

## 비만모델 랫드에서 지장김치의 혈액 지질대사, 항비만 효능 및 메카니즘

신중서 · 엄경환<sup>†</sup> · 최윤서 · 이해선 · 박희진 · 박병성<sup>†</sup>

강원대학교 동물생명과학대학  
(2019년 12월 4일 접수: 2019년 12월 23일 수정: 2019년 12월 26일 채택)

### Biochemical mechanism of Jijang-Kimch on anti-obesity effect and blood lipid metabolism in obesity model rats

J-S Shin · K-H Um<sup>†</sup> · Y-S Choi · H-S Lee · H-J Park · B-S Park<sup>†</sup>

*College of Animal Life Sciences, Kangwon National University,  
Chuncheon, Gangwondo, 200-701, Republic of Korea*

*(Received December 4, 2019; Revised December 23, 2019; Accepted December 26, 2019)*

**요약** : 고지방식이에 의해 유도한 비만모델동물에서 지장김치의 혈액 중 유해 지질 감소, 항비만 효능 및 그 작용 메카니즘을 조사하였다. 4개의 처리구는 CD(일반식이를 섭취한 정상 대조구, chow diet as normal control), HFD(고지방식이를 섭취한 비만 대조구, high fat diet as obesity), HFDCK(고지방식이+일반김치 추출물 투여구), HFDJK(고지방식이+지장김치 추출물 투여구)로 구분하여 김치추출물을 28일 동안 경구투여 하였다. 체중, 간 및 지방조직 무게는 비만모델동물에서 HFDJK가 HFDCK에 비해서 낮았다( $p < 0.05$ ). 혈액 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-C, 혈당은 HFD와 비교할 때 CD, HFDJK, HFDCK의 순서대로 낮았으며 HFDJK는 HFDCK에 비해 낮았다( $p < 0.05$ ). 간 및 지방세포의 크기는 HFD, HFDCK, HFDJK의 순서대로 증가하였으며 HFDJK는 HFDCK에 비해서 크게 낮았다( $p < 0.05$ ). 결과는 비만모델동물에서 지장김치의 섭취가 일반김치에 비해서 혈액 지질과 혈당을 낮추고 지방세포의 크기를 줄여줌으로써 항비만 효능을 갖는다는 점을 나타낸다.

**주제어** : 김치, 비만, 랫드, 혈액지질, 혈당, 지방세포

**Abstract** : This study investigated action mechanism and biological effect of Jijang-kimch, including its anti-obesity effect and blood lipid-decreasing effect in a high-fat diet-induced obese model animals. There were four treatment groups: CD (chow diet as normal control), HFD (high fat diet as obesity control), HFDCK (HFD plus commercial kimchi extracts), and HFDJK (HFD plus Jijang-kimchi extract). Kimchi extracts were orally administered for 28 days. Body weight, liver, and adipose tissue weight declined in HFDJK compared to those in HFDCK ( $p < 0.05$ ). Blood

<sup>†</sup>Corresponding author

(E-mail: bspark@kangwon.ac.kr; acopop9969@naver.com)

triglyceride, total cholesterol, low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C), and glucose level decreased in CD, HFDJK, and HFDCK compared to those in HFD( $p < 0.05$ ). Those in HFDJK were lower than those in HFDCK( $p < 0.05$ ). Sizes of liver and adipose cells increased in HFD, HFDCK, and HFDJ that those in CD( $p < 0.05$ ). Those in HFDJK were greatly decreased than those in HFDCK( $p < 0.05$ ). These results indicate that ingestion of Jijang-kimchi in obese model animals has anti-obesity effect by lowering blood lipid and glucose levels and decreasing adipocyte size compared to that of commercial-kimchi.

*Keywords* : Kimch, Obesity, Rat, Blood lipid, Glucose, Adipocyte

## 1. 서론

식생활의 서구화에 따른 비만 인구가 증가하고 있으며 비만은 대사성 질환의 대표적인 예로써 심각한 사회적 이슈가 되었다. 비만은 과식과 운동부족으로 인한 우리 몸 안의 백색지방 세포의 크기와 숫자가 늘어나게 되어 체지방이 과도하게 축적된 상태를 말한다[1]. 비만은 염증 반응 및 인슐린 저항성을 높이고 고지혈증, 고혈압, 당뇨병, 지방간을 비롯한 심혈관계 질환으로 인한 사망률을 높이는 원인이 될 수 있다[2].

김치는 우리나라 고유의 전통발효식품으로서 각종 비타민, 무기질과 식이섬유가 풍부하고 김치가 지닌 유산균과 생리활성 물질은 항산화, 염증, 장내 균총을 개선하여 변비를 비롯한 각종 대사성 질환 예방 효과가 알려져 있다[3]. 김치의 원재료에 들어있는 식이유황 성분은 지질대사, 다이어트 및 항비만 효능을 갖는 것으로 알려졌다[4]. 김치 원재료인 배추, 고춧가루, 마늘, 생강, 파, 무와 함께 혼합되는 젓갈을 비롯한 다양한 양념에 들어있는 복합적인 성분이 발효되어 유산균을 생성하면서 신맛과 감칠맛을 낸다. 김치의 독특한 풍미와 함께 그 속에 포함된 유용한 성분들의 과학적인 우수성이 입증되어 일본과 중국에서 김치의 선호도가 증가하여 수출용 김치의 상품화 연구가 진행 중이다[5].

김치는 지역에 따라 원재료의 혼합 방법에 차이가 있으며 지역별로 김치의 독특한 맛과 풍미가 다르게 나타난다. 일반적으로 김치는 주원료인 배추, 고춧가루, 마늘, 파, 생강, 부추, 무, 젓갈류 등 여러 가지 재료를 혼합하여 발효시켜서 만든다[5]. 지장김치는 품질 면에서 우수한 것으로 널리 알려진 진도, 완도, 무안 지역에서 생산한 절

인 배추, 최상급 고추, 마늘, 대파, 쪽파, 양파, 생강, 부추, 무, 미나리, 참깨, 진도 해안가 돌갯, 당근, 생새우 육젓, 까나리 액젓, 낙지 젓, 전복, 생굴, 진도 울금 가루, 배, 사과, 흑미, 참쌀가루, 전라남도 장성에서 생산한 대봉 감, 청각 가루, 지장푸드 코리아에서 직접 생산한 최상급 자연산 소금과 미역, 다시마, 멸치, 디포리, 황태 등뼈, 구찌뽕나무, 엄나무, 상황버섯, 차가버섯 열수추출물을 이용하여 제조한 육수를 포함하는 제2성분을 9:1 내지 7:3 비율로써 제조하는 것을 특징으로 하기 때문에 소비자로부터 김치 맛이 매우 좋고 독특하다는 평을 받고 있다. 지장김치 레서피에 활용되는 주 재료 중 지질대사 메커니즘에 관여하는 특정 성분은 청각의 베타카로틴, 식이섬유 [6,7], 쪽파 식이유황, 총페놀, 베타카로틴, 식이섬유[8,9], 대봉감 총페놀[10], 구찌뽕나무 식이섬유, 총페놀, 루틴, 가바[11-13], 엄나무 식이섬유, 총페놀[14], 상황버섯 총페놀, 총플라보노이드 [15,16], 차가버섯 총페놀, 총플라보노이드[17]으로 알려졌다나 이를 통합하여 김치에 적용한 사례는 거의 없으며 따라서 본 연구의 중요성이 있다.

지장김치는 일반김치와 다르게 상기 기술한 독특한 원재료를 사용하기 때문에 그 속에 함유된 생체활성 성분의 복합적인 시너지 작용으로 혈액 중 지질대사 개선 및 항비만 효능을 갖는 것으로 생각할 수 있다. 본 연구의 목적은 지장김치의 혈액 중 유해 지질 감소, 항비만 효능 및 그 작용 메커니즘을 구명하여 고품질 웰니스 김치의 신 시장을 창출하고 중국과 일본을 비롯한 선진국으로 수출용 지장김치 상품화에 관한 기능성 기초자료를 확보하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1. 김치 추출물

김치는 지장푸드코리아(주)의 노하우로써 제조한 제품을 회사(경기도 안산시)로부터 공급받았다. 김치 시료를 가정용 믹서기에 넣고 분쇄 후 면으로 된 천으로 감싼 후 압착, 추출물을 얻었다. 얻어진 김치 추출물은  $-20^{\circ}\text{C}$ 에 보관하면서 사용 전에 실온으로 유지 후 경구투여 하였다.

### 2.2. 실험동물 및 실험설계

동물실험은 유럽위원회 가이드라인(EEC Directive of 1986; 86/609/EEC)에 따라서 수행하였으며 강원대학교 동물실험윤리위원회(IACUC)의 승인(KW-10037)을 얻었다. Sprague Dawley strain 랫드 6주령 수컷(체중  $165 \pm 3\text{g}$ ) 28마리를 대한바이오링크(주)로부터 구입하였다. 일반식을 이용하여 일주일 동안 사육환경에 적응시킨 후 4처리구, 반복 케이지 당 1마리씩 완전임의 배치하였다. 실험기간 중 모든 처리구의 동물은 우지를 함유한 고지방식이(high fat diet, HFD, D12492, 40% kcal fat, New Brunswick, NJ, USA)를 섭취하면서 비만을 유도하였다. 처리구는 일반식이 섭취 대조구(CD, chow diet as normal control), 비만대조구(HFD, high fat diet), 일반김치 추출물 투여구(HFDCK, HFD plus commercial kimchi extracts), 지장김치 추출물 투여구(HFDJK, HFD plus jjiang kimchi extract)로 구분하였다. 대조구는 생리식염수 1 mL, 처리구는 각각 해당 김치추출물(0.05 ml/kg BW)을 28일 동안 매일 일정한 시간에 직경 1 mm의 위관을 이용해서 경구투여 하였다. 김치 추출물의 경구 투여량은 서로 다른 수준(0.25, 0.50, 0.75, 1.00 ml)의 일반김치 추출을 이용한 예비실험 결과 0.05 ml에서 더 이상 혈당이 떨어지지 않는 안정적 수준(plateau)에 도달했기 때문이다. 실험동물 사육실의 온도  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $55 \pm 2\%$ , 12시간 조명으로 조절하였으며 물과 실험식은 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였다.

### 2.3. 성장능력

체중과 식이섭취량은 매주 1회 측정하였고 식이효율은 체중/식이섭취량으로 계산하였다.

### 2.4. 혈액 지질 프로파일, 혈당, 기관무게

실험 종료 12시간 전부터 절식을 시킨 후 랫드를 ethyl ether로써 가볍게 마취시켰다. 복부를 절개 후 복대동맥으로부터 25게이지 주사기를 이용해서 항응고제가 들어있지 않은 Serum separate tube (SST, 8.5 mL) 속으로 혈액 2 mL를 채혈 후 5회 정도 위, 아래를 바꿔주면서 혼합하였다. 실온에 30분간 세워 둔 다음 2,500 rpm에서 15분간 원심분리 하여 혈청(serum)을 얻었다. 혈액 생화학적 분석기(Hitachi 917, Japan)를 이용하여 혈액 중 중성지방, 총콜레스테롤, 고밀도지질단백질 콜레스테롤(HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol) 및 저밀도지질단백질 콜레스테롤(LDL-C, low density lipoprotein-cholesterol)을 Diagnostic kit (Sigma Chemical Co., St, Louis, MO, USA)로써 측정하였다. 혈당은 Beckman glucose analyzer (Beckman instrument Co., Palo Alto, CA, USA)를 사용하였다. 간, 신장, 비장 및 지방조직은 채혈 후 즉시 떼어서 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 여과지에 흡착시켜서 수분을 제거하고 기관의 무게를 측정하였다.

### 2.5. 간, 지방조직의 임상병리학적 변화

랫드의 간, 지방조직 시료를 분리하여 0.1M cacodylate buffer, pH 7.4로 완충시키고 4% glutaraldehyde를 이용하여 전 고정하였다. 2% osmium tetroxide (OSO<sub>4</sub>, 2%)를 사용해서 후 고정하였다. propylene oxide로 치환, EPON resin으로 조직 내의 탈수 용매를 채워주었다. 60°C에서 포매, 중합하고 ultramicrotome로 300 nm 두께의 절편을 제작하여 toluidine blue로 염색하였다. 에너지 여과 투과전자현미경(EF-TEM, Leo 912AB, Carl Zeiss Inc., Germany)을 사용하여 간, 지방조직의 임상적 변화를 관찰하였다.

### 2.7. 통계처리

결과에 대한 통계처리는 IBM SPSS Statistics version 20.0 (Armonk, NY, USA)으로 one-way ANOVA를 실시하였다. 성장능력을 제외한 혈액 프로파일, 혈당, 기관무게는 7반복 평균으로 처리하였고 데이터 도출을 위한 평균과 표준오차를 산출하여 나타냈다. 각 처리구 평균 사이의 통계적인 유의차는 Duncan's multiple range test로써 검증하였다 ( $p < 0.05$ ).

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 지장김치의 생체활성 성분

지장김치의 재료에 함유된 생체활성 성분은 아래와 같다. 청각 베타카로틴 198 mg/g, 식이섬유 45.31%[6,7], 쪽파 식이유황 0.05 mg%, 총페놀 68.83 mg/g GAE, 베타카로틴 0.88 ug/g, 식이섬유 0.11 mg/g[8,9], 대봉감 총페놀 147 mg, gallic acid 133 mg/1 g[10], 구찌뽕나무 식이섬유 69 g/100 g, 총페놀 162 mg%, 루틴 4593 ug/g[11-13], 엄나무 식이섬유 5.15%, 총페놀 16.09 mgGAE/g[14], 상항버섯 총페놀 33.3 mg/100 mg, 총플라보노이드 0.22 mg/mg [15,16], 차가버섯 총페놀 71.5mGAE/g, 총플라보노이드 35.98 mgRE/g[17]으로 알려졌으며 지장김치 제품의 함유량을 직접 분석하지는 않았다.

#### 3.2. 성장능력

고지방식이에 의해 유도한 비만모델동물에게 지장김치 추출물을 경구투여 하였을 때 성장능력을 관찰한 결과는 Table 1과 같다. 일일 평균 체중 증가량은 HFD>HFDCK>HFDJK, CD의 순서대로 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 일일 평균 체중 증가량은 비만모델동물에서 지장김치 추출물을 투여한 HFDJK는 CD와 차이가 없었으나 일반김치 추출물을 경구투여 한 HFDCK에 비교할 때 유의하게 낮아졌다( $p<0.05$ ). 식이섭취량은 CD>HFDJK>HFDCK>HFD의 순서대로 유의하게 낮아졌다( $p<0.05$ ). 식이섭취량은 비만모델동물에서 HFDJK가 HFDCK에 비해 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 식이효율은 HFD>HFDCK>HFDJK, CD의 순서대로 유의하게 낮아졌다( $p<0.05$ ). 식이효율은 비만모델동물에서 HFDJK와 HFDCK 사

이의 차이가 나타나지 않았다. 결과는 비만모델 동물에서 지장김치 추출물이 체중을 크게 낮추어 줌으로써 비만예방 효과를 갖는다는 사실을 발견하였다. 그 이유는 지장김치의 원재료에 함유된 생체활성 성분이 서로 상호작용에 의해 나타난 시너지 효과로 볼 수 있다. 김치에 사용하는 고추의 매운 맛 성분인 Capsaicin을 비롯한 다양한 원재료에는 다이어트와 항비만 효능을 갖는 것으로 알려져 있다[3]. 바닷가의 갖은  $\beta$ -carotene 등 항산화 성분과 독특한 매운 맛을 내는 Sinigrin (2-propyl glucosinolate), 그리고 식이유황 성분을 함유하고 있다[18]. Sinigrin은 생체 모세혈관을 확장시켜서 혈액 순환을 원활하게 해 주고 에너지 대사열을 발생시킴으로써 비만 억제 효능을 갖는 것으로 알려졌다[19]. 비만모델동물에서 대조구와 비교할 때 상대적으로 식이섭취량이 낮았음에도 불구하고 체중이 증가한 점은 고지방식이의 섭취에 의해 에너지 섭취량이 높았고 근육 양의 증가보다는 간의 비대와 함께 축적된 체지방 증가에 기인한 것으로 생각된다[20]. 동물에서 식이섭취량은 에너지 요구량에 의해서 조절되며 고에너지식을 섭취하는 경우 저에너지식이 섭취와 비교할 때 식이섭취량은 낮아진다[20].

#### 3.3 기관무게

지장김치 추출물을 경구투여한 처리구에서 조사한 간, 신장, 비장 및 지방조직의 무게변화는 Table 2에 제시하였다. 간, 지방조직의 무게는 HFD>HFDCK>HFDJK, CD의 순서대로 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 간, 지방조직의 무게는 비만모델동물에서 지장김치 추출물을 투여한 HFDJK는 CD와 차이가 없었으나 일반김치 추출물을 경구투여 한 HFDCK에 비교할 때 유의하

Table 1. Effect of Jijang-Kimchi extracts on growth performance in obesity model rats<sup>1)</sup>

	CD	HFD	HFDCK	HFDJK	SEM <sup>2)</sup>	P-value
Body weight gain	5.97 <sup>c</sup>	8.27 <sup>a</sup>	7.28 <sup>b</sup>	6.22 <sup>c</sup>	0.298	0.025
Diet intake	21.25 <sup>a</sup>	17.02 <sup>d</sup>	19.11 <sup>c</sup>	20.46 <sup>b</sup>	0.119	0.017
Diet efficiency ratio	0.28 <sup>c</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.30 <sup>bc</sup>	0.017	0.006

<sup>1)</sup>CD: chow diet (normal control), HFDC: high fat diet control, HFDCK: high-fat diet plus commercial Kimchi extracts, HFDJK: high-fat diet plus Jijang-Kimchi extracts. <sup>2)</sup>Standard error of mean values (n=7). <sup>a,b,c,d</sup>Values with different superscripts within the same row are significantly different at  $p<0.05$ .

게 낮아졌다( $p < 0.05$ ). 신장, 비장의 무게는 HFD>HFDCK, HFDJK, CD의 순서대로 유의하게 높아졌다( $p < 0.05$ ). 결과는 비만모델 동물에서 지장김치 추출물이 지방축적을 억제해줌으로써 기관무게를 정상으로 유지하는데 큰 도움이 될 수 있음을 보여준다. 지장김치 추출물의 경구투여 구에서 지방조직 무게가 낮았던 점은 지장김치 속에 함유된 식이섬유, 식이유황 및 유산균의 시너지 효과에 의해서 낮아진 혈액 중성지방(Table 3)이 간 및 지방조직으로 이동하여 축적되는 중성지방을 낮춰서 나타난 현상으로 볼 수 있다 [21]. Park 과 Park은 고지방식을 섭취한 비만 모델동물은 일반식을 섭취한 동물과 비교할 때 간 및 지방조직 무게가 증가했다고 하였다[18]. 고지방식을 섭취하게 되면 간에서 지질대사 이상이 초래되어 간 조직 내 지질의 축적이 일어나므로 간 무게가 정상식을 섭취하였을 때보다 증가하는 것으로 알려졌다[22]. 비만은 섭취한

과잉의 에너지가 지방으로 전환하여 증가하며 신체의 여러 부위에 피하지방 또는 내장지방 형태로 축적된다[23].

### 3.4 혈액 지질 프로파일, 혈당

비만모델동물에서 혈액 지질 프로파일 및 혈당 수준의 변화는 Table 3과 같다. 혈액 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-C, 혈당 수준은 HFD>HFDCK>HFDJK, CD의 순서대로 증가하는 경향을 보였고 비만모델동물에서 지장김치 추출물을 투여한 HFDJK는 총콜레스테롤, LDL-C에서 CD에 비해서 유의하게 높았으나( $p < 0.05$ ) 중성지방과 혈당은 HFDJK와 CD 사이의 차이는 없었다. HDL-C 수준은 CD>HFDJK, HFDCK, HFD의 순서대로 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 결과는 비만모델 동물에서 지장김치 추출물에 함유된 생체활성 성분의 시너지 효과로써 혈액 지질대사를 개선할 수 있음을 나타낸다. 지장김치의

Table 2. Effect of Jijang-Kimchi extracts on organ weight in obesity model rats<sup>1)</sup>

	(g/100 g body weight)					
	CD	HFD	HFDCK	HFDJK	SEM <sup>2)</sup>	P-value
Liver	2.91 <sup>c</sup>	4.54 <sup>a</sup>	3.13 <sup>b</sup>	2.90 <sup>c</sup>	0.027	0.001
Kidney	0.60 <sup>b</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.68 <sup>b</sup>	0.61 <sup>b</sup>	0.008	0.001
Spleen	0.23 <sup>b</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>	0.003	0.001
Adipose tissue	3.21 <sup>c</sup>	6.43 <sup>a</sup>	5.12 <sup>b</sup>	4.01 <sup>c</sup>	0.106	0.033

<sup>1)</sup>CD: chow diet (normal control), HFDC: high fat diet control, HFDCK: high-fat diet plus commercial Kimchi extracts, HFDJK: high-fat diet plus Jijang-Kimchi extracts. <sup>2)</sup>Standard error of mean values (n=7). <sup>a,b,c,d</sup>Values with different superscripts within the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 3. Effect of Jijang-Kimchi extracts on blood lipid profiles and glucose in obesity model rats<sup>1)</sup>

	(mg/dL)					
Item <sup>2)</sup>	CD	HFD	HFDCK	HFDJK	SEM <sup>3)</sup>	P-value
Triglyceride	95.12 <sup>c</sup>	133.6 <sup>a</sup>	111.5 <sup>b</sup>	96.01 <sup>c</sup>	2.301	0.018
Total cholesterol	74.33 <sup>d</sup>	117.5 <sup>a</sup>	94.36 <sup>b</sup>	85.51 <sup>c</sup>	2.048	0.020
LDL-C	15.77 <sup>d</sup>	37.02 <sup>a</sup>	22.37 <sup>b</sup>	20.01 <sup>c</sup>	0.482	0.016
HDL-C	42.34 <sup>a</sup>	27.05 <sup>c</sup>	37.27 <sup>b</sup>	38.53 <sup>b</sup>	0.578	0.015
Glucose	169.8 <sup>c</sup>	220.5 <sup>a</sup>	188.8 <sup>b</sup>	170.2 <sup>c</sup>	3.507	0.015

<sup>1)</sup>CD: chow diet (normal control), HFDC: high fat diet control, HFDCK: high-fat diet plus commercial Kimchi extracts, HFDJK: high-fat diet plus Jijang-Kimchi extracts. <sup>2)</sup>LDL-C: low density lipoprotein-cholesterol, HDL-C: high density lipoprotein -cholesterol. <sup>3)</sup>Standard error of mean values (n=7). <sup>a,b,c,d</sup>Values with different superscripts within the same row are significantly different at  $p < 0.05$ .

원재료인 청각은 식이섬유가 풍부하여 혈액 중 유해지질을 낮추고[6,7,24], 쪽파와 마늘에 함유된 식이유황은 혈액지질 대사 개선, 항산화성, 항균성, 제2형 당뇨병, 지방간과 같은 비만과 관련하고 있는 대사성 질환을 예방하는 데 도움이 될 수 있다[8,9,25]. 지장김치의 부재료인 대봉 같은 Gallic acid를 비롯한 여러 가지 페놀성 화합물이 함유되어있어서 지질대사를 개선하여 심혈관질환을 예방하고, 항산화, 항암, 항염증 및 면역증강 효과가 보고되었다[10,26]. 지장김치의 육수로 사용한 구찌뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)의 가바, 루틴 성분은 혈액 중성지방, 콜레스테롤을 낮추고 [11-13, 27], 엄나무(*Kalopanax pictus* Nakai)는 관절염, 항산화, 위염 및 위궤양 예방효과[14,28], 상항버섯과 차가버섯 등의 약용버섯에 들어있는 총 페놀 및 플라보노이드 성분은 항산화 및 지질 대사 개선 효능을 갖는 것으로 알려졌다 [15-17,29]. 혈액 중성지방과 LDL-C 수준이 높으면 동맥경화증, 심근경색 등의 심장혈관계 질환으로 인한 사망률이 높아지고 HDL-C 수준의 증가는 이를 예방하는데 큰 도움이 되는 것으로 알려져 있다[30].

### 3.5. 간, 지방조직의 임상적 변화

비만모델동물에서 간, 지방조직의 임상적 변화를 관찰한 결과는 Fig. 1, Fig. 2에서 보는바와 같다. 결과의 새로운 발견은 지장김치 추출물을 경구투여 한 비만모델동물에서 간 및 지방세포의 크기가 줄었다는 사실이었다. 간 및 지방세포의 크기는 CD와 비교할 때 HFD, HFDCK, HFDJK의 순서대로 증가하였다. HFD와 HFDCK의 간 세포는 HFDJK에 비해서 더욱 크고 동그란 포말형 지방구의 침착을 확인할 수 있었다. 특히 HFD의 간 세포는 지방구가 과도하게 침착되어 동그란 형태의 백색을 나타냈으며 세포 형태의 관찰이 불가능할 정도였다. 세포 소기관의 막과 형태가 불명확 한 지방간의 생성과 함께 지방조직 내 지방세포의 크기가 증가하였음을 볼 수 있다. HFDJK는 HFDCK, HFD와 비교할 때 간 조직 속에서 지방 축적량이 줄어들었고 쿠퍼세포의 활성화된 모습을 볼 수 있으며 중심정맥 주변의 정상적인 간세포가 잘 나타나고 비만으로 인한 간 손상을 크게 완화시키는 것으로 나타났다. 지방조직에서 관찰한 지방세포의 크기는 HFDJK가 HFDCK, HFD와 비교할 때 현저하게 줄어들어

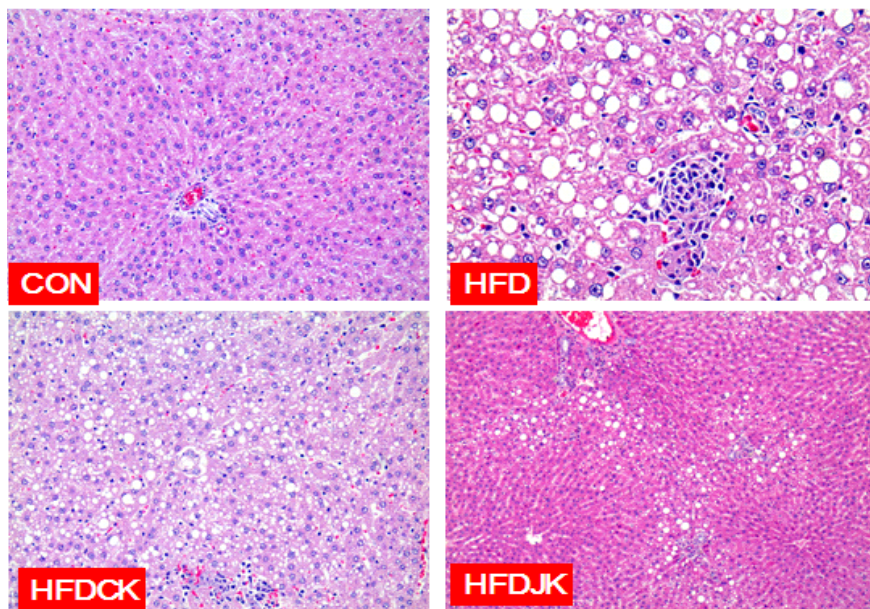


Fig. 1. Histopathology of liver cell by oral administration of Jijang-Kimchi extracts in obesity rats.

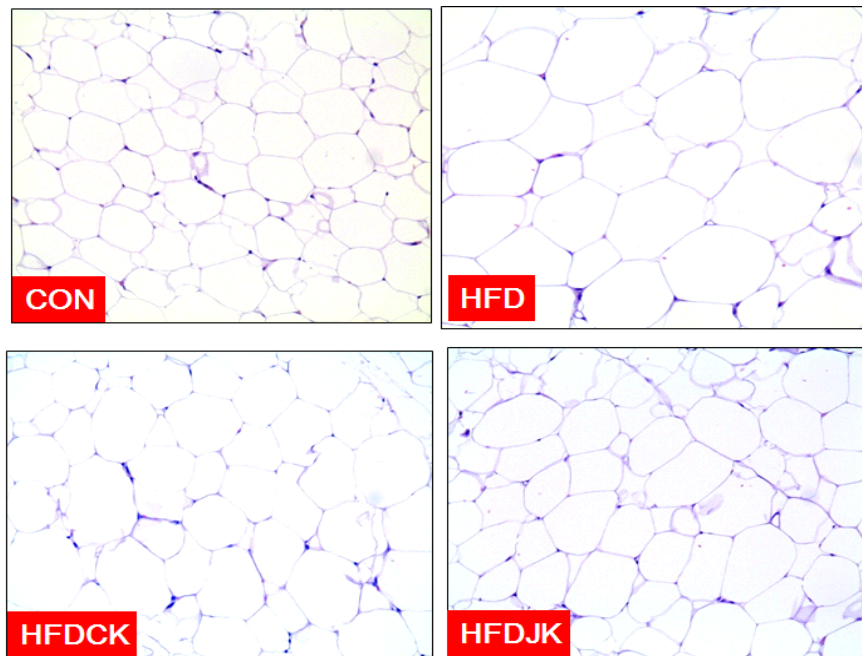


Fig. 2. Histopathology of adipose tissue by oral administration of Jijang-Kimchi extracts in obesity rats.

CD에 가까워지는 경향을 나타냈다(지방세포 숫자와 크기는 측정하지 않았음). 비만모델동물에서 지장김치 추출물이 간, 지방조직 내 지방구의 축적을 억제하여 줌으로써 비만 예방효과를 갖는다는 새로운 사실을 발견하였다. 식이를 통하여 과잉 섭취한 지방은 지방세포에 계속 축적되고 지방세포의 크기는 지방이 에너지로써 소모될 때까지 계속 커진다[31].

#### 4. 결론

본 연구는 비만모델동물에서 지장김치의 혈액 중 유해 지질 감소, 항비만 효능 및 그 작용 메카니즘을 조사하였다. 일반식이를 섭취한 대조구 CD는 생리식염수, 처리구는 서로 다른 김치추출물 1 mL를 각각 28일 동안 경구투여 하였다. 체중은 비만모델동물에서 지장김치 추출물 투여구 HFDJK가 일반김치 추출물 투여구 HFDCK에 비해서 낮아졌다. 간, 신장, 비장 및 지방조직 무게, 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-C, 혈당은 비만대조구 HFD와 비교할 때 CD, HFDJK, HFDCK의

순서대로 낮았다. 간 및 지방세포의 크기는 CD와 비교할 때 HFD, HFDCK, HFDJK의 순서대로 증가하였다. 결론적으로 일반김치에 비해서 품질이 우수한 절임 배추, 쪽파, 대봉감, 청각가루 등의 재료와 함께 구찌빵나무, 엄나무, 상항버섯, 차가버섯 열수추출 육수를 이용하여 제조한 지장김치의 항비만 효능이 더 크게 나타났다. 이러한 효능은 지장김치에 사용된 재료 중 생체활성 성분의 시너지 효과로써 나타난 것으로 볼 수 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 2019년도 지장푸드코리아(주) 용역 연구비로 연구하였으며 이에 감사드립니다.

#### References

1. J. S. Shin, K. H. Um, B. S. Park, "Effect of n-6/n-3 fatty acid ratio on lipid

- metabolism in obesity model rats”, *The Korean Society of Applied Science and Technology*, Vol.35, No.3 pp. 654-666, (2018).
2. S. O. Park, B. S. Park, “Anti-obesity effects of extracts from sulfur-grain maggot in obesity model rats”, *International Journal of Pharmaceutics*, Vol.11, No.5 pp.414-422, (2015).
  3. World Institute of Kimchi, Kimchi FAQ, pp. 1-41, (2015).
  4. C. Yang, L. Li, L. Yang, H. Lü, S. Wang, G. Sun, “Anti-obesity and hypolipidemic effects of garlic oil and onion oil in rats fed a high-fat diet”, *Nutrition and Metabolism*, Vol.15, No.1 pp. 43-50, (2018).
  5. B. H. Bang, J. S. Seo, E. J. Jeong, “Quality characteristics of Kimchi made of mashed red pepper”, *Korean Journal of Food Nutrition*, Vol.19, No.1 pp. 53-57, (2006).
  6. J. Ortiz, E. Uquiche, P. Robert, N. Romero, V. Quitral, C. Llantén, “Functional and nutritional value of the Chilean seaweeds *Codium fragile*, *Gracilaria chilensis* and *Macrocystis pyrifera*”, *European journal of lipid science and technology*, Vol.111 No.4 pp. 320-327, (2009).
  7. U. H. Seo, H. J. Kang, K. B. Yoon, Y. J. An, J. B. Kim, “Analysis of Dietary Fiber, Mineral Content and Fatty Acid Composition in Cheonggak (*Codium fragile*)”, *The Korean Journal of Food And Nutrition*, Vol.32, No.4 pp. 328-334, (2019).
  8. E. Kápolna, P. Fodor, “Bioavailability of selenium from selenium-enriched green onions (*Allium fistulosum*) and chives (*Allium schoenoprasum*) after ‘in vitro’ gastrointestinal digestion”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Vol.58, No.4 pp. 282-296, (2017).
  9. K. H. Kim, H. J. Kim, M. W. Byun, H. S. Yook, “Antioxidant and antimicrobial activities of ethanol extract from six vegetables containing different sulfur compounds”, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.41, No.5 pp. 577-583, (2012).
  10. O. S. Joo, S. T. Kang, C. H. Jeong, J. W. Lim, Y. G. Park, K. M. Cho, “Manufacturing of the enhances antioxidative wine using a ripe Daebong persimmon (*Dispyros kaki L*)”, *Journal of Applied Biological Chemistry*, Vol.54, No.2 pp. 126-134, (2011).
  11. D. J. Choi, Y. J. Lee, Y. K. Kim, M. H. Kim, S. R. Choi, S. S. Kim, A. R. Youn, “Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Different Parts of Kkujippong (*Cudrania tricuspidata* Bureau) from Miryang”, *Korean journal of food and cookery science*, Vol.31, No.4 pp. 510-514, (2015).
  12. G. P. Do, H. J. Lee, J. R. Do, H. K. Kim, “Inhibition of Adipogenesis in 3T3-L1 Adipocytes with Water and Ethanol Extracts of *Cudrania tricuspidata* Leaves”, *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.18, No.2 pp. 244-249, (2011).
  13. G. R. Shin, S. Lee, S. Lee, S. G. Do, E. Shin, C. H. Lee, “Maturity stage-specific metabolite profiling of *Cudrania tricuspidata* and its correlation with antioxidant activity”, *Industrial Crops and Products*, Vol.70, pp. 322-331, (2015).
  14. H. J. Im, H. L. Jang, Y. J. Jeong, K. Y. Yoon, “Chemical properties and antioxidant activities of the sprouts of *Kalopanax pictus*, *Cedrela sinensis*, *Acanthopanax cortex* at different plucking times”, *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.20, No.3 pp. 356-364, (2013).
  15. M. Y. Shon, K. L. Seo, S. Y. Choi, N. J. Sung, S. W. Lee, S. K. Park, “Chemical compounds and biological activity of *Phellinus baumii*”, *Journal of the Korean*



- Society of Food Science and Nutrition*, Vol.35, No.5 pp. 524–529, (2006).
16. S. S. Hong, E. K. Jung, A. J. Kim, “Quality characteristics of yanggaeng supplemented with sanghwang mushroom (*Phellinus linteus*) mycelia”, *Journal of the Korean Dietetic Association*, Vol.19, No.3 pp. 253–264, (2013).
  17. D. Y. Kim, H. Teng, Y. H. Choi, “Optimization of ultrasonic-assisted extraction process for *Inonotus obliquus* using response surface methodology”, *Current Research on Agriculture and Life Sciences*, Vol.30, No.2 pp. 68–75, (2012).
  18. H. L. Jang, S. Y. Park, J. H. Lee, M. J. Hwang, Y. Choi, H. Kim, J. Hwang, D. Seo, S. Kim, J. S. Nam, “Changes in nutritional composition and physico-chemical properties of mustard leaf (*Brassica juncea*) Kimchi during fermentation”, *Korean Journal of Food Nutrition*, Vol.29, No.5 pp. 706–715, (2016).
  19. H. W. Lee, D. K. Rhee, B. O. Kim, S. Pyo, “Inhibitory effect of sinigrin on adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells: Involvement of AMPK and MAPK pathways”, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, Vol.102, pp. 670–680, (2018).
  20. C. H. Park, D. I. Kim, H. K. Jung, G. D. Lee, K. S. Kim, J. H. Hong, “Effect of *Bulnesia sarmienti* single and complex extracts on serum lipid and body fat in rats fed high-fat diet”, *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.40, No.4 pp. 449–452, (2008).
  21. E. Chang, C. Y. Kim, “Natural Products and Obesity: A Focus on the Regulation of Mitotic Clonal Expansion during Adipogenesis”, *Molecules*, Vol.24, No.6 pp. 1157–1178, (2018).
  22. J. O. Ban, D. H. Lee, E. J. Kim, J. W. Kang, M. S. Kim, “Antiobesity effects of a sulfur compound thiacremonone mediated via down-regulation of serum triglyceride and glucose levels and lipid accumulation in the liver of db/db mice”, *Phytotherapy Research*, Vol.26, No.9 pp. 1265–1271, (2012).
  23. E. J. Son, U. K. Pal, P. K. Mandal, G. E. Hong, S. K. Kim, C. H. Lee, “Hypolipidaemic effect of processed sulfur, *Allium tuberosum* Rottl. and fermented *Allium tuberosum* Rottl. in rat”, *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, Vol.7, No.7 pp. 812–821, (2012).
  24. E. Lee, “Effects of cheunggak (*Codium fragile*) on lowering lipid and antioxidant”, *Korean Journal of Plant Resources*, Vol.19, No.5 pp. 602–605, (2006).
  25. I. Sousa-Lima, S. Y. Park, M. Chung, H. J. Jung, M. C. Kang, J. M. Gaspar, J. A. Seo, M. P. Macedo, K. S. Park, C. Mantzoros, S. H. Lee, Y. B. Kim, “Methylsulfonylmethane (MSM), an organosulfur compound, is effective against obesity-induced metabolic disorders in mice”, *Metabolism*, Vol.65, No.10 pp. 1508–1521, (2016).
  26. H. J. Lee, S. Y. Lim, M. G. Kang, J. Park, H. J. Chung, S. J. Yang, “Beneficial effects of daebong persimmon against oxidative stress, inflammation, and immunity in vivo”, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.44, No.4 pp. 491–496, (2015).
  27. J. Y. Cha, Y. S. Cho, “Effect of stem bark extract from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the concentrations of lipid and tissue lipid peroxidation in the cholesterol-fed rats”, *Korean Society of Food Science and Technology*, Vol.33, No.1 pp. 128–134, (2001).
  28. I. Y. Hwang, S. A. Hwang, C. S. Jeong, “Effects of *Kalopanax pictus* extracts and their related origin on gastric lesions”, *Journal of Food Hygiene and Safety*, Vol.28, No.4 pp. 367–375, (2013).
  29. S. J. Lee, H. J. Park, Y. Song, S. H. Jang, A. J. Goo, Y. G. Ko, J. H. Cho,

- “Antioxidant activity and anti-obesity effect of Coprinus comatus in Zucker rat (fa/fa)”, *Korean Journal of Veterinary Service*, Vol.37, No.1 pp. 51-58, (2014).
30. T. Rogi, N. Tomimori, Y. Ono, Y. Kiso, “The mechanism underlying the synergetic hypocholesterolemic effect of sesamin and  $\alpha$ -tocopherol in rats fed a high-cholesterol diet”, *Journal of Pharmacological Sciences*, Vol.115, pp. 408-416, (2011).
31. T. Yamaguchi, Y. Miyashita, A. Saiki, F. Watanabe, H. Watanabe, K. Shirai, “Formula diet is effective for the reduction and differentiation of visceral adipose tissue in Zucker fatty rats”, *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, Vol.18, pp. 127-136, (2012).