

농촌진흥청, '토끼고기 추출물' 비만·당뇨 개선 효과 밝혀

- 세포실험 결과...중성지방 축적 43~50% 감소, 지방 생성 억제
- 지방세포 내 포도당 흡수율 3배 증가, 당뇨 개선 효과 확인

농촌진흥청(청장 조재호)은 토끼고기 추출물이 비만과 당뇨 개선에 효과가 있음을 과학적으로 확인했다고 밝혔다.

토끼고기는 주요 단백질 공급원으로 프랑스, 이탈리아 등 유럽에서는 친숙한 음식 재료 중 하나이다. 육질이 부드럽고 소화 흡수도 빨라 나이에 구애받지 않고, 누구나 부담 없이 즐길 수 있다. 또한, 고단백 저지방 음식으로 성인병 예방과 다이어트에 도움이 된다고 알려져 있다. 현재 국내 농가에서 사육하는 토끼는 4만 6,000여 마리(1,890호)로 집계*되고 있다.

*농림축산식품부 주요 통계(2022)

국립축산과학원은 토끼고기 소비 촉진과 산업 활성화를 위해 한국특수가축협회와 협력해 토끼고기의 효능을 분석하는 연구를 수행했다. 그 결과, 토끼고기 추출물을 첨가해 배양한 지방세포에서 세포 내 중성지방 축적이 43~50% 감소해 지방 생성이 억제된 것을 확인했다.

또한, 토끼고기 추출물은 에이엠피(AMP)-활성 단백질 인산화효소(AMPK)*를 활성화해 체내에 축적되는 백색지방**을 갈색지방***으로 전환시키고 에너지 소비를 증가시킴으로써 항비만 효능이 있는 것으로 밝혀졌다.

*지방세포에서 세포 내 에너지대사와 신체 에너지 균형을 조절하는 주요 인자

**백색지방: 체내 에너지를 저장하는 역할을 하는 백색을 띠는 지방

***갈색지방: 백색지방을 에너지로 연소시켜 비만을 막아주는 갈색을 띠는 지방

또한, 토끼고기 추출물은 지방세포의 인슐린* 신호전달 경로를 활성화함으로써 지방세포 내 포도당 흡수 능력을 3배 이상 증가시켜 당뇨를 개선하는 효과가 있는 것으로 나타났다.

*혈액에서 증가한 포도당을 간, 지방 및 근육세포로 흡수되는 것을 촉진하는 호르몬

이번 연구 결과는 국제 학술지 'Foods(IF=5.561)'에 게재되어 학술적으로 가치를 인정받았다.

한국특수가축협회 배문수 회장은 “토끼고기의 효능이 널리 알려져 토끼사육 농가의 소득증대에 보탬이 되었으면 한다.”라며 “협회 차원에서도 위생적으로 안전한 토끼고기를 공급하기 위해 힘쓰겠다.”라고 전했다.

농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과 송금찬 과장은 “토끼고기 추출물의 비만과 당뇨 개선 효과가 확인됨에 따라 토끼고기 소비가 늘고 농가 소득 증가로 이어지길 바란다.”라며 “앞으로도 우리 축산물의 건강 관련 기능성 소재 발굴 연구를 계속해 나가겠다.”라고 말했다.

붙임. 토끼고기 추출물의 비만 및 당뇨 개선 효과

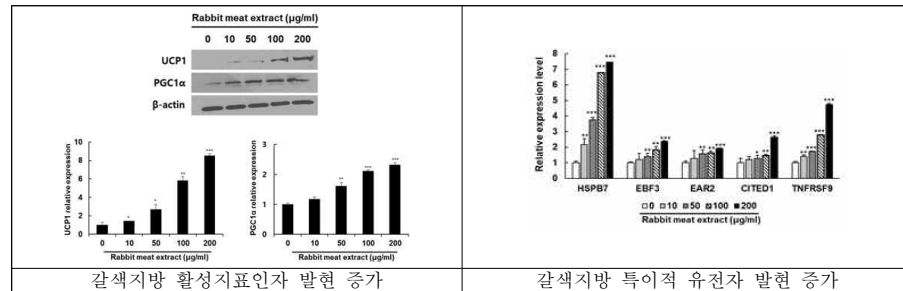
담당 부서	국립축산과학원 축산물이용과	책임자	과 장	송금찬 (063-238-7350)
		담당자	연구사	배인선 (063-238-7356)

붙임

토끼고기 추출물의 비만 및 당뇨 개선 효과

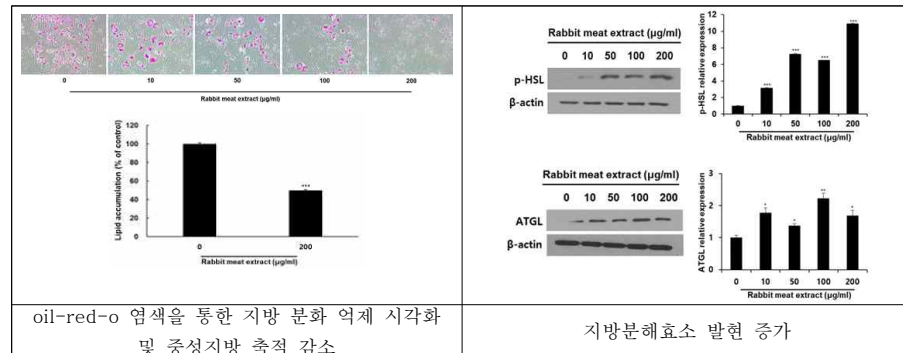
□ 지방세포(3T3-L1)에서 토끼고기 추출물의 항비만 효능 평가 결과

- 갈색지방 기능 활성 인자 발현 증가
 - 토끼고기 추출물을 처리한 지방세포에서 갈색지방 표지 유전자(UCP1, PGC1α)*와 갈색지방에서 특이적으로 발현되는 유전자(HSPB7, EBF3, EAR2, CITED1, TNFRSF9)들의 발현이 유의적으로 증가했으며, 이는 백색지방세포가 갈색지방으로 유도된다는 것을 의미함

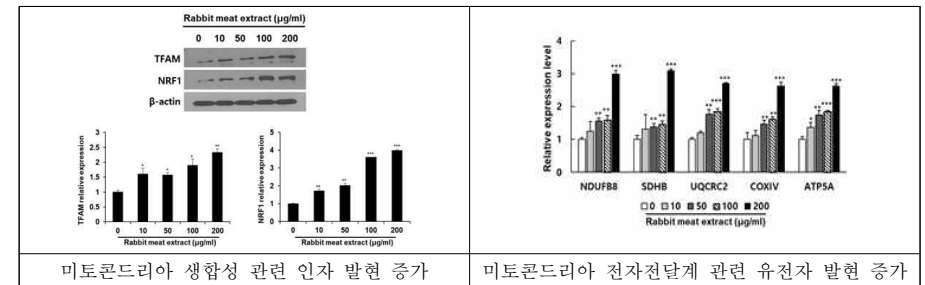


* UCP1: 갈색지방조직에서 발현되며 열로 에너지를 방출하는 유전자
PGC1α: 백색지방조직의 갈색 지방화를 유도하는 유전자

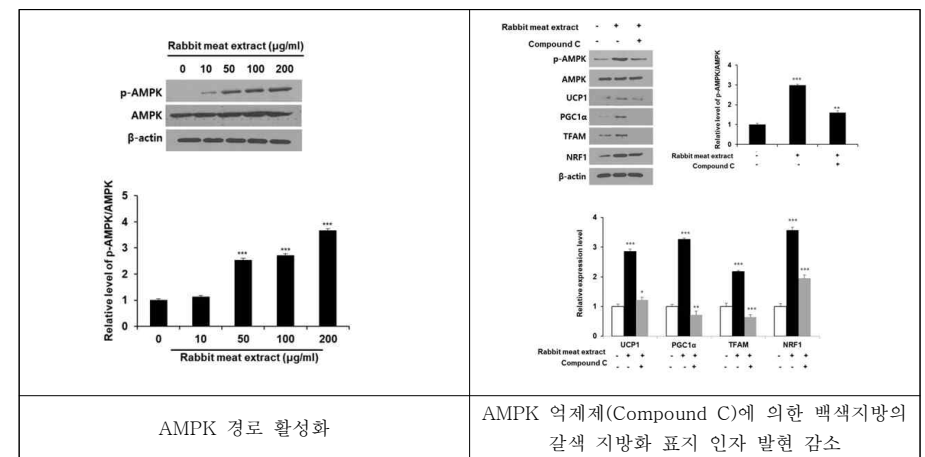
- 중성지방 함량 감소와 지방분해효소 발현 증가
 - 지방세포에서 토끼고기 추출물 처리 농도가 증가할수록 지방세포 생성이 억제되어 중성지방 함량이 감소하는 것을 확인하였으며 지방분해효소인 HSL과 ATGL 활성이 증가하는 것으로 토끼고기 추출물은 지방세포에서 지방분해를 유도하는 것을 의미함



- 에너지대사 증진을 위한 미토콘드리아 기능 활성 인자 증가
 - 갈색지방은 미토콘드리아를 많이 보유하고 있으며, 미토콘드리아 활성을 통해 에너지대사를 증진시켜 비만을 억제함
 - 토끼고기 추출물을 처리한 지방세포에서 미토콘드리아 생합성 지표(TFAM, NRF1)와 미토콘드리아 전자전달계 구성요소(NDUFB8, SDHB, UQCRC2, COXIV, ATP5A)의 발현이 유의적으로 증가했으며, 이는 토끼고기 추출물이 미토콘드리아 기능을 증진시키는 것을 의미함

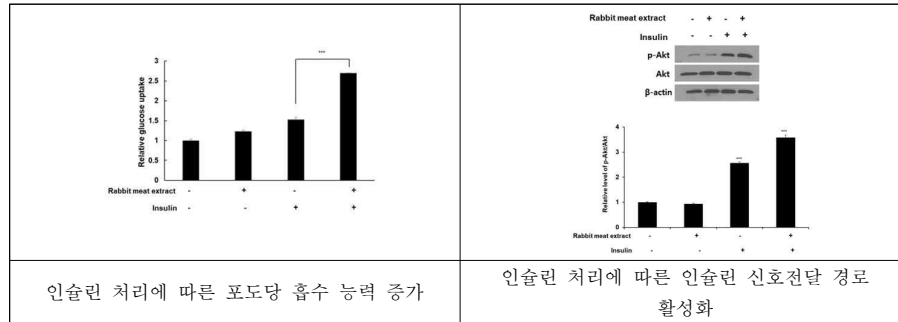


- AMPK 억제제 처리에 의한 백색지방의 갈색 지방화 저해 효과
 - 토끼고기 추출물이 세포 내 에너지대사와 신체 에너지 균형을 조절하는 주요 인자인 AMP-활성 단백질 인산화효소(AMPK)를 통해 백색지방세포의 갈색 지방화를 유도하는 것을 확인함



□ 지방세포(3T3-L1)에서 토끼고기 추출물의 항당뇨(인슐린 저항성 개선) 효능 평가 결과

- 토끼고기 추출물을 처리한 지방세포에서 인슐린을 처리함에 따라 인슐린 신호전달 경로(Akt)를 활성화(p-Akt)하여 지방세포 내 포도당 흡수가 유의적으로 증가했으며, 이는 토끼고기 추출물이 인슐린에 대한 민감성을 개선 시킨다는 것을 의미함



□ 논문 게재



Article

Rabbit Meat Extract Induces Browning in 3T3-L1 Adipocytes via the AMP-Activated Protein Kinase Pathway

In-Seon Bae ^{1,*}, Jeong Ah Lee ^{1,2}, Soo-Hyun Cho ¹, Hyoun-Wook Kim ¹, Yunseok Kim ¹, Kangmin Seo ³, Hyun-Woo Cho ³, Min Young Lee ³, Ju Lan Chun ³ and Ki Hyun Kim ³

- ¹ Animal Products Utilization Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea; [2970703@rda.go.kr (J.A.L.); shc0915@rda.go.kr (S.-H.C.); wcoog78@rda.go.kr (H.-W.K.); kys88@rda.go.kr (Y.K.)
 - ² Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Republic of Korea
 - ³ Animal Welfare Research Team, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea; seokm@rda.go.kr (K.S.); jhw003856@rda.go.kr (H.-W.C.); mylee1231@rda.go.kr (M.Y.L.); julanchun@rda.go.kr (J.L.C.); kihyun@rda.go.kr (K.H.K.)
- * Correspondence: isbae746@rda.go.kr; Tel.: +82-63-238-7356

Abstract: The browning of white adipocytes may be an innovative approach to address obesity. This study investigated the effects of rabbit meat extract on 3T3-L1 adipocytes, with a specific emphasis on inducing browning. The browning effects of rabbit meat extract were evaluated by analyzing genes specifically expressed in 3T3-L1 adipocytes using quantitative PCR and immunoblotting. Rabbit meat extract increased the expression of brown adipocyte-specific markers, UCP1 and PGC1 α , and mitochondrial biogenesis factors, TFAM and NRF1, without affecting cell viability in fully differentiated 3T3-L1 adipocytes. Moreover, adipocyte differentiation and the triglyceride content were decreased; hormone-sensitive lipase activity was promoted. Rabbit meat extract activated the AMPK pathway in the differentiated 3T3-L1 cells. However, in adipocytes treated with rabbit meat extract, the expression of genes related to browning was reduced by the AMP-activated protein kinase (AMPK) inhibitor, dorsomorphin dihydrochloride. To the best of our knowledge, this is the first study to demonstrate that rabbit meat extract induces the browning of white adipocytes via the activation of the AMPK pathway; thereby demonstrating its therapeutic potential in preventing obesity.

Keywords: rabbit meat; AMPK pathway; adipocytes; browning; obesity

1. Introduction

Obesity, caused by an imbalance in energy storage and expenditure, is closely related to the development of chronic diseases, such as type 2 diabetes and cardiovascular disease [1,2]. Therefore, controlling or preventing obesity is necessary to avoid these diseases. Increases in the adipocyte number and size are major causes of obesity [3,4]. The mammalian adipose tissue is divided into white and brown adipocytes [5,6]. White adipocytes store energy in the form of triglycerides, which are stored in unilocular lipid droplets, whereas brown adipocytes have multilocular lipid droplets and abundant mitochondria that dissipate energy [7]. A third type, termed as beige adipocytes, has the characteristics of brown adipocytes and is formed in white adipose tissue [7,8]. The ability of white adipocytes to convert to the brown adipocyte phenotype in response to specific stimuli, such as exposure to cold temperatures or beta-adrenergic stimulation, is being studied for obesity treatment [9,10]. Beige adipocytes have the brown adipocyte phenotype with a high expression of genes related to mitochondrial biogenesis, brown-fat-specific markers uncoupling protein 1 (UCP1), and peroxisome proliferator-activated receptor γ coactivator 1 α (PGC-1 α) [7-10]. Currently, research on detecting substances and regulatory factors to induce beige adipocytes is being performed.



Citation: Bae, I.-S.; Lee, J.A.; Cho, S.-H.; Kim, H.-W.; Kim, Y.; Seo, K.; Cho, H.-W.; Lee, M.Y.; Chun, J.L.; Kim, K.H. Rabbit Meat Extract Induces Browning in 3T3-L1 Adipocytes via the AMP-Activated Protein Kinase Pathway. *Foods* **2023**, *12*, 3671. <https://doi.org/10.3390/foods12193671>

Academic Editor: Zuhair Bhat

Received: 6 September 2023

Revised: 29 September 2023

Accepted: 5 October 2023

Published: 6 October 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).