparison study on total flavonoid content and anti-free radical activity of leaves of bamboo, *Phyllostachys nigra*, and *Ginkgo biloba*. *China Journal of Chinese Materia Medica* 27: 254-257.
- Lee MJ, Moon GS. 2003. Antioxidative effects of Korean bamboo trees, *wang-dae*, *som-dae*, *maengjong-juk*, *jolit-dae* and *o-juk*. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1226-1232.
- Olga S, Joachim T, Yechezkiel S. 2002. Is there a genetic basis for resistance to atherosclerosis? *Atherosclerosis* 160: 1-10.
- Morganti M, Carpi A, Nicolini A, Gorini I, Glaviano B, Fini M, Giavaresi G, Mittermayer C, Giardino R. 2002. Atherosclerosis and cancer: common pathways on the vascular endothelium. *Biomedecine & Pharmacotherapy* 56: 317-324.
- Kadar A, Glasz T. 2001. Development of atherosclerosis and plaque biology. *Cardiovascular Surgery* 9: 109-121.
- Jay WH. 1998. Oxidants and antioxidants in the pathogenesis of atherosclerosis: implications for the oxidized low density lipoprotein hypothesis. *Atherosclerosis* 141: 1-15.
- Ames BN, Maron DM. 1983. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat Res* 113: 173-215.
- Park KY. 1995. The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
- Verschaeve L, Kestens V, Taylor JLS, Elgorashi EE, Maes A, Van Puyvelde L, De Kimpe N, Van Staden J. 2004. Investigation of the antimutagenic effects of selected South African medicinal plant extracts. *Toxicology in Vitro* 18: 29-35.
- Krull C, Luiten-Schuite A, Tenfelde A, Ommen B, Verhagen H, Havenaar R. 2001. Antimutagenic activity of green tea and black tea extracts studied in a dynamic in vitro gastrointestinal model. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 474: 71-85.
- Negi PS, Jayaprakasha GK, Jena BS. 2003. Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. *Food Chemistry* 80: 393-397.
- Chen SC, Chung KT. 2000. Mutagenicity and antimutagenicity studies of tannic acid and its related compounds. *Food and Chemical Toxicology* 38: 1-5.
- Shin MK, Han SH. 2002. Effects of methanol extracts from bamboo (*Pseudosasa japonica Makino*) leaves extracts on lipid metabolism in rats fed high fat and high cholesterol diet. *Korean J Dietary Culture* 17: 30-36.
- Achliya GS, Wadodkar SG, Dorle AK. 2004. Evaluation of hepatoprotective effect of *Amalkadi ghrita* against carbon

- tetrachloride-induced hepatic damage in rats. *J Ethnopharmacol* 90: 229-232.
28. Camandola S, Aragno M, Cutrin JC, Tamagno E, Danni O, Chiarotto E, Parola M, Leonarduzzi G, Biasi F, Poli G. 1999. Liver AP-I activation due to carbon tetrachloride is potentiated by 1,2-dibromoethane but is inhibited by α -tocopherol or gadolinium chloride. *Free Radic Biol Med* 26: 1108-1116.
29. Gilani AH, Janbaz KH, Akhtar MS. 1996. Selective protective effect of an extract from *Fumaria parviflora* on paracetamol-induced hepatotoxicity. *General Pharmacology: The Vascular System* 27: 979-983.
30. Sung IS, Park EM, Lee MK, Han EK, Jang JY, Cho SY. 1997. Effect of acrn extracts on the antioxidative enzyme system. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 494-500.
31. Choi HS, Cha SS, Na MS, Shin KM, Lee MY. 2001. Effect of the ethanol extract of *Cassia tora* L. on antioxidative compounds and lipid metabolism in hepatotoxicity of rats-induced by ethanol. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1177-1183.

(2004년 4월 7일 접수; 2004년 9월 11일 채택)