

가르시니아 캄보지아 추출물(Hydroxy Citric Acid) 첨가 미국인 선호 김치의 발효특성 및 항비만 효과

양유진 · 안인숙 · 한지숙[†]

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

Anti-Obesity Effect and Fermentation Characteristics of American Preferred *Kimchi* Added to Garcinia Cambogia Extracts (Hydroxy Citric Acid)

Yu-Jin Yang, In-Sook Ahn and Ji-Sook Han[†]

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

Abstract

To develop functional *kimchi* which had anti-obesity effect, garcinia cambogia extract containing 51.46% hydroxy citric acid (HCA) was used as a sub-ingredient of American preferred *kimchi* (APK). The APK added to garcinia cambogia extracts of 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% were prepared, and fermentation characteristics and anti-obesity effect of those *kimchi* were investigated. The pH of APK added to garcinia cambogia extracts (APKH) was low as the amount of garcinia cambogia extract increased at initial stage of fermentation but the pH of those *kimchi* showed similar values after optimum ripened stage. The number of *Lactobacillus* sp. and *Leuconostoc* sp. were small as the amount of garcinia cambogia extract increased while the period was delayed that the number of *Lactobacillus* sp. and *Leuconostoc* sp. attained to maximum. In Hunter's color values of APKH, lightness and redness decreased as the amount of garcinia cambogia extracts increased while yellowness increased. Sensory scores in overall acceptance, taste and texture of APKH evaluated by Americans as sensory panels were similar until the addition amount of garcinia cambogia extract was 1.5%, therefore the garcinia cambogia extract of 1.5% was determined as the amount adding to APK. The secretions of glycerol and leptin as a key signalling factor for anti-obesity effect were examined in APK and APKH added to garcinia cambogia extract of 1.5%. There were no significant differences in the glycerol secretion when adipocytes were treated with APK and APKH extracts. However, leptin secretion in the adipocytes treated with APKH extract was significantly decreased compared to that of control ($p < 0.05$).

Key words: American preferred *kimchi*, garcinia cambogia, HCA, anti-obesity

서 론

김치는 주재료가 채소이므로 각종 유기산, 비타민 및 무기질을 골고루 함유하고 있으며 채소류의 신선한 맛, 젖산 발효에 의한 상큼한 맛, 각종 향신료의 독특한 맛과 젖갈류의 감칠맛 등이 어우러져 식욕을 촉진시켜 준다(1). 뿐만 아니라 김치는 소화 작용의 증진, 변비와 대장암 예방에 효과적이며, 김치에 함유되어 있는 다량의 식이 섬유는 칼로리가 없고 장 내용물과 영양성분의 이동을 둔화시키고 포도당의 흡수율을 감소시켜 비만 예방에도 효과가 있다(2,3). 김치에 첨가되는 부재료인 고춧가루는 호흡율과 혈중 젖산, 노르아드레날린, 에피네프린 농도를 유의적으로 높이며 탄수화물의 산화를 촉진하여 항비만 효과(4)가 있는 것으로 알려져 있어 외국에서도 다이어트 식품으로서 김치에 대한 관심이

점차 증가되고 있다(5).

미국인은 육류 위주의 식생활로 인하여 성인의 60% 이상이 과체중 또는 비만이고, 현재 비만으로 인한 여러 질병의 발생 및 사망률이 높으며, 비만 문제를 해결하기 위해 채소 섭취량의 증가와 더불어 건강식단에 대한 관심이 높아지고 있다(6-8). 이러한 때에 미국인 입맛에도 맞고 다이어트 기능성도 증진된 김치를 개발하여 미국에 진출한 후 홍보를 잘한다면 김치에 대한 수출을 증가시킬 수 있을 것이다.

평소 생채소를 이용한 샐러드를 주로 먹는 미국인들은 청결하면서도 양념이 적고 덜 짜며, 배추를 조금만 절여 아삭 아삭함을 느낄 수 있는 김치를 선호한다고 한다. Han 등(9)은 미국 남녀 대학생을 대상으로 김치에 대한 선호도를 조사하여 그들이 가장 선호하는 김치의 재료 배합비 및 담금방법을 제시하였으나, 적은 양의 고춧가루 사용에 기인하여 색상을

[†]Corresponding author. E-mail: hanjs@pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2836, Fax: 82-51-583-3648

에 대한 문제점이 제기되었으며 이를 개선하기 위하여 비트를 첨가한 미국인 선호김치의 레시피가 보고(10)되었다.

이에 미국인이 선호하는 김치 레시피에 항비만 효과가 있는 hydroxy citric acid(HCA)가 51.46% 함유된 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가하여 다이어트 기능성을 향상시키고자 하였다. HCA는 오렌지나 다른 모든 신맛의 과일에 함유되어 있는 citric acid와 화학적으로 매우 유사한 구조를 가지는 물질로서, 인도 등의 남아시아 지역에서 오래전부터 음식의 신맛을 내는 양념료로 사용된 가르시니아 캄보지아라는 과일에 함유되어 있는 성분이다. HCA는 citrate를 oxaloacetate와 acetyl-CoA로 분해하는 효소인 ATP citrate lyase의 경쟁적 저해제로 작용하여 citrate의 분해를 막아 지방합성 경로를 차단(11-13)하고 지방합성에 사용되지 않은 citrate는 체내에 축적되어 글리코겐의 생성에 사용되므로 글리코겐의 생산이 증가하게 된다. HCA에 의해 글리코겐의 축적이 증가하면 당질의 과잉이 뇌의 시상하부에 전달되어 식욕이 억제된다(14-16). 따라서 본 연구에서는 다이어트 기능성이 향상된 미국인 선호김치를 개발할 목적으로 HCA가 51.46% 함유된 가르시니아 캄보지아 추출물의 농도를 달리하여 김치를 담근 후 이에 따른 미국인 선호김치의 발효특성 및 관능성을 평가하고, 3T3-L1 비만세포 실험을 통하여 항비만 효과에 대해 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 배추는 결구 배추로 포함성인 가락신 1호를 사용하였고, HCA는 HCA가 51.46% 함유된 가르시니아 캄보지아 추출물 가루를 사용하였다. 비트는 곱게 갈아 사용하였고 고춧가루는 영양 태양초, 짓갈은 청정원 멸치액젓 [(주)청정원], 소금은 천일염[(주)우일염업], 설탕은 정제당을 사용하였고, 이외 무, 파, 마늘, 생강은 담금 당일 부산 부전시장에서 구입하였다.

김치 제조

미국인 선호김치의 재료배합비 및 담금방법은 미국인 선호김치의 레시피(9)에 색상을 개선하기 위하여 1% 비트를 첨가한 방법(10)에 준하였다. 재료배합비는 배추 100에 대하여 고춧가루 1.25%, 마늘 0.25%, 생강 0.25%, 멸치액젓 0.25%, 설탕 0.5%, 찹쌀풀 4%, 비트 1%의 비율로 첨가하였다. 배추는 통배추를 8조각으로 나누어 염도 16% 소금물에 3시간 절인 후 수돗물로 두 번 행구고 3시간 물기를 뺀 후, 무와 파는 채 썰고 찹쌀풀은 물과 찹쌀가루의 비를 10:1로 하였다. 무체에 고춧가루 갠 것을 넣어서 버무린 다음 멸치액젓을 넣고 마늘, 생강, 비트를 고루 섞은 후 염도는 소금으로 조절하여 담근 후 유리병에 넣어 5°C에서 발효시켰다. 가르시니아 캄보지아 추출물가루는 양념과 잘 섞이게 하기 위하여 찹쌀풀과 미리 혼합한 것을, 배추 100에 대해 가르시니아

캄보지아 추출물의 농도가 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%되게 첨가하였다. 또한 가르시니아 캄보지아 추출물에는 HCA가 51.46% 함유되었기에 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%의 추출물 첨가농도를 HCA 첨가농도로 환산하면 0.26%, 0.52%, 0.77%, 1.03%가 되었다.

pH 및 산도 측정

pH는 pH meter(pHM210, Radiometer Co., France)로 실온에서 측정하였다. 산도는 시료 10 mL를 10배 희석하여 pH 8.3이 되도록 0.1 N NaOH로 적정한 후 젖산(%) 환산법으로 계산하였다(17).

젖산균수 측정

파쇄한 김치즙액을 0.1% peptone 용액으로 희석한 후 젖산균수는 평판계수법을 사용하였다(18). *Leuconostoc* sp. 선택배지는 phenylethyl alcohol sucrose agar 배지를 사용하여 20°C에서 5일간 평판배양하였고, *Lactobacillus* sp. 배지는 *Lactobacillus* 선택배지에 *Pediococcus*의 생육을 억제하기 위하여 lactic acid와 sodium acetate를 첨가한 modified LBS agar배지를 사용하여 30°C에서 3일간 평판배양하였다.

색도 및 경도 측정

색도는 시료를 간 후 즙액을 취해 10배 희석한 후 Minolta Chroma Meter(CT-310, Macbeth, Japan)로 L(lightness), a(+:redness, -:greeness), b(+:yellowness, -:blueness)를 측정하였고, 경도는 배추김치의 뿌리로부터 10 cm의 부위를 취해 3×4 cm로 썰어 Rheometer(SC-100, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 puncture test에 의하여 각 시료들을 7회 반복하여 측정하였다(19).

관능검사

관능검사는 미국인 선호 김치를 담근 후 생김치와 5°C에서 12일간 숙성된 적숙기 상태의 김치를 가지고 국내 거주 3개월 이내로 한국의 음식에 익숙하지 않은 미국인 40명을 대상으로 실시하였다. 평가항목은 주관적인 평가로 종합적인 외관, 냄새, 향미, 질감으로 평가하고, 9점 척도법(20)을 사용하여 평가하였으며, 9에 가까울수록 극도로 좋고, 1에 가까울수록 극도로 싫은 것으로 나타내었다. 객관적인 평가로는 후각적 지각인 신내와 미각적 지각인 짠맛, 신맛, 매운맛 그리고 질감으로 경도를 평가하였으며, 그 정도는 1에 가까울수록 감지 불가능하고, 9에 가까울수록 극도로 강하게 감지하는 것으로 나타내었다. 후각적 지각으로 코로 감지되는 것으로 평가하였고, 미각적 지각은 여러 차례 어금니로 씹은 후 입과 코로 감지되는 것으로 평가하였으며, 경도는 앞니를 사용하여 섬유질과 동일한 방향으로 2~3회 씹는데 드는 힘의 정도로 평가하였다.

세포 배양 및 시료처리

3T3-L1 preadipocytes(ACTT)를 10% fetal bovine serum, 100 unit/mL penicillin, 100 mg/mL streptomycin이

함유된 DMEM 배양액을 사용하여 5% CO₂ incubator에서 배양하였다. 3~4일 후 세포가 융합하게 되면 0.05% trypsin/EDTA를 처리하여 세포를 분리한 후 원심분리(1,000 rpm, 5분)하여 세포를 모은 후, 세포 밀도가 3.3×10^3 cell/cm² 되도록 suspension 용액을 만들어 12 well plate에 1 mL씩 분주하여 2차 배양하였다. 3, 4일 후 세포가 융합되면, 분화 배지(DMEM 배양액에 5 µg/mL의 insulin, 0.25 µM dexamethazone, 0.5 mM IBMX가 첨가된 배지)를 처리하여 분화를 유도하였다. 2일 간격으로 feeding medium(DMEM 배양액에 5 µg/mL의 insulin만 포함된 배지)으로 배지를 갈아 주면서 지방세포로 분화시켰다. 분화배지 처리 후 약 10일이 경과하면 90% 이상이 지방세포로 분화하게 된다(21). 김치 시료는 0.1%의 농도가 되게 feeding medium에 녹여서 0.2 µm의 filter로 여과한 후 완전히 분화된 지방세포에 처리하였다.

글리세롤 정량

글리세롤 정량은 효소반응법(22)으로 측정하였다. 37°C로 미리 예열된 유리 글리세롤 시약 1 mL에 수집한 배지 1 µL를 첨가하여 37°C의 수욕조에서 5분간 배양하였다. 글리세롤 정량을 위해서는 글리세롤 표준용액(Sigma) 12.5 µg과 25 µg을 시료와 동일한 방법으로 반응시킨 후 96-well plate에 200 µL를 취하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

렙틴 측정

지방세포에서 분비된 렙틴의 양은 Enzyme Linked Immunosorbent Assay(ELISA) 방법(23)을 이용하여 측정하였다. 먼저 100 µL의 anti-mouse leptin IgG(2 µg/mL)를 Maxisorb ELISA plate(Nunc)에 넣어 하룻밤 배양한 후 PBS-T(0.05%의 Tween 20을 포함하는 PBS)로 3차례 세척한 plate에 지방세포로부터 수집한 배지 100 µL을 넣어 1시간 동안 배양하였다. 다시 PBS-T로 3차례 세척한 후 100 µL의 biotinylated anti-mouse leptin IgG(200 µg/mL)을 넣고 1시

간 동안 상온에 둔 다음 다시 PBS-T로 3번 세척하였다. 이후 extravidin-horse radish peroxidase를 상온에서 1시간 동안 배양한 후 3번 세척하였다. Immunoreactivity는 각 well에 100 µL의 tetramethyl benzidine dihydrochloride substrate(TMB)를 넣고 30분 동안 반응시킨 후 50 µL의 2 M H₂SO₄를 첨가하여 반응을 종료시키고 450 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계분석

대조구와 각 시료로부터 얻은 실험 결과는 SAS program을 이용하여 평균±표준편차로 표시하였으며, 각 군간 유의성은 one-way ANOVA로 사전 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 사후 검정(24)하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도 변화

가르시니아 캄보지아 추출물의 첨가량에 따른 미국인 선호 김치의 pH 및 산도 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 김치의 pH는 발효 과정 중 pH가 완만히 감소하는 초기 발효 단계, 그리고 김치의 적숙기로 알려진 pH 4.2~4.5에 도달할 때까지의 중간 발효 단계, 그리고 pH 4.0 이하로 떨어지는 최종 발효 단계로 구분할 수 있는 sigmoidal 곡선을 나타낸다고(25) 하였다. 본 실험에 사용된 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가 김치에서도 이와 유사한 경향을 보였다. 즉 발효 4일째까지는 pH 및 산도는 각각 완만하게 감소 및 증가하였고 발효 12일째까지는 급속하게 변화되었으며 그 이후 다시 완만하게 감소 및 증가되는 것을 볼 수 있었다. 또한 담금 초기 가르시니아 캄보지아 추출물의 첨가량이 증가할수록 pH는 낮았으나 적숙기 이후에는 pH의 값이 유사하게 나타남으로서 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가함으로써 발

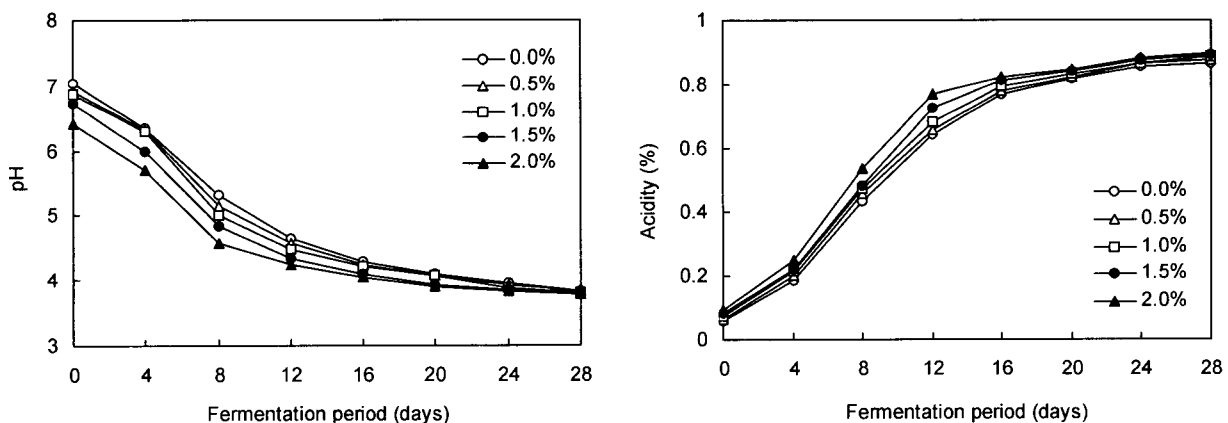


Fig. 1. Changes of pH and acidity in American preferred kimchi added GCE during fermentation at 5°C. 0.0%: American preferred kimchi added GCE 0%, 0.5%: American preferred kimchi added GCE 0.5%. 1.0%: American preferred kimchi added GCE 1%, 1.5%: American preferred kimchi added GCE 1.5%. 2.0%: American preferred kimchi added GCE 2%. GCE: Garcinia cambogia extract containing 51.46% hydroxy citric acid.

효 속도가 늦어짐을 알 수 있었으며, 이는 가르시니아 캄보지아 추출물에 함유된 HCA에 기인하는 것으로 사료되었다. 이러한 사실은 구연산 등의 산의 첨가가 김치의 초기 pH 및 산도에 영향을 미쳐 초기에는 숙성을 빨리 진행시키지만 오히려 과도하게 생성된 산의 일부가 완충액에 흡수됨으로서 김치의 적숙기가 연장되는 효과를 볼 수 있다는 연구결과(26)와 유사하였다. 일반적으로 pH 및 젖산 함량의 관계에서 가장 맛이 좋은 상태의 김치는 pH 4.2~4.5 사이로서 젖산 함량은 0.5~0.75%로 보고(27)되고 있으며, 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가 미국인 선호김치는 5°C에서 10~16일간 저장되었을 때 발효 숙성이 가장 알맞게 일어난 적숙기라고 할 수 있었다. 산도의 변화 역시 pH와 유사한 경향으로 증가하였으며, 산도의 증가율은 pH의 감소, 유지되는 시점과 거의 비슷한 결과를 나타내었다.

젖산균 수 변화

김치의 발효 중에는 젖산균류를 비롯한 여러 가지 미생물들이 관여하여 젖산을 비롯한 사과산, 옥살산 등을 생성하는 복잡한 발효과정을 밟아 김치 특유의 향미를 부여하게 된다. 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가량에 따른 미국인 선호 김치의 발효숙성 중 *Lactobacillus* sp. 및 *Leuconostoc* sp. 수의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. *Lactobacillus* sp. 및 *Leuconostoc* sp.는 발효 12~16일까지는 급속히 증가하다가 그 이후 완만히 감소되는 경향을 나타내었다. 이는 김치 발효에 영향을 주는 젖산균은 발효 초기에 급격히 증가하였다가 산도의 증가에 따라 서서히 감소하게 된다(28)고 하는 사실과 일치함을 볼 수 있었다. 또한 김치 발효초기에는 *Leuconostoc mesenteroides*가 발효에 관여하고 뒤이어 *Lactobacillus plantarum* 및 *Lactobacillus brevis* 등에 의해 발효가 진행된다. *Leuconostoc mesenteroides*는 초기에 많이 번식하는데 번식과 동시에 젖산과 CO₂를 생성하여 김치 내용을 산성화 및 혐기상태로 해주어서 호기성균의 생육을 억제하여 줌으

로써 김치가 시어지는 것을 막고 김치의 맛있는 맛이 지속될 수 있게 하는 중요한 역할을 한다(28)고 한다.

김치의 발효과정동안 가르시니아 캄보지아 추출물 무첨가군에서는 젖산균의 수가 발효 12일째 최대에 달한 후 다시 감소하는 추세를 보인 반면, 가르시니아 캄보지아 추출물 1% 이상 첨가군에서는 발효 12일 이후에도 젖산균 수가 계속 증가하여 16일째 최대에 달한 후 다시 감소하는 경향을 나타내어 가르시니아 캄보지아 추출물의 첨가가 김치의 젖산균 최대생성시기를 연장하는 효과가 있음을 알 수 있었다.

색도 및 경도 변화

가르시니아 캄보지아 추출물 첨가량에 따른 미국인 선호 김치의 색도 변화를 알기 위해 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도) 값으로 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 미국인 선호김치의 명도는 발효가 진행될수록 감소하고 황색도는 증가한 반면에 적색도는 적숙기때까지 증가하다가 그 이후 감소하였다. 이는 김치의 숙성과정 중 고춧가루가 미숙기에는 붉은색이었다가 적숙기엔 밝은 붉은색으로 되고 과숙기엔 노란빛이 도는 연한 붉은색으로 되며, 고추에 함유된 적색색소는 카로티노이드계 색소로서 산에 약한 특성을 지니고 있으며 김치가 숙성함에 따라 산성으로 되면서 광도가 높은 열은 색상으로 변한다고 하는 연구결과와 일치(29)하였다. 김치의 다이어트 기능성을 증진시키기 위하여 첨가된 가르시니아 캄보지아 추출물은 첨가량이 증가할수록 김치의 명도 및 적색도는 감소하고 황색도는 증가하는 현상을 나타내었다. 이에 미국인 선호김치에 많은 양의 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가하는 것은 바람직하지 않은 것으로 나타났다.

가르시니아 캄보지아 추출물 첨가 미국인 선호김치의 발효기간 중 경도의 변화는 Table 2에 나타내었다. 미국인 선호김치의 경도는 5°C에서 4일간 까지는 오히려 약간씩 증가하는 듯하다가 그 이후로 발효가 진행됨에 따라 급격히 감소

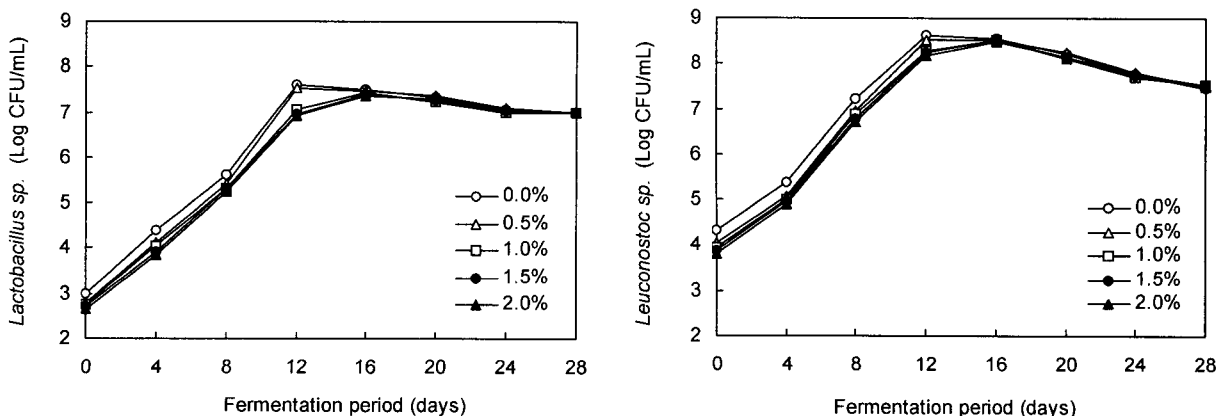


Fig. 2. Changes of *Lactobacillus* sp. and *Leuconostoc* sp. counts in American preferred kimchi added GCE during fermentation at 5°C. 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% and GCE: See the legend in Fig. 1.

Table 1. Changes of Hunter's color values in American preferred kimchi added GCE during fermentation at 5°C

Attributes	Samples ¹⁾	Fermentation period (days)							
		0	4	8	12	16	20	24	28
L	0%	59.89±0.09 ²⁾	59.24±0.10	57.63±0.14	53.69±0.20	53.27±0.09	51.08±0.11	49.69±0.79	45.29±0.20
	0.5%	59.27±0.08	58.86±0.14	57.00±0.08	53.11±0.06	52.37±0.09	51.00±0.08	49.00±0.19	45.14±0.07
	1.0%	58.87±0.09	58.23±0.08	56.32±0.09	52.96±0.08	51.79±0.12	50.01±0.11	48.72±0.10	44.96±0.10
	1.5%	57.95±0.07	57.24±0.09	55.87±0.33	52.46±0.19	50.63±0.12	49.86±0.28	48.43±0.15	44.63±0.12
	2.0%	56.86±0.09	55.57±0.24	52.84±0.17	49.89±0.09	49.17±0.02	49.13±0.01	47.78±0.18	43.84±0.13
a	0%	4.62±0.01	5.71±0.09 ^{a3)}	6.29±0.10 ^a	7.05±0.05 ^a	6.54±0.06	5.96±0.06	5.59±0.10	5.33±0.05
	0.5%	4.24±0.06	5.29±0.08 ^{ab}	6.02±0.09 ^a	6.57±0.08 ^a	6.32±0.02	5.78±0.06	5.42±0.03	5.29±0.03
	1.0%	3.83±0.05	4.92±0.06 ^{ab}	5.59±0.04 ^{ab}	6.07±0.10 ^{ab}	5.89±0.05	5.37±0.04	5.09±0.05	4.86±0.05
	1.5%	3.57±0.13	4.17±0.06 ^b	5.03±0.05 ^{ab}	5.62±0.05 ^{ab}	5.43±0.16	5.07±0.05	4.84±0.07	4.52±0.09
	2.0%	3.04±0.04	3.87±0.04 ^b	4.52±0.02 ^b	5.13±0.05 ^b	5.06±0.03	4.76±0.04	4.53±0.06	4.31±0.05
b	0%	21.07±0.22	23.32±0.14	24.69±0.10	28.67±0.18	28.86±0.05	28.97±0.04	29.67±0.05	29.62±0.01
	0.5%	21.49±0.14	23.66±0.11	25.01±0.12	28.72±0.07	28.92±0.05	29.04±0.03	29.79±0.01	29.81±0.02
	1.0%	21.86±0.07	24.02±0.08	25.38±0.09	29.11±0.04	29.43±0.04	29.56±0.02	30.33±0.02	30.27±0.04
	1.5%	22.32±0.08	24.37±0.03	25.71±0.06	29.43±0.05	29.72±0.02	29.84±0.01	30.57±0.02	30.54±0.02
	2.0%	22.71±0.05	24.78±0.05	26.15±0.05	29.87±0.05	30.19±0.05	30.33±0.04	31.04±0.01	31.01±0.01

¹⁾See the legend in Fig. 1.²⁾Mean±SD.³⁾Within the column, values not sharing a common superscript differed significantly according to one-way analysis of variance and Duncan's multiple range test (p<0.05).

GCE: Garcinia cambogia extract containing 51.46% hydroxy citric acid. L: lightness, a: redness, b: yellowness.

Table 2. Changes of hardness in American preferred kimchi added GCE during fermentation at 5°C

Attribute	Samples ¹⁾	Fermentation period (days)							
		0	4	8	12	16	20	24	28
Hardness (kg/cm ²)	0%	4.76±0.04 ²⁾	4.90±0.04	4.51±0.05	4.11±0.04	3.91±0.04	3.81±0.02	3.84±0.01	3.87±0.01
	0.5%	4.75±0.03	4.89±0.05	4.48±0.06	4.08±0.04	3.88±0.02	3.77±0.02	3.72±0.01	3.72±0.02
	1.0%	4.74±0.04	4.87±0.04	4.45±0.04	4.06±0.03	3.80±0.05	3.67±0.01	3.61±0.03	3.64±0.02
	1.5%	4.75±0.04	4.85±0.03	4.41±0.04	4.00±0.22	3.72±0.06	3.55±0.01	3.47±0.01	3.52±0.02
	2.0%	4.73±0.05	4.80±0.02	4.35±0.04	3.96±0.01	3.65±0.02	3.47±0.03	3.42±0.02	3.45±0.01

¹⁾See the legend in Fig. 1.²⁾Mean±SD.

GCE: Garcinia cambogia extract containing 51.46% hydroxy citric acid.

하였다. 또한 5°C에서 16일간의 발효, 숙성이 지난 적숙기 이후에는 완만히 감소하는 경향을 나타내다가 24일이 지난 후에는 오히려 약간 증가하였다. 이러한 사실은 김치가 발효 과정에 의하여 발효 중반기까지는 감소하는 경향이었던가 김치가 pH 4 이하로 시어지면서 경도가 다시 증가한다는 보고(30)와 유사한 경향을 나타내었다. 미국인 선호김치의 경도는 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가량에 따라 발효초기에는 큰 차이가 없었으나 발효가 진행됨에 따라 첨가량이 증가할수록 경도가 감소하였다.

관능적 특성의 변화

가르시니아 캄보지아 추출물 첨가량에 따른 미국인 선호 김치의 관능적인 특성의 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 생김치일 때 관능적 특성을 보면 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가하지 않은 것이 첨가한 것보다 선호도가 높았고 첨가량이 증가할수록 선호도가 감소하였다. 이때 0.5%, 1%, 1.5% 첨가군까지는 유의적으로 큰 차이 없이 선호도가 높은 반면에 2% 첨가군의 경우 관능적인 선호도가 아주 낮았다. 항목

별로 살펴보면 맛과 조직감에서는 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가하지 않은 것과 1.5%까지 첨가한 것은 차이를 나타내지 않았으나 외관과 냄새에 있어서 약간의 차이가 나는 것을 알 수 있었다. 그 외 주관적 평가 항목인 신내, 짠맛, 신맛, 매운맛, 아삭아삭한 조직감에서는 첨가량에 따라 차이가 나지 않았다. 이에 다이어트 기능성 증진을 위한 가르시니아 캄보지아 추출물은 1.5%를 첨가하는 것이 가장 적합하다고 사료된다. 5°C에서 12일간 저장된 적숙기 상태의 김치의 관능적 특성을 보면 생김치일 때에 비하여 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가량에 상관없이 모든 실험군에서 선호도가 아주 낮았다. 이러한 사실은 한국의 음식에 익숙하지 않은 미국인들은 발효된 김치의 깊은 맛을 모를 뿐 아니라 이러한 맛을 선호하지도 않음을 알 수 있었다.

글리세롤 분비

미국인 선호김치와 가르시니아 캄보지아 추출물을 1.5% 첨가한 미국인 선호김치의 지방분해 효과를 알아보기 위하여 글리세롤 분비량을 측정하였으며 이를 Fig. 4에 나타내

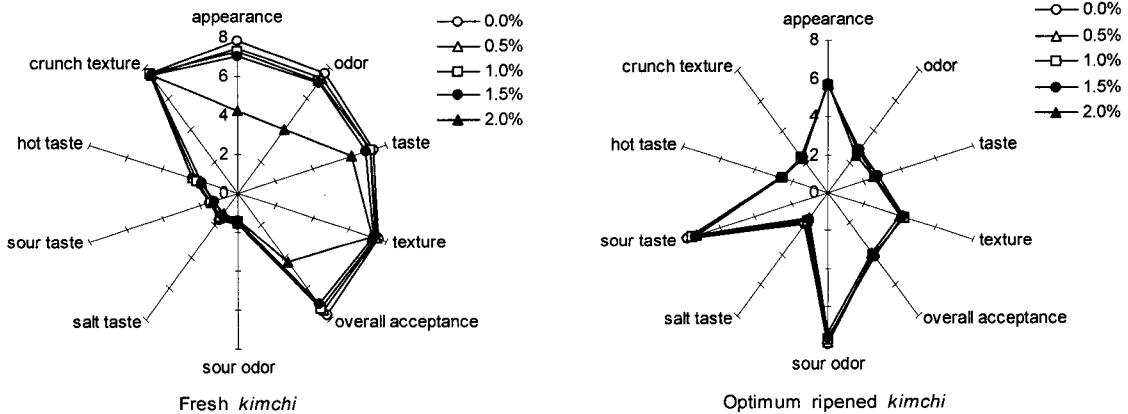


Fig. 3. QDA profile of GCE added American preferred *kimchi* 0-day and 12-days fermented at 5°C. 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% and GCE: See the legend in Fig. 1. Fresh *kimchi*: 0-day *kimchi*, Optimum ripened *kimchi*: 12-days fermented *kimchi*.

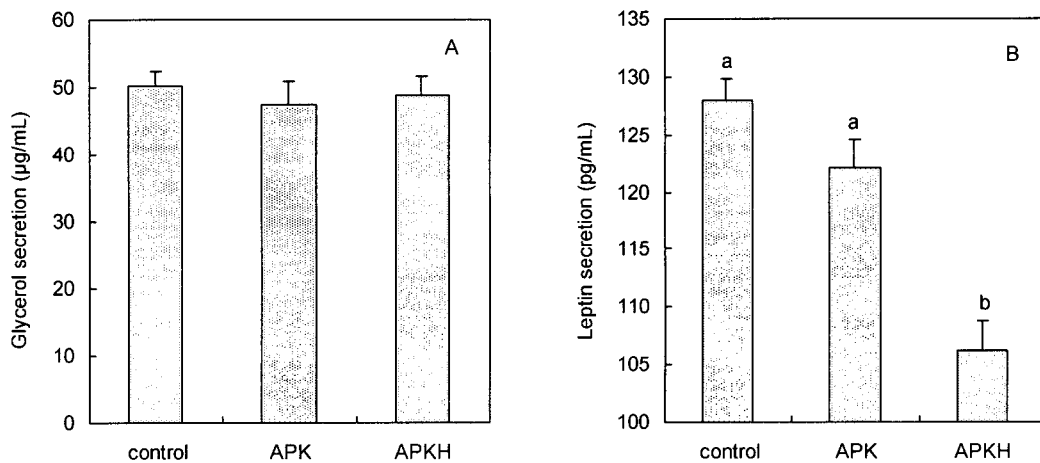


Fig. 4. The secretion of glycerol (A) and leptin (B) from 3T3-L1 adipocytes treated with American preferred *kimchi* extracts. APK: American preferred *kimchi*, APKH: American preferred *kimchi* added GCE 1.5%. Different letters above the bars are significantly different at $p < 0.05$.

었다. 글리세롤 분비량은 미국인 선호김치에서는 47.4 $\mu\text{g/mL}$, 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가 김치에서는 48.78 $\mu\text{g/mL}$ 로 김치에 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가함으로써 글리세롤 분비량이 약간 증가하였으나 유의적인 차이는 없었으며, 대조군에 비하여도 증가하지 않음은 물론 변화가 없었다. 이로서 미국인 선호김치에 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가하는 것은 지방분해 효과는 거의 없음을 알 수 있었다.

렙틴 분비

미국인 선호김치와 가르시니아 캄보지아 추출물을 1.5% 첨가한 미국인 선호김치의 추출물을 완전히 분화된 지방세포에 처리하여 렙틴의 분비량을 Fig. 4에 나타내었다. 대조군의 렙틴 분비량은 127.94 pg/mL 인 반면 미국인 선호김치는 122.17 pg/mL 으로 감소하였지만 유의적 차이는 보이지 않았다. 그러나 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가한 미국

인 선호김치의 경우 렙틴 분비량이 106.27 pg/mL 으로 나타나 대조군보다 유의($p < 0.05$)하게 감소함으로써 항비만 효과가 있음을 알 수 있었다. 렙틴은 지방세포에서 발현되는 호르몬으로 시상하부에 작용하여 음식섭취를 억제시키고, 에너지 소비를 증가시켜(31) 비만을 조절하는 역할을 하고 있으며 지방세포내의 지방축적량이 증가할수록 렙틴의 분비량이 증가하는 것으로 알려져 있다(32). 그러므로 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가한 미국인 선호김치는 렙틴 분비를 감소시키는 것으로 보아 중성지방의 생성을 억제시킴으로서 지방세포의 수를 감소시키는 작용을 하는 것으로 사료되었다. 이러한 사실은 가르시니아 캄보지아 추출물에 함유된 HCA가 citrate를 oxaloacetate와 acetyl-CoA로 분해하는 효소인 ATP citrate lyase의 경쟁적 저해제로 작용하여 citrate의 분해를 막아 지방합성 경로를 차단한다는 보고(11)와도 일치함을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 미국인 선호 김치에 다이어트 기능성을 증진하기 위하여 HCA가 51.46% 함유된 가르시니아 캄보지아 추출물을 각각 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 첨가하여 제조한 후 5°C에서 저장하면서 이화학적 및 미생물학적 특성, 관능성, 그리고 글리세롤과 렙틴 분비 등을 통해 항비만성을 조사하였다. 김치에 가르시니아 캄보지아 추출물의 첨가량이 증가할수록 담금 초기에는 pH는 낮고 산도는 높았으나 적숙기 이후에는 실험군간의 pH와 산도 값이 유사하게 나타남으로서 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가한 군의 발효속도가 첨가하지 않은 군보다 느림을 알 수 있었다. *Lactobacillus* sp.와 *Leuconostoc* sp. 등의 젖산균 수 역시 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가량이 증가할수록 그 수는 적은 반면에 젖산균의 최대 생성시기가 연장되는 것을 알 수 있었다. 색도는 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도는 낮은 반면 황색도는 높았고 조직감 실험에서는 첨가량에 상관없이 차이를 나타내지 않았다. 관능검사시 가르시니아 캄보지아 추출물을 0.5%, 1.0%, 1.5% 첨가한 것까지는 유의적으로 차이 없이 선호도가 높았다. 이에 미국인 선호김치의 다이어트 기능성 증진을 위해서는 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가량을 1.5% 첨가하는 것이 적합하였다. 3T3-L1 비만세포를 이용해서 미국인 선호 김치와 1.5% 가르시니아 캄보지아 추출물 첨가 미국인 선호 김치의 렙틴 분비를 측정된 결과 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가한 미국인 선호 김치의 경우 대조군에 비하여 그 수치가 유의적 ($p < 0.05$)으로 낮아 항비만 효과가 큰 것으로 나타났다. 따라서 본 연구결과는 미국인 선호김치에 HCA가 함유된 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가함으로써 김치의 발효 속도가 느려지고, 중성지방의 생성을 억제하는 항비만 효과는 나타내었으나 김치의 관능성이 약간 낮아지는 경향이 있었기에 향후 다이어트 기능성을 가지면서 관능성도 향상시킬 수 있는 연구가 이루어져야 하겠다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 2003년 농림기술개발사업 (302001-03-2-HD110)의 협동연구과제로 수행된 연구결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Cheigh HS, Park KY. 1994. Biochemical, microbiological and nutritional aspects of kimchi. *Crit Rev Food Sci Nutr* 34: 175-203.
- Yoon JY. 2005. Studies on enhancement of antiobesitic effects of baechu kimchi and back kimchi. *MS Thesis*. Pusan National University, Busan.
- Gordon DT. 1989. Functional properties vs physiological action of total dietary fiber. *Cereal Foods World* 34: 517-521.
- Sambaiah K, Satyanarayana MN. 1982. Influence of red pepper and capsaicin on body composition and lipogenesis in rats. *J Biosci* 4: 425-430.
- Suzuki H, Motohashi S. 1996. Nutrition of kimchi and the organoleptical characteristics and marketability in Japan. *Food Industry and Nutrition* 1: 11-14.
- Soloman CG, Manson JE. 1997. Obesity and mortality: a review of the epidemiologic data. *Am J Clin Nutr* 66: 1044S-1050S.
- US Dept. of Health and Human Services, Public Health Service. 2001. The surgeon generals call to action to prevent and decrease overweight and obesity. Office of the Surgeon General, Rockville, MD, USA.
- Posner BM, Franz MM, Quatromoni PA, Gagnon DR, Quatromoni PA, Gagnon DR, Sytkowski PA, Gostino DA, Cupples LA. 1995. Secular trends in diet and risk factors for cardiovascular disease. *Am J Dietetic Assoc* 95: 171-179.
- Han JS, Suh BS, Kim SY, Kim YJ. 2000. A study on American university students' perception and preference for Korean kimchi. *J Korean Home Economics Associ* 38: 167-177.
- Yang YJ, Han JS. 2005. Effect of the beet addition on the quality of American preferred kimchi during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 538-543.
- Kohsuke H, Yuri I, Izuru K. 2003. Effect of garcinia cambogia (hydroxy citric acid) on visceral fat accumulation: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Current Therapeutic Research* 64: 551-567.
- Lewis YS, Neelakantan S. 1965. Hydroxy citric acid: The principal acid in the fruits of garcinia cambogia. *Phytochem* 4: 619-625.
- Sullivan AC, Singh M, Srere PA, Glusker JP. 1977. Reactivity and inhibitor potential of hydroxy citrate isomers with citrate synthase, citrate lyase and ATP citrate lyase. *J Biol Chem* 252: 7583-7590.
- Sullivan AC, Triscari J, Hamilton JG. 1974. Effect of (-)-hydroxy citrate upon the accumulation of lipid in the rat. I. Lipogenesis. *Lipids* 9: 121-128.
- Sullivan AC, Triscari J, Hamilton JG, Miller ON. 1974. Effect of (-)-hydroxy citrate upon the accumulation of lipid in the rat. II. Appetite. *Lipids* 9: 129-134.
- Sullivan AC, Triscari J. 1977. Metabolic regulation as a control for lipid disorders. I. Influence of (-)-hydroxy citrate on experimentally induced obesity in the rodent. *Am J Clin Nutr* 30: 767-776.
- Shin HS. 1983. *Theory and investigation of food analysis*. Shinkwang Publishing Corp, Seoul. p 166-250.
- James GC, Sherman N. 1987. *Microbiology: A laboratory manual*. 2nd ed. Benjamin/Cummings Pub, New York. p 76.
- Yang YJ. 2004. A study on development of American preference kimchi with diet functionality. *MS Thesis*. Pusan National University, Busan. p 10.
- Kim KO, Kim SS, Sung RK, Lee YC. 1989. *Method and adaptation of sensory test*. Shinkwang Publishing Corp, Seoul. p 96-219.
- Frost SC, Lane MD. 1985. Evidence for the involvement of vicinal sulfhydryl groups in insulin-activated hexose transport by 3T3-L1 adipocytes. *J Biol Chem* 260: 2646-2652.
- Do MS, Hong SE, Ha JH, Choi SM, Ahn IS, Yoon JY, Park KY. 2004. Increased lipolytic activity by high-pungency red

- pepper extract in rat adipocytes. *J Food Sci Nutr* 9: 34-38.
23. Kang KH, Michael WP. 2001. Trans-10, cis-12-conjugated linoleic acid reduces leptin secretion from 3T3-L1 adipocytes. *Biochem Biophys Res Commun* 287: 377-382.
 24. SAS. 1992. *User's guide: Statistics*. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
 25. Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1988. Some quality changes during fermentation of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 476-482.
 26. Kim SD. 1985. Effect of pH adjuster on the fermentation of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 14: 259-264.
 27. Park SK, Cho YS, Park JR, Moon JS, Lee YS. 1995. Changes in the contents of sugar, organic acid, free amino acid and nucleic acid related compounds during fermentation of mustard leaf *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 48-53.
 28. Cheigh HS. 2004. *Kimchi: fermentation and food science*. Hyoil Publishing Co, Seoul. p 199.
 29. Kim MK, Ha KH, Kim MJ, Kim SD. 1994. Change in color of *kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 274-278.
 30. Kim WJ, Ku KH, Cho HO. 1988. Changes in some physical properties of *kimchi* during salting and fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 483-487.
 31. Caro JF, Sinha MK, Kolaczynski JW, Zhang P, Considine RV. 1996. Leptin: The tale of an obesity gene. *Diabetes* 45: 1455-1462.
 32. Considine RV, Sinha MK, Heiman ML, Kriau-cianas A, Stephens TW, Nyce MR, Ohannesian JP, Marco CC, McKee LJ, Caro JF. 1996. Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal weight and obese humans. *N Engl J Med* 334: 292-295.

(2005년 4월 12일 접수; 2005년 6월 13일 채택)