
상엽 물추출물이 다이옥신 유도 독성에 대한 흰쥐의 혈액 생화학지표에 미치는 영향

이윤복*, 배수정**, 이다경**, 박재승***, 박지원****, 김병원*****, 황석연*****

The Effect of Mulberry Leaf Extract on Blood biochemical parameters in White Rats Exposed to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)

Yoon-Bok Lee*, Soo-Jeong Bae**, Da-kyung Lee**, swung-Jae Park***, Ji-won Park****, Byung-Weon Kim*****, Seok-yeon Whang*****

요 약 TCDD 독성이 유발된 흰쥐 혈액의 생화학적 지표에 미치는 상엽 물추출물 (MLE)의 효과를 조사하였고 통계자료는 일원분산분석과 Scheffe의 사후검증을 하였다. TCDD 투여 시 감소했던 백혈구와 혈소판의 수가 MLE투여로 급격하게 회복($p<0.01$)되어 면역기능 개선효과가 있었다. TT에 의해 감소했던 혈중 칼슘 및 마그네슘의 농도는 MLE 투여 시 유의하게 증가($p<0.01$)하였으나 인의 농도는 TT군에 비하여 MLE군이 유의하게 감소($p<0.01$)하였다. 신장 기능과 관련된 creatinine 및 blood urea nitrogen은 TT군과 MLE군 사이에 유의성은 없었으며, 요산은 TT군과 MLE군 모두에서 감소하였다. 한편 TT에 의해 증가했던 glucose 농도, amylase 및 lipase의 효소 활성도는 MLE 투여 시 유의하게 감소($p<0.01$)하여 혈당상승 억제효과가 있었다. Total protein, γ -GTP 활성은 TT와 MLE의 영향을 거의 받지 않았으나 TT에 의해 증가했던 AST, ALT 및 ALP의 활성도는 MLE 투여 시 모두 유의하게 감소($p<0.01$)하여 간기능 개선의 효과가 있었다. 한편 Total cholesterol, triglyceride와 LDL-cholesterol의 경우 TT에 의해 유발된 고지혈 증상이 MLE 투여 시 유의하게 감소($p<0.01$)하여 항고지혈 효과가 있었으며 HDL-cholesterol은 TT군과 MLE군 모두에서 증가하였다. 이와 같이 MLE는 TCDD독성이 유발된 흰쥐에서 독성을 완화시켜 주는 작용이 있음을 알 수 있었다.

주제어 : 다이옥신(TCDD), 상엽 물추출물, 혈당, 고지혈증, 혈액생화학지표

Abstract We investigated the effect of mulberry leaf extract (MLE) on blood biochemical parameters of white rats induced TCDD toxicity. Data were analyzed by One-way ANOVA and Post-Hoc Test. The numbers of leukocyte and platelet decreased by TCDD were increased dramatically after treated MLE ($p<0.01$). The concentration of calcium and magnesium decreased by TT were increased by MLE and shown a statistical significance ($p<0.01$) but the concentration of phosphorus increased by TT was decreased by MLE. In the test of parameters related to renal function, only the concentration of uric acid in the MLE group was decreased than it in TT group and shown a statistical significance ($p<0.01$). Also the concentration of blood glucose and the activity of amylase and lipase increased by TT were decreased after treated MLE and shown a statistical significance ($p<0.01$), and MLE had an control effect for elevating blood glucose. In the test of parameters related to liver function, the activity of AST, ALT and ALP increased by TT was decreased after treated MLE and shown a statistical significance ($p<0.01$), and MLE had an improving effect for liver function. In the case of total cholesterol (T,cho), triglyceride(TG), LDL-cholesterol (LDL-C) and HDL-cholesterol (HDL-C) related to lipid metabolism, the amount of T,cho, TG, LDL-C increased by TT were decreased after treated MLE and shown a statistical significance ($p<0.01$), and MLE had an ability of anti-hyperlipidemia. From these results, we concluded that MLE could mollified TCDD toxicity in white rats exposed to TCDD.

Key Words : 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD), mulberry leaf water extract, blood glucose, hyperlipidemia, blood biochemical parameters

※ 본 논문은 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 지원으로 수행한 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

* (주)정식품 중앙연구소 책임연구원, **대전대학교 임상병리학과 석사과정, ***서해대학교 임상병리학과 교수

****김천대학교 의료경영학과 교수, *****김천대학교 임상병리학과 교수, *****대전대학교 임상병리학과 교수(교신저자)

논문접수: 2012년 10월 19일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료: 2012년 11월 15일

1. 서론

1995년 1월부터 쓰레기 종량제가 실시된 이후 재활용품의 분리배출에 의해 쓰레기 발생량이 감소하고 재활용율이 증가하였지만[22] 여전히 인원, 장비 및 예산 부족, 환경오염에 대한 의식 부족 등으로 종이류, 비닐, 플라스틱류, 폐비닐 등과 같은 생활 쓰레기 등의 소각에 의해 다량의 다이옥신이 발생하고 있다[6].

최근 화석에너지 고갈에 따른 유가 급등으로 인하여 소각에 의해 비교적 쉽게 열에너지로 전환될 수 있는 폐지 및 폐목재에 대한 관심이 증가하고 있으며 폐지와 폐목재의 50% 이상을 차지하는 건설 및 산업가공 폐목재는 다른 물질과 혼합된 형태로 배출되기[25] 때문에 처리가 매우 어려워 단순 매립 및 소각 등의 방법으로 처리하고 있어 다량의 환경오염물질이 배출되고 있다[4]. 이와 같이 다이옥신은 자동차 배기가스, 산불, 쓰레기 소각, 흡연 등에 의해서 발생할 수 있다[6].

다이옥신은 약 10년 정도의 반감기를 가지며 체내에서 대사가 잘 되지 않기 때문에 소량이라도 인체에 축적될 경우 건강에 심각한 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려져 있으며, 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)은 현재까지 알려진 다이옥신 중에서 가장 독성을 가진 물질로서 세포내 단백질인 aryl hydrocarbon receptor (Ah receptor)와 결합하여 핵 속으로 이동한 후 DNA의 특정부위에 결합하여 독성을 일으킨다. 그리고 많은 동물실험을 통하여 간, 갑상선, 허파, 피부 등의 다양한 장기에서 암을 유발시키는 것으로 보고되어 있다[17]. 또한 다이옥신의 인체 노출은 주로 식품섭취, 호흡, 피부접촉 등 다양한 경로를 통해서 이루어지고 있다[7][14].

한편 소갈증, 너줄증 등에 효과가 있을 뿐만 아니라 당뇨병의 예방과 치료에 이용되는 것으로 알려져 있는 뽕나무 잎에는 flavones, steroids, triterpenes, 무기질 성분 [9], chlorogenic acid와 같은 항산화성분, 감습 및 칼륨과 같은 전해질, 셀룰로오스, pectin 등과 같은 식이섬유가 풍부하며[16], umbelliferone, scopoletin과 같은 coumarone계 성분과 morusin, mulberrin, merberochromene, cyclomulberrin 등과 같은 flavonoid성분이 함유되어 있으며[8][15][28], 뽕잎추출물은 항당뇨[9], 항산화 및 항염증[18], 항고지혈증 및 혈당 강하작용[27], 항근작용[21] 등이 있는 것으로 알려져 있다. 또한 뽕잎을 이용한 여러 가지 음식료들이 현재까지 개발 및 상품화되었다

[1][5][12]. 현재까지의 뽕잎을 이용한 연구들은 주로 항산화, 항당뇨, 항고지혈증 등에 관한 것으로서 다이옥신 독성과 관련된 혈액의 생화학적 지표의 변화에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

이에 본 연구에서는 가장 강한 독성을 가지는 다이옥신인 2,3,7,8-TCDD의 독성을 감소시켜 줄 수 있는 천연 물질의 탐색하기 위한 일환으로서 다이옥신 유도 독성 흰쥐 혈액의 생화학지표에 영향을 미치는 상엽 물추출물 (Mulberry leaf extract, MLE)의 효과에 대하여 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험동물 및 사육

Sprague-Dawley(SD)계 4주령의 수컷 흰쥐를 (주)대한바이오링크 (충북, 음성)로부터 구입한 후 7일간 계류 시킴으로써 새로운 환경에 적응시킨 다음 본 실험에 사용하였다. 실험동물의 사육은 온도 23±1℃, 습도 40-60%, 명암 주기; 12시간 조건으로 하였다. 사료는 퓨리나(주)의 쥐 고형사료를 자유롭게 급여하였으며, 식수는 멸균 정제수를 제한 없이 공급하였다.

정상대조군 (normal control; NC), 다이옥신 단독투여군 (TCDD-treated; TT), MLE 투여군인 MLE-100군 (Mulberry leaf water extract, 100 mg/kg; MLE-100)과 MLE-200군 (Mulberry leaf water extract 200 mg/kg; MLE-200)으로 모두 4군으로 실험군을 구성하였다.

본 연구에서의 모든 동물실험은 KT&G 중앙연구원의 동물실험윤리 위원회 (Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC)의 승인 하에 동 센터의 표준작업순서 (Standard Operation Procedures, SOP) 및 1989년 미국독성학회 (Society of Toxicology, SOT)에서 채택한 “Guide Principles in the Use of Animals in Toxicology”에 따라 수행되었다.

2.2 실험재료

2.2.1 재료 구입

Morus alba Extract (MaE) 시험물질의 구성 실험에 사용한 시험물질은 국내산으로 유건한 것을 서울 경동시장에서 구입한 재료를 사용하였는데, 상엽 1 kg으로 준비하였다.

2.2.2 상업 물 추출물의 제조

상기에서 혼합한 건조시료 1 kg에 증류수 10 ℓ를 넣고 8시간 동안 끓인 다음 냉각시켰다. 여과포 (위생한약 추출보자기, 하나산업 (주), 한국)로 여과한 다음 여액을 감압농축기 (NE-1, EYELA, Japan)를 이용하여 3 ℓ 부피로 감압 농축하여 여액을 냉동 건조시켜 물 분획 건조분말 13.7 g을 얻었으며, 수율은 13.7%였다[23][27].

2.3 시료의 분석

2.3.1 혈액 분석

MLE 투여 3주후 24시간 동안 절식시킨 다음 ether로 마취시킨 후 부검하였다. 부검 시 복대정맥으로부터 항응고제인 EDTA (ethylene diamine tetra acetic acid)를 함유한 후 채혈한 후 혈액자동분석기인 Sysmex XE-2100 (Sysmex, Co., Japan)을 이용하여 completed blood counts (CBC)를 측정하였다.

2.3.2 혈액의 생화학적 분석

혈청분리용 시험관(serum separate tube, SST)을 사용하여 혈액의 생화학적 특성을 분석하기 위해 채혈을 실시하였다. 채혈된 혈액은 30분간 실온에서 방치한 후 원심분리기를 이용하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 분석지표로는 혈중 무기이온, 신장의 기능 및, 간 기능의 지표, 당 및 지질대사 지표, 간 기능 효소와 당 및 지질 대사 효소의 활성도는 생화학자동분석기 (Hitachi-7600, Hitachi medical Co., LTD, Japan)을 사용하여 분석하였다.

2.4. 통계학적 분석

동물 실험 결과의 통계 분석은 Pharmacology program의 일원변량분산분석 (One-way ANOVA)을 이용하여 정상대조군과 실험군에서의 group test를 실시한 후, TT-단독 투여군과 MLE 투여군 간의 통계적 유의차를 각각 분석하여 p값이 0.05 또는 0.01 이하일 때를 유의성이 있다고 판단하였다. 또한 처리군 사이의 차이점 명확하게 알아보기 위해 Scheffe의 사후검정(Post-Hoc Test)을 실시하였다.

3. 결과

3.1 혈구에 미치는 영향

정상 대조군(NC), TCDD 단독 투여군(TT)과 MLE 투여군(MLE-100 및 MLE-200)이 혈구에 미치는 영향을 규명하기 위해 일원분산분석을 실시한 결과(Table 1), RBC의 수를 제외한 WBC의 수, Hb 양, PLT의 수에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.01). 또한 처리군 사이의 차이를 보다 명확하게 알아보기 위해 Scheffe의 사후검정을 실시한 결과, WBC(×103/mm)의 경우 NC(a)와 TT(b), TT(b)와 MLE 100(c), TT(b)와 MLE 200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 TT 투여 시 NC군 대비 약 60% 수준으로 감소하였던 WBC의 수가 MLE 100과 200 투여 시 각각 TT군의 약 144.0%, 162.6% 수준으로 증가하였다. 특히 MLE-200을 투여할 경우 TT에 의해 감소되었던 백혈구의 수가 NC군의 99.7% 수준으로 회복되었다.

Hct 값의 경우 MLE-100(c)와 MLE-200(d) 사이에서만 차이가 있었다. Hb 양의 경우 NC(a)와 MLE-100(c), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-200(d), MLE-100(c)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 Hb의 양은 TT 투여 시 NC군 대비 약 106.4%, 수준으로 증가하였으나 MLE-200 투여 시 오히려 TT군 대비 약 24.5% 수준으로 현저하게 감소하였다. PLT 수의 경우 NC(a)와 TT(b), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 TT 투여 시 NC군 대비 약 78% 수준으로 감소하였던 PLT의 수가 MLE-100과 MLE-200 투여 시 각각 TT군 대비 약 118.3%, 123.4% 수준으로 각각 증가하는 하였다. 한편, 백혈구 감별 계수의 경우 TT 투여로 호중구의 현저한 증가(20%)와 림프구의 현저한 감소 현상(64%)이 나타났지만 MLE를 투여할 경우 전반적으로 감소 및 증가하는 경향이 나타났다 (Data not shown).

<Table 1> Effect of MLE on blood cell counts in TCDD-exposed male rats

Blood cells	Group	N	Mean	SD	F	p	post-hoc
RBC (×106/mm ³)	NC(a)	10	4.86	.25	2.143	.112	
	TT(b)	10	4.93	.39			
	MLE-100(c)	10	5.13	.51			
	MLE-200(d)	10	4.75	.14			
WBC (×103/mm ³)	NC(a)	10	7.00	1.55	16.006	.000	
	TT(b)	10	4.20	.77			a-b
	MLE-100(c)	10	6.05	.81			b-c
	MLE-200(d)	10	6.83	.69			b-d

Hct(%)	NC(a)	10	41.17	1.05			
	TT(b)	10	41.09	2.21			
	MLE-100(c)	10	41.85	2.31	4.402	.010	c-d
	MLE-200(d)	10	38.97	1.67			
Hb(g/dl)	NC(a)	10	13.22	.91			
	TT(b)	10	14.06	.86			a-c
	MLE-100(c)	10	14.30	.52	479.309	.000	a-d b-d
	MLE-200(d)	10	3.45	.67			c-d
PLT ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	NC(a)	10	724.79	78.61			
	TT(b)	10	565.33	26.73			a-b
	MLE-100(c)	10	668.84	45.43	20.042	.000	b-c b-d
	MLE-200(d)	10	697.72	27.36			

Rats of normal control (NC) group were received vehicle (corn oil and trace amount of DMSO and acetone) and saline, and TCDD-single-treated (TT) group was received TCDD (1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ b.w.) and saline. Mullberry leaf water extract (MLE) was administered (i.p.) 1 week before TCDD-exposure, for 4 and 2 weeks, respectively, at the daily dose of 100 or 200 mg/kg . On the other hand, MLE and vehicle were given to animals of MLE group as the same manner as in TT groups. Data were obtained from 15 animals for each group. Data were analyzed by One-way ANOVA and Post-Hoc Test. Abbreviation: RBC: red blood cell, Hb; hemoglobin, Hct; hematocrit, WBC; white blood cell, PLT; platelet.

3.2 혈액의 화학성분에 미치는 영향

3.2.1 혈중 무기이온 및 신장 기능에 미치는 영향

NC군, TT군, MLE-100군 및 MLE-200군이 혈중 무기이온 및 신장 기능에 미치는 영향을 규명하기 위해 일원분산분석을 실시한 결과, creatinine을 제외한 Ca^{2+} , IP, BUN, UA, Mg^{2+} 에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.01$). 또한 처리군 사이의 차이를 알아보기 위해 Scheffe의 사후검정을 실시한 결과, Ca^{2+} 의 경우 NC(a)와 MLE-100(c), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈중 칼슘의 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 106.2% 수준으로 증가하였으며 MLE-100과 200 투여 시에도 TT군 대비 약 107.6%, 109.9% 수준으로 각각 증가하였다.

Phosphorous의 경우 NC(a)와 MLE-100(c), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈중 인산의 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 2.0%정도 증가하였으나 MLE 100과 200 투여 시 TT군 대비 각각 약 85.3%, 84.1% 수준으로 감소하였다 (Table 2).

BUN의 경우 NC(a)와 TT(b), NC(a)와 MLE-100(c),

NC(a)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈액의 요소질소 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 161.2% 수준으로 증가하였으며 MLE-100 및 200 투여 시 TT군 대비 각각 94.1%, 98.3%감소하여 TT에 의한 BUN의 증가 억제 효과는 없었다. UA의 경우 NC(a)와 MLE-100(c), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 요산의 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 13.7% 감소하였으며 MLE-100 및 200 투여 시 각각 TT군 대비 약 71.1%, 70.6% 수준으로 감소하였다. Magnesium의 경우 NC(a)와 TT(b), NC(a)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 Mg^{2+} 의 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 17.3% 감소하였으나 MLE-100 및 200 투여 시 각각 TT군의 120.3%, 118.1% 수준으로 증가하였다.

<Table 2> Effect of MLE on inorganic matters and functional marks of kidney in TCDD-exposed male rats

Inorganic ions and renal function	Group	N	Mean	SD	F	p	post-hoc
Ca^{2+} (mg/dl)	NC(a)	10	10.03	1.21			
	TT(b)	10	10.65	.54			a-c
	MLE-100(c)	10	11.46	.40	10.691	.000	a-d b-d
	MLE-200(d)	10	11.70	.52			
P^{5+} (mg/dl)	NC(a)	10	9.23	.41			
	TT(b)	10	9.25	.38			a-c
	MLE-100(c)	10	7.89	.62	17.662	.000	a-d b-c
	MLE-200(d)	10	7.78	.89			b-d
Cre (mg/dl)	NC(a)	10	.51	.22			
	TT(b)	10	.39	.21			
	MLE-100(c)	10	.43	.12	1.276	.297	
	MLE-200(d)	10	.50	.10			
BUN (mg/dl)	NC(a)	10	26.05	4.93			
	TT(b)	10	42.00	11.19			a-b
	MLE-100(c)	10	39.51	6.68	10.508	.000	a-c a-d
	MLE-200(d)	10	41.27	4.57			
UA (mg/dl)	NC(a)	10	4.03	.28			
	TT(b)	10	3.88	.77			a-c
	MLE-100(c)	10	2.76	.40	21.159	.000	a-d b-c
	MLE-200(d)	10	2.74	.31			b-d

	NC(a)	10	4.50	.43			
	TT(b)	10	3.75	.20			a-b
Mg ²⁺ (mg/dl)	MLE-100(c)	10	4.51	.20	18.449	.000	b-c
	MLE-200(d)	10	4.43	.15			b-d

Data were obtained from 15 animals for each group and expressed in mean±SD. Data were analyzed by One-way ANOV and Post-Hoc Test. Notes on group designation are the same as in Table 1. Abbreviations: Ca: Calcium, P: Phosphorus, Mg: Magnesium, Cre: Creatinine, BUN: Blood urea nitrogen, UA: Uric acid.

3.2.2 당질대사에 미치는 영향

NC군, TT군, MLE-100군 및 MLE-200군이 당질대사에 미치는 영향을 규명하기 위해 일원분산분석을 실시한 결과(Table 3), glucose, amylase 및 lipase 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.01). 또한 처리군 사이의 차이를 알아보기 위해 Scheffe의 사후검정을 실시한 결과, glucose의 경우 NC(a)와 TT(b), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈중 glucose의 함량은 TT 투여 시 NC군의 약 122.2% 수준으로 증가하였으나 MLE-100 및 200 투여 시 각각 TT군 대비 88.5%, 81.4% 수준으로 감소하였다. 특히 TT투여로 감소하였던 혈중 포도당의 농도가 MLE-200 투여 시 NC군의 99.5% 수준으로 회복되었다.

Amylase의 경우 NC(a)와 TT(b), NC(a)와 MLE-100(c), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 amylase의 활성은 TT 투여 시 NC군의 약 138.9% 수준으로 증가하였으나 MLE-100 및 200 투여 시 각각 TT군의 87.3%, 88.3% 수준으로 감소하였지만 NC군에 비하여 높았다.

Lipase의 경우 NC(a)와 TT(b), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 lipase의 활성은 TT 투여 시 NC군의 약 289.6% 수준으로 증가하였으나 MLE-100 및 200 투여 시 각각 TT군의 43.3%, 44.4% 수준으로 감소하였다. 이러한 결과는 당 대사와 관련된 지수 항목 중에서 MLE에 의해 가장 뚜렷하게 감소한 것이다 (Table 3).

〈Table 3〉 Effect of MLE on glucose metabolism in TCDD-exposed male rats

Metabolic material	Group	N	Mean	SD	F	p	post-hoc
Glucose (mg/dl)	NC(a)	10	135.97	17.89			
	TT(b)	10	166.17	24.74			
	MLE-100(c)	10	147.03	11.29	6.578	.001	a-b b-d
	MLE-200(d)	10	135.26	14.31			
Amylase (IU/L)	NC(a)	10	3688.04	160.57			
	TT(b)	10	5124.70	274.93			a-b, b-c
	MLE-100(c)	10	4472.37	136.71	103.819	.000	a-c, b-d a-d
	MLE-200(d)	10	4525.35	117.29			
Lipase (IU/L)	NC(a)	10	16.16	5.10			
	TT(b)	10	46.81	9.81			
	MLE-100(c)	10	20.28	3.15	58.060	.000	a-b b-c b-d
	MLE-200(d)	10	20.78	1.80			

Data were obtained from 15 animals for each group and expressed in mean±SD. Data were analyzed by One-way ANOVA and Post-Hoc Test. Notes on group designation are the same as in Table 2.

3.2.3 간 기능에 미치는 영향

NC군, TT군, MLE-100군 및 MLE-200군이 간 기능에 미치는 영향을 규명하기 위해 일원분산분석을 실시한 결과(Table 4), TP와 γ-G TP를 제외한 AIB, AST, ALT, ALP 에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (p<0.01). 또한 처리군 사이의 차이를 알아보기 위해 Scheffe의 사후검정을 실시한 결과, albumin의 경우 NC(a)와 TT(b), NC(a)와 MLE-100(c), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-100(c) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈중 알부민 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 90.2% 수준으로 감소하였으며 MLE-100과 200 투여 시 각각 TT군 대비 약 91.5%, 85.9% 수준으로 감소하였다.

AST 활성도의 경우 NC(a)와 TT(b) 사이에서만 차이가 있었다. 즉 AST 활성도는 TT 투여 시 NC군 대비 약 190.1%로 증가하였으나 MLE-100과 200 투여 시 각각 TT군 대비 약 71.9%, 76.6% 수준으로 감소하였으나 NC군에 비하여 높았다. ALT 활성도의 경우 NC(a)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 ALT 활성도는 TT 투여 시 NC군 대비 약 139.5% 수준으로 증가하였으나 MLE-100과 200 투여 시 각각 TT군 대비 약 67.8%,

68.4% 수준으로 감소하여 간기능 개선 효과가 있었다.

ALP 활성도의 경우 NC(a)와 MLE-100(c), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 ALP 활성도는 TT 투여 시 NC군 대비 약 112.3% 수준으로 증가하였으나 MLE 100과 200 투여 시 각각 TT군 대비 약 66.0%, 60.6% 수준으로 감소하여 간 기능을 회복시키는 효과가 나타났다 (Table 4).

(Table 4) Effect of MLE on liver function in TCDD-exposed male rats

Liver index	Group	N	Mean	SD	F	p	post-hoc
TP (g/dl)	NC(a)	10	5.20	.31	2.844	.051	
	TT(b)	10	5.12	.29			
	MLE-100(c)	10	5.40	.20			
	MLE-200(d)	10	5.38	.20			
Alb (g/dl)	NC(a)	10	3.27	.18	22.180	.000	a-b a-c a-d b-c
	TT(b)	10	2.95	.13			
	MLE-100(c)	10	2.70	.23			
	MLE-200(d)	10	2.81	.09			
AST (IU/L)	NC(a)	10	74.58	8.78	6.590	.001	a-b
	TT(b)	10	141.80	64.56			
	MLE-100(c)	10	101.94	12.63			
	MLE-200(d)	10	108.58	15.14			
ALT (IU/L)	NC(a)	10	78.10	9.10	13.529	.000	a-b b-c b-d
	TT(b)	10	108.96	21.11			
	MLE-100(c)	10	73.85	15.69			
	MLE-200(d)	10	74.57	7.93			
ALP (IU/L)	NC(a)	10	247.42	9.54	34.186	.000	a-c a-d b-c b-d
	TT(b)	10	277.74	46.04			
	MLE-100(c)	10	183.35	29.90			
	MLE-200(d)	10	168.38	7.14			
γ-GTP (IU/L)	NC(a)	10	7.16	2.76	2.712	.059	
	TT(b)	10	8.00	2.02			
	MLE-100(c)	10	9.58	2.96			
	MLE-200(d)	10	7.00	.09			

Data were obtained from 15 animals for each group and expressed in mean±SD. Data were analyzed by One-way ANOVA and Post-Hoc Test. Notes on group designation are the same as in Table 2. Abbreviation: TP; Total protein, Alb; albumin, AST; aspartate aminotransferase, ALT; alanine aminotransferase, ALP; alkaline phosphatase, γ-GTP; gamma-glutamyl transferase

3.2.4 지질 대사에 미치는 영향

NC군, TT군, MLE-100군 및 MLE-200군이 지질대사에 미치는 영향을 규명하기 위해 일원분산분석을 실시한

결과, TT가 총콜레스테롤(T. cho), 중성지질(TG), HDL-콜레스테롤(HDL-C) 및 LDL-콜레스테롤(LDL-C) 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.01). 또한 처리군 사이의 차이를 알아보기 위해 Scheffe의 사후검정을 실시한 결과, T. cho의 경우 NC(a)와 TT(b), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-100(c), MLE-100(c)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈중 T. cho 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 142.3%수준으로 증가하여 고지혈증이 유발되었으나 MLE-100 투여 시 TT군 대비 약 86.4% 수준으로 억제되어 고지혈 억제효과가 있었다. TG의 경우 NC(a)와 TT(b), NC(a)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈중 TG 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 299.2% 수준으로 증가하여 고지혈증이 유발되었으나 MLE-100과 200 투여 시 각각 TT군 대비 약 72.2%, 52.2% 수준으로 억제되어 고지혈 억제효과가 있었다.

HDL-C의 경우 NC(a)와 MLE-200(d), NC(a)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈중 HDL-C 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 120.6% 수준으로 증가하였고 MLE-100과 200 투여 시 각각 TT군 대비 약 292.1%, 243.3% 수준으로 증가하였다. LDL-C의 경우 NC(a)와 TT(b), NC(a)와 MLE-100(c), NC(a)와 MLE-200(d), TT(b)와 MLE-100(c), TT(b)와 MLE-200(d), MLE-100(c)와 MLE-200(d) 사이에 차이가 있었다. 즉 혈중 LDL-C 함량은 TT 투여 시 NC군 대비 약 218.4% 수준으로 증가하여 고지혈증이 유발되었으나 MLE-100과 200 투여 시 각각 TT군 대비 약 61.8%, 78.9% 수준으로 억제되어 고지혈 억제효과가 관찰되었다 (Table 5),

(Table 5) Effect of MLE on lipid metabolism in TCDD-exposed male rats

Lipid index	Group	N	Mean	SD	F	p	post-hoc
T. Cho (mg/dl)	NC(a)	10	34.91	5.97	58.660	.000	a-b a-d b-d c-d
	TT(b)	10	49.66	11.46			
	MLE-100(c)	10	42.90	6.48			
	MLE-200(d)	10	77.60	5.11			
TG (mg/dl)	NC(a)	10	29.22	6.32	34.378	.000	a-b a-c b-c b-d
	TT(b)	10	87.43	16.31			
	MLE-100(c)	10	63.10	16.54			
	MLE-200(d)	10	45.64	11.95			

HDL-C (mg/dl)	NC(a)	10	1.99	54	64.772	.000	a-c a-d b-c b-d
	TT(b)	10	2.40	.73			
	MLE-100(c)	10	7.01	1.38			
	MLE-200(d)	10	5.84	1.05			
LDL-C (mg/dl)	NC(a)	10	65.59	10.88	41.984	.000	a-b, b-c a-c, b-d a-d, c-d
	TT(b)	10	143.22	19.54			
	MLE-100(c)	10	88.48	22.16			
	MLE-200(d)	10	112.94	8.05			

Data were obtained from 15 animals for each group and expressed in mean±SD. Data were analyzed by One-way ANOVA and Post-Hoc Test. Notes on group designation are the same as in Table 2. Abbreviations: T. Cho; total cholesterol, T.G; triglyceride, HDL-C; high density lipoprotein cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein cholesterol

4. 고찰

지속적인 산업발전이 생활수준을 향상시킨 반면 많은 양의 폐기물 즉, 폴리염화비페닐(PCBs) 오염 절연유[3], 폐지 및 폐목재[25], 석탄재[19], 생활 및 영농 폐기물 등의 처리과정에서 다량의 유독성 다이옥신이 배출되고 조각재를 매립하는 과정에서 토양이 오염되는 것으로 보고[6]되어 있다. 따라서 한국보건사회연구원에서는 우리나라 식품에서 다이옥신, 아크릴아마이드 등과 같은 신종 위해물질 검출이 지속적으로 증가하고 있기 때문에 위해 물질이 인체에 미치는 영향에 대한 과학적이고 객관적인 위해요인을 분석할 필요가 있다고 보고한 바 있다[7].

이에 본 연구에서는 다이옥신의 부작용을 최소화 할 수 있는 천연물질을 탐색하기 위하여 항산화작용[16][18], 항균작용[21], 항당뇨작용[10], 중성지방 및 콜레스테롤 저하 및 고지혈증 억제작용, 혈압저하, 동맥경화 억제 작용 등과 같이 다양한 생리활성 기능작용[13], 신경보호 작용[26] 등을 가진 MLE를 다이옥신 독성이 유발된 흰쥐에 투여하여 흰쥐 혈액의 여러 가지 생화학적 지표에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 조사하였다.

다이옥신 TT과 MLE를 투여(MLE-100군, MLE-200군)한 후 이들이 흰쥐의 혈액성분에 미치는 영향을 비교 분석한 결과, TCDD 투여군(TT군)과 MLE 투여군(MLE군) 사이에는 적혈구의 수와 hematocrit 값에서 통계적으로 유의성 있는 변화가 없었다. 그러나 TT 투여에 의해 유의성(p<0.01)있게 감소했던 백혈구, 혈소판의 수가 MLE 투여에 의해 통계적으로 유의하게 증가하는 개선

효과(p<0.01)가 있었으며, MLE-200 투여군의 경우 NC군 대비 99.7% 수준으로 회복되었다. 특히 백혈구 감별계수의 경우 TT 투여에 의한 호중구가 현저한 증가하고 림프구가 현저한 감소했던 현상이 MLE 투여 시 유의하게 감소 또는 증가(p<0.01)하였다. 이러한 결과는 MLE를 투여할 경우 백혈구 중 림프구가 약간 증가하였다는 보고와 일치하였다[23].

TT와 MLE 투여가 혈액의 화학성분에 미치는 영향을 조사한 결과, 혈중 무기이온 중 magnesium과 Ca²⁺ 함량의 경우 TT투여 시 감소하였지만 MLE 투여 시 농도가 유의하게 증가(p<0.01)하였지만 그 증가폭은 미약했다. 그리고 phosphorus의 경우 TT군에 비하여 MLE군이 유의하게 감소(p<0.01)하였다. 신장의 기능 평가의 지표 항목 중에서 creatinine의 경우 NC군, TT군과 MLE 군 모두에서 유의한 차이가 없었으며. BUN (blood urea nitrogen)의 경우 TT에 의한 증가가 MLE 투여에 의해 감소되었으나 통계적 유의성은 없었다. Uric acid의 경우 TT군 대비 MLE 투여군이 유의하게 감소(p<0.01)하였다.

한편 TT와 MLE 투여가 당질대사에 미치는 영향을 조사한 결과, TT에 의해 혈당(glucose)은 NC군 대비 122.2%, amylase 및 lipase의 활성도는 각각 139.9%, 289.6% 증가하였다. 그러나 혈당의 경우 MLE 투여 시 경우 TT군 대비 약 88.3%, NC군 대비 81% 수준으로 유의하게 억제되는 경향을 보였다. 이러한 본 연구의 결과는 상업-녹차 추출물이 starch, sucrose, maltose에 대해서 시판약제인 acarbose와 비슷한 정도의 혈당억제 활성을 보였다는 보고와[2] 뽕잎 열수추출물이 식후 혈당수치를 현저하게 낮추었다는 보고와[24] 일치한다.

Amylase와 lipase의 경우 TT 투여 시 활성도가 NC군 대비 각각 약 139.9%, 289.6% 수준으로 증가하였으나 MLE를 투여할 경우 TT군 대비 88.3%, 44.4% 수준으로 활성도가 통계학적으로 유의하게 감소(p<0.01)하였다. 이런 결과는 뽕잎 열수추출물이 α-amylase저해 활성과 α-glucosidase저해 활성도가 acarbose와 비슷하거나 높은 저해활성을 보였다는 보고와[23] 일치한다. 그리고 lipase의 경우 TT 투여 시 약 2.8배 증가했던 활성도가 MLE 투여 시 통계적으로 유의하게 감소(p<0.01)하였는데 이러한 이것은 당 대사관련 지수 중 가장 현저하게 개선된 것이다. 이러한 본 연구의 결과는 100±10 g 내외의 Sprague-Dawley 중 수컷에 뽕잎추출물을 투여한 군이

고 콜레스테롤 식이군 보다 유의적으로 감소하였다는 보고와[11] 일치한다.

TT와 MLE 투여가 간 기능에 미치는 영향을 조사한 결과, Total protein 함량, Y-GTP 활성도를 제외한 AST, ALT, ALP의 경우 TT 투여 시 활성도가 TT군 대비 각각 190.1%, 139.5%, 112.3% 수준으로 증가하여 간기능 장애가 유도되었지만 MLE를 투여할 경우 AST 및 ALT 활성도가 각각 TT군 대비 약 71.9%, 약 67.8%, 60.6% 수준으로 유의하게 감소($p < 0.01$) 하였기 때문에 MLE 투여가 간 기능을 개선시키는 효과가 있음을 확인하였다. 이러한 본 연구의 결과는 MLE를 투여할 경우 간 손상과 관련이 있는 혈청학적 지표인 aspartate transaminase, alanine transaminase와 alkaline phosphatase가 감소하였다는 보고와[2] 일치하였다.

지질대사에 미치는 영향을 조사한 결과, TT에 노출될 경우 NC군 대비 총콜레스테롤 (T. cho), triglyceride (TG) 및 LDL-콜레스테롤 (LDL-C)이 각각 142.3%, 299.2%, 120.6% 및 218.4%의 수준으로 유의하게 증가 ($p < 0.01$)하여 고지혈증이 유발되었지만 MLE를 투여할 경우 TT군 대비 T. cho, TG 및 LDL-C이 각각 86.4%, 52.2%, 61.8% 수준으로 고지혈 억제 효과가 있었다. 그러나 HDL-콜레스테롤 (HDL-C)의 경우 TT군 대비 292.1% 수준으로 오히려 증가하였다. 이러한 본 연구의 결과는 혈중 TG, T. Cho, LDL-C, A.I 등은 고 콜레스테롤군에 비해 뽕잎추출물 투여군이 유의적으로 감소되었으며 HDL-C는 고 콜레스테롤군에 비해 뽕잎추출물 공급군이 유의하게 증가되었다는 보고[11]와 간의 T. Cho 농도가 고지방식이군의 5% MLE군에서 유의적으로 낮았다는 보고[20]와 일치한다.

이상의 결과들로부터 상업 물추출물 (MLE군)은 TCDD 독성 (TT군)으로부터 혈액의 백혈구(림프구) 및 혈소판의 감소를 억제하고, 혈중 갈슘과 마그네슘의 농도를 증가시키며, 당질대사관련 지표인 혈당, amylase 및 lipase의 효소 활성도를 감소시켜 혈당상승 억제 효과를 보였으며, 간 기능 지표인 AST, ALT, ALP의 활성도를 감소시켜 간 기능 개선 효과가 있었으며, 지질대사관련 지표인 총콜레스테롤, 중성지질, LDL-C을 감소시키고 HDL-C을 증가시켜 비만 개선 효과가 있었음을 알 수 있었다. 향후 연구에서는 MLE 중 어떤 성분이 TCDD 독성에 대한 보호 작용을 일으키는지에 대한 연구가 더 수행되어야 산업적으로 이용이 가능할 것으로 판단된다.

5. 결론

TCDD 독성에 의해 영향을 받는 혈구성분, 무기 이온, 당질대사, 간기능 및 지질대사에 대한 상업 물추출물 (MLE)의 개선효과는 다음과 같다.

- 5.1. 혈구성분 중 TCDD 투여(TT)에 의해 감소했던 백혈구와 혈소판의 수가 MLE 투여 시 급격하게 증가하였다($p < 0.01$). 백혈구 중에서도 TT에 의해 현저하게 증가했던 호중구가 현저한 감소하였으며 현저하게 감소했던 림프구의 수가 증가하여 유의성($p < 0.01$)이 있었다.
- 5.2. 혈중 무기이온 중 TT에 의해 농도가 감소했던 칼슘, 마그네슘의 경우 MLE 투여 시 그 농도가 TT군에 비하여 유의하게 증가($p < 0.01$) 시켰으나 인의 농도는 TT군에 비하여 MLE군이 유의하게 감소하였다. 그리고 신장 기능과 관련된 creatinine 및 BUN은 TT군과 MLE군 사이에 유의성이 없었으나 요산은 TT군과 MLE군 모두에서 유의하게 감소하였다
- 5.3. TT에 의해 증가했던 혈중 glucose 농도와 amylase 및 lipase의 효소 활성도는 MLE 투여 시 유의하게 감소($p < 0.01$)하여 혈당상승 억제 효과가 있었다.
- 5.4. 간 기능과 관련이 있는 지표 중 total protein, γ -GTP를 제외한 AST, ALT 및 ALP의 효소활성은 TT에 의해 증가하였으나 MLE 투여 시 모두 유의하게 감소($p < 0.01$)하여 간기능을 개선시키는 효과가 있었다. 그러나 albumin의 경우 TT와 MLE 투여 시 모두 양이 감소하였다.
- 5.5. 지질대사와 관련이 있는 지표 중 total cholesterol, TG와 LDL-C의 경우 TT에 의해 유발된 고지혈 증상이 MLE 투여 시 유의하게 감소($p < 0.01$)하여 고지혈증 억제 효과가 있었다. 그러나 HDL-C의 경우 TT 및 MLE 투여 시 모두 유의하게 증가하였다

참고문헌

- [1] 강양선 · 홍진숙(2009). 뽕잎분말 첨가 비율에 따른 인절미의 품질특성. 한국조리과학회지, 25(3), pp. 275-282.

- [2] 김교남(2010). In vitro and In vivo Anti-hyperglycemic and Antioxidant Activities of Mulberry (*Morus alba* L.) Leaf Extract. 박사학위 논문, 한남대학교, pp. 63-91.
- [3] 김기현 · 정해영 · 박재성 · 권오준 · 오길중 · 차준석 (2012). PCBs 오염 절연유의 고온소각처리에 따른 다이옥신 배출 특성. 한국폐기물자원순환학회지, 29(2), pp. 189-197.
- [4] 김남찬 · 이재인(2011). 폐목재 소각시설에서의 다이옥신과 가스상 물질의 배출 특성. 한국환경분석학회지, 14(4), pp. 214-220.
- [5] 김복현 · 강충길 · 성규병 · 강석우 · 이정란(2007). 뽕잎 및 뽕잎차의 항산화능. 한감학지, 49(1), pp. 18-23.
- [6] 김용진(2008). 생활 및 영농 폐기물의 노천소각에 의한 다이옥신류의 배출. 한국폐기물학회지, 25(1), pp. 66-71.
- [7] 김정선(2011). 우리나라 식품 위해분석 체계 현황 및 개선방향. 한국보건사회연구원, 보건복지포럼 174, pp. 39-50.
- [8] 김태완 · 권영배 · 이장현 · 양일석 · 염종경 · 이희삼 · 문재유 (1996). 오디의 항당뇨 효능에 관한 연구. 한국잡사학회지, 38, 100-107.
- [9] 김현복 · 이용우 · 이완주 · 문재유(2001). 청일뽕 오디를 이용하여 제조된 침출주의 관능평가 및 생리활성연구. 한국잡사학회, 43(1), pp. 16-20.
- [10] 김형진 · 최상원 · 조성희(2010). 오디의 가공형태에 따른 Streptozotocin 유발 당뇨쥐의 혈당 및 지질의 상태에 미치는 영향. 한국영양학회지, 43(6), pp. 551-560.
- [11] 박석훈 · 장미진 · 홍정희 · 이순재 · 최경호 · 박모라 (2010). 뽕잎추출물이 고콜레스테롤 식이 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. 한국식품영양학회지, 36(1), pp. 43-50.
- [12] 송은주 · 김기쁨 · 이광석 · 최수근(2010). 뽕잎 분말 첨가 쌀 파스타 제조의 최적화에 관한 연구. 한국조리학회지, 16(4), pp. 286-296.
- [13] 안창순 · 여정숙 · 방인수(2009). 뽕잎추출액을 첨가한 발효유의 이화학적 특성. 한국식품영양학회지, 22(23), pp. 272-278.
- [14] 오금순 · 서정혁 · 백옥진 · 김미혜 · 이광호(2010). 식품을 통한 다이옥신류의 노출 평가. 분석과학, 23(6), pp. 595-606.
- [15] 이유진 · 이원정 · 최상원(2010). 뽕나무 부위별 폴리페놀화합물 및 생리활성. 대구가톨릭대학교 자연과학논문집, 8(1), pp. 107-117.
- [16] 이종미 · 김진아 · 이지민(2002). 뽕잎을 이용한 부가의 관능적 및 이화학적 특성. 한국식생활문화학회지, 17(2), pp. 103-110.
- [17] 장재연 · 권호장(2003). 다이옥신과 건강: 인체 노출 수준 및 건강 여향에 대한 역학적 연구, 예방의학회지, 36(4), pp. 303-314.
- [18] 전예숙 · 김미원(2011). 뽕잎 추출물의 항산화 효과와 항산화 성분 분리 및 동정에 관한 연구. 한국식품영양학회지, 24(1), pp. 94-100.
- [19] 정다위 · 강영렬 · 연진모 · 박호연 · 김용준 · 유혜영 · 윤철우 · 김민선 · 신선경(2011). 석탄재 중 다이옥신, PCBs, HCB, PAHs, phenols 함량 특성에 관한 연구. 한국폐기물자원순환학회지, 28(8), pp. 841-848.
- [20] 최봉겸(2010). Effect of Aqueous Mulberry leaf extract on glucose and lipids metabolism in diet-induced overweight animal models. 석사학위논문, 이화여자대학교, pp. 42-49.
- [21] 최정이 · 정미애 · 정상희(2006). 뽕잎 추출물의 구강 미생물에 대한 항균효과. 한국치위생과학회, 6(4), pp. 251-254.
- [22] 환경부 · 국립환경과학원 (2006). 2005 전국 폐기물 발생 및 처리현황. 발간등록번호 11-1480523-00003-10.
- [23] 황석연 · 권운 · 채희열 · 조영민 · 이남진 · 류재면 · 신지순 · 김태명 · 조정희 · 장자영 · 박정휘 · 강종구 · 김윤배(2004). 상업의 4주 반복투여독성 평가. 한국실험동물학회지, 20(3), pp. 274-282.
- [24] 황은영(2009). 지방세포분화에서 뽕잎(*Morus alba*) 추출물이 지질대사 및 인슐린저항성에 미치는 영향. 석사학위논문, 계명대학교, pp. 20-22.
- [25] 황인규 · 이인석 · 오광중 · 김지원 · 박홍석 · 오정은 (2010). 폐지와 폐목재에서의 잔류성 유기오염물질의 농도 및 배출원 추정. 대한환경공학회지. 32(9), pp. 870-878.
- [26] Kang, T. H., Oh, H. R., Jung, S. M., Ryu, J. H., Park, M. W., & Kim, S. Y.(2006). Enhancement of Neuroprotection of Mulberry Leaves (*Morus alba* L.) prepared by the anaerobic treatment against ischemic damage. *Biological Pharmaceutical Bulletin*, 29(2), pp. 270 - 274.
- [27] Kim, J. Y., Choi, B. G., Jung, M. J., Wee, J. H.,

Chung, K. H., & Kwon, O R.(2011). Mulberry leaf water extract ameliorates insulin sensitivity in high fat or high sucrose diet induced overweight rats. *Journal of Korean Society Applied Biological Chemistry*, 54(4), pp. 612-618.

[28] Lee, J. Y., Moon, Y. J., Kwon, Y. J., Rree, S. J., Park, H. R., & Choi, S. W.(2004). Identification and Quantification of Anthocyanins and Flavonoids in Mulberry (*Morus app.*) Cultivars. *Food Science Biotechnology*, 13, pp. 176-184.

황 석 연



- 1992년 2월 : 대전대학교 미생물학과 (이학사)
- 1994년 2월 : 한남대학교 생물학과 (이학석사)
- 1999년 2월 : 한남대학교 생물학과 (이학박사)
- 2009. 3월 ~ 현재 : 대전대학교 임상병리학과 교수

· 관심분야 : 실험동물학, 독성학
· E-mail : syhwang@dju.kr

이 윤 복



- 1989년 2월 : 서울대 식품공학과 (농학사)
- 1991년 2월 : 서울대 식품공학과 (농학석사)
- 2005년 2월 : 서울대 농생명공학부 식품생명공학 전공 (농학박사)
- 현재 : 정식품 중앙연구소 수석연구원

· 관심분야 : 기능성식품학, 식품생명공학
· E-mail : lyb007@vegemil.co.kr

박 재 승



- 1993년 2월 : 전주대학교 이공대학 미생물학과 (이학사)
- 1996년 2월 : 전북대학교 의과대학 의학과 (의학석사)
- 2000년 2월 : 전북대학교 의과대학 의학과 (의학박사)
- 2002년 ~ 2011년 : 미국 인디애나 INDIANA-PURDU 대학교 의과대학 박사 후 연수 및 연구 교수

· 2011년 ~ 현재 : 서해대학교 임상병리학과 교수
· 관심분야 : 제 2 형 당뇨, 간 종양, 간 대사
· E-mail : jaespark@sohae.ac.kr

이 다 경



- 2010년 2월: 대전대학교 임상병리학과
- 관심분야 : 실험동물학
- E-mail : 01094187770@naver.com

배 수 정



- 2010년 2월 : 대전대학교 임상병리학과
- 관심분야 : 실험동물학
- E-mail : heady12@naver.com