

## 무화과 콘서브 처리에 의한 품종별 쇠고기의 이화학적 특성 변화

박복희<sup>†</sup> · 김영옥 · 기해진\* · 조영자 · 최희경

목포대학교 식품영양학과

\*목포대학교 식품산업기술연구센터

### The Effect of Fig Conserve Additive on the Physicochemical Characteristics of Beef Obtained from Various Breeds

Bock-Hee Park<sup>†</sup>, Young-Ok Kim, Hae-Jin Kee\*, Young-Ja Cho and Hee-Kyung Choi

Dept. of Food and Nutrition, and \*Food Industrial Technology Research Center,  
Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

#### Abstract

To prevent the denaturation of ficin(EC 3.4.22.3) that is a proteolytic enzyme in fig(*Ficus carica* L.), fig conserve was heated to 55°C. The fig conserve was added as a tenderizer to native Korean cattle beef(KCB), dairy cattle beef(DCB), castrated dairy cattle beef(CDCB), and imported beef(IB). The composition of free amino acids, hydroxyproline content, shear force, cooking loss, morphological changes and sensory evaluation were then investigated to observe the effect of tenderizing beef with fig conserve. Free amino acids and cooking loss of treated beef were higher than those of control, whereas hydroxyproline and shear force were lower. Glutamine in treated beef decreased relatively but asparagine increased. Hydroxyproline was found, in increasing order of abundance, in DCB, CDCB, IB and KCB. By portion, loin was higher than tenderloin in free amino acids, hydroxyproline and shear force but was lower in cooking loss. Observation with a light-microgram revealed a surprising loss of muscle fiber in treated beef. In sensory evaluation of uncooked beef, the control was redder than the treated beef( $p < 0.01 \sim p < 0.05$ ). Treatment with fig conserve increased the juiciness of both cooked CDCB and IB( $p < 0.001$ ) and decreased their hardness( $p < 0.01 \sim p < 0.001$ ).

**Key words:** fig(*Ficus carica* L.), fig conserve, tenderizing beef

#### 서 론

무화과속(*Ficus* spp.)은 뽕나무과에 속하는 낙엽 활엽관목으로 약 2,000여 종류가 있으며(1-3), 이탈리아, 그리스 등 유럽 여러나라와 지중해 연안이 원산지로서 주로 따뜻하고 비가 비교적 많으며, 배수가 잘되는 토양에서 주로 재배되고 있다(4). 우리나라에서는 전라남도 영암군 삼호면 일대에서 주로 생산되고 있는데 연간 1,000(M/T) 정도 생산된다. 무화과는 성장속도가 빠르고 내병성이 크기 때문에 농약을 사용하지 않는 무공해 식품이면서, 당분, 섬유질, 단백질, 비타민 및 무기질을 고루 함유한 과실로 기호도가 높다. 미국 캘리포니아에서는 무화과가 주로 건과의 형태로 소비되지만(5) 현재

한국의 무화과 품종(*Ficus carica* L.)과 기후조건으로는 쉽게 건과를 만들기 어렵고, 생과로는 저장성 및 수송이 좋지 않으므로 가공할 필요가 있다. 따라서 무화과 생산 농가에서는 무화과를 수확한 즉시 또는 냉동저장해 두었다가 잼으로 가공하거나 가압술을 이용해 무화과즙을 만들어 판매하고 있는 실정이다.

기존의 잼 제조 방법에 의한 무화과 잼은 단백질 가수분해 효소인 피신(ficin: EC 3.4.22.3)(6,7)이 변성되어 있으므로 이 효소의 변성을 최대한으로 방지하여 단백질 가수분해 효과(8-12)를 나타낼 수 있도록 피신의 열 안정온도인 55°C에서 무화과를 가열하여 가정에서 쉽게 육연화용으로 사용할 수 있도록 본 연구자는 무화과 콘서브를 개발한(13) 바 있다. 육류를 연화시키는 방

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

법으로 무화과 뿐만 아니라 파파야, 키위(14) 등의 과일에 존재하는 단백질 분해효소를 이용한 연구들이 보고된 바 있고, 연화제는 보통 액체나 분말형태로 사용될 수 있도록 판매되고 있다. 이와 같은 효소의 주된 작용은 collagen과 elastin 같은 결합조직(15) 및 근섬유 단백질을 용해하거나 분해시킨다. 연화는 쇠고기의 기호성에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이며(16-20), 무화과의 단백질 분해효소인 ficin은 육류를 연화하면서 풍미에도 좋은 영향을 끼치기도 한다. 본 연구에서는 한우와 젓소육, 젓소 거세우 및 수입육에 무화과 콘서브를 첨가하였을 때 육질에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 이화학적, 형태학적 변화 및 관능검사를 통하여 연화효과를 관찰하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

무화과(*Ficus carica* L.)는 1997년 9월 전남 영암군 삼호면에서 집단으로 재배되고 있는 재래종 봉래시를 구입하였고, 당류는 시판중인 백설탕을, 시트르산(citric acid)은 화학용 1급 시약을, 보존료(21)로서는 소르브산 칼륨(potassium sorbate) 화학용 1급 시약을 사용하였다.

쇠고기는 함평축협 공판장에서 등급판정사에 의해 육질등급 1등급 판정을 받은 한우수소, 젓소수소, 젓소 거세우를, 수입육은 광주 신세계 백화점에서 판매한 호주산 수입육을 냉동상태로 각각 등심과 안심부위를 구입하였다. 시료는 근육 내부의 지방이 없는 부분을 얇게 자른 후 polyethylene wrap으로 2겹 포장하여 -20°C의 냉동실에 보관하였다가 해동시켜 사용하였다.

대조군 쇠고기와 비교하기 위하여 무화과 콘서브 첨가군은 무화과 콘서브를 쇠고기 중량의 10%를 첨가하고 실온에서 2시간 동안 재워둔 후 무화과 콘서브를 스푼으로 조심스럽게 제거한 후 시료로 사용하였다.

### 무화과 콘서브의 제조 및 효소활성도 측정

무화과 콘서브는 Park과 Park(13)의 방법에 의해 제조하였고, 효소활성도 측정은 萩原(22)의 방법에 의해 측정하였다.

### 이화학적인 측정

#### 유리 아미노산 분석

대조군 쇠고기 5g과 무화과 콘서브를 쇠고기 중량의 10%를 첨가하고 2시간 재워둔 쇠고기 5g을 각각 증류수에 넣고 갈아 100ml로 하였다. 이중 상등액 60ml에

20% TCA용액 30ml를 넣어 냉장고에서 1시간 방치한 후 2,500×g에서 45분간 원심분리하였다. 상등액 60ml를 지방을 제거하기 위하여 diethyl ether와 1:1로 3회 추출한 후 수액층을 60°C에서 감압 농축시킨 다음 0.01N HCl용액 10ml에 녹여 0.45µm 여과지(Miliphore)에 여과한 후 Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge에 통과시켜 사용하였다. 시료용액과 표준용액을 phenylisothiocyanate(PITC)로 유도체화하여 HPLC로 분석하는 PICO·TAG amino acid 방법(23)을 이용하였다.

#### Hydroxyproline 분석

대조군 쇠고기와 무화과 콘서브를 쇠고기 중량의 10%를 첨가하고 2시간 재워둔 쇠고기를 Kolar의 방법(24)에 의거하여 황산용액으로 가수분해한 후 2차의 회석과 여과 과정을 거친 후 oxidant solution(chloroamine-T/citric·acetic buffer)과 color reagent(4-methylaminobenzaldehyde/2-propanol)로 발색시킨 후 분광광도계(Hitachi 139, Hitachi Co., Japan)로 558nm에서 흡광도를 측정했다.

#### 조직측정 및 가열 후 육즙 용출량

대조군 쇠고기와 무화과 콘서브 첨가에 의한 각 쇠고기의 연도와 육즙 용출량을 측정하기 위하여 한우, 젓소육, 젓소 거세우 및 수입육의 등심과 안심을 각각 2.54cm 두께로 절단하고 흡수 티슈로 가볍게 닦아 건조시킨 후, 무화과 콘서브가 첨가된 쇠고기는 무화과 콘서브가 고르게 침투되도록 중간에 일정한 간격으로 포크로 찔러주었고, 대조군의 경우도 무화과 콘서브 첨가군과 같은 조건으로 처리하였다. 대조군과 무화과 콘서브가 첨가된 쇠고기의 무게를 달고 Kapak pouches(Kapak Co., Minneapolis, MN) 안에 반진공 상태로 포장하여, 75°C의 물에서 1시간 동안 익힌 후 상온에서 1시간 가량 방치한 다음 포장을 벗기고 무게를 측정하였다. 가열 후 육즙 용출량은 가열 전후의 쇠고기 무게의 차이를 나타내며, 연도의 측정(25)을 위하여 1.8cm 직경의 3~4개 core sample을 익힌 쇠고기에서 떼내고 각 core sample을 Warner-Bratzler blade가 부착된 Texture analyzer(TA.XT2, Texture Technologies Group, Scarsdale, NY)에서 180mm/min의 속도로 절단하였다. Shear force는 각 core sample들의 전단에 필요한 최대 힘의 평균값으로 나타냈다.

#### 형태학적 변화

대조군 쇠고기와 무화과 콘서브를 첨가한 쇠고기를 0.1M sodium phosphate buffer(pH 7.4)에 4% paraformaldehyde와 0.3% glutaraldehyde를 녹인 고정액으

로 4°C에서 1~2시간 전 고정한 다음 세절하였다. 4% paraformaldehyde를 함유한 고정액으로 4°C에서 12~16시간 후 고정한 다음 0.1M sodium phosphate buffer (pH 7.4)에 두 번 수세하고, 0.1M sodium phosphate buffer (pH 7.4)에 녹인 1% 오스미움산(osmic acid)에 2시간 후 고정하였다. 고정된 조직은 알코올로 탈수과정을 거쳐 propylene oxide를 거쳐 epon혼합액에 포매하고 35°C, 45°C 및 60°C에서 각각 24시간 온도를 유지시켜 중합시켰다(26). 포매된 블록을 수지풀로 알루미늄봉에 부착시켜 유리칼이나 다이아몬드칼을 사용하여 Sorval MT-5000 초박절편기로 80~90nm내외의 박편을 얻어 paraldione이나 formvar막을 입힌 100mesh 니켈그리드에 올렸다. 이때 1µm내외의 절편을 얻어 toluidine blue 염색을 하여 광학현미경으로 관찰하였다.

### 관능검사

관능검사는 목포대학교 식품영양학과 재학생 20명을 대상으로 3회 반복 실시하였다. 한우, 젓소육, 젓소 거세우 및 수입육의 등심을 취하여 무화과 콘서브에 2시간 재워둔 후 가열하지 않은 쇠고기의 색깔(color), 다즙성(juiciness), 질긴정도 및 전체적으로 바람직한 정도(overall acceptability)를 육안과 손으로 만져보면서(12) 평가하였다. 익힌 고기의 평가는 3×4×0.4cm(가로, 세로 및 두께)크기로 썰어 프라이팬(electric hot plate, HP-1000B, 금성사, 서울)을 사용하여 온도조절기 4번에 맞추어 약 2분 정도 구워서 고기를 한 점씩 먹고 물로 헹군 다음 평가하였다. 관능검사 각 항목의 측정은 묘사분석법(27)으로 15cm되는 선 위의 가장 적합한 부위에 수직으로 표시하게 하였다.

### 통계처리

조직측정 및 관능검사의 통계처리는 SPSS package (28)를 이용하였다. 대조군과 무화과 콘서브가 첨가된 실험치 간의 평균의 차이를 알아보기 위해 paired t-test를, 쇠고기의 부위(등심과 안심)에 따른 무화과 콘서브 첨가에 의한 연화효과를 알아보기 위해 independent t-test를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 무화과 콘서브의 효소활성도

생무화과의 ficin활성도는 4.91 unit/ml였고, ficin의 최적 작용 온도인 55°C에서 무화과를 가열하여 제조한 무화과 콘서브의 활성은 1.52 unit/ml로 기존의 쥘 제조

방법에 따른 무화과 쥘의 활성도인 0 unit/ml보다 상당히 높은 효소활성을 나타냈다.

### 이화학적 측정

#### 유리아미노산의 함량

육류의 아미노산은 가열에 의해 마이알 반응을 일으켜(29,30) 영양뿐만 아니라 고기의 풍미에 중요한 역할을 하는 비휘발성 물질이다. 쇠고기가 숙성되면 유리아미노산이 증가함은 많은 연구에서 밝힌 바 있다(31,32). 본 연구에서는 쇠고기에 무화과 콘서브를 첨가한 후 유리아미노산의 함량에 변화가 있는지 살펴보았다. Table 1, 2와 같이 한우와 젓소의 등심부분의 유리아미노산 함량은 353.3~518.4mg%, 한우와 젓소의 안심은 307.7~315.3mg%였으며, 젓소 거세우와 수입육의 등심은 301.0~327.6mg%, 안심은 329.9~408.1mg%이었다. 품종과 부위에 관계없이 대조군 쇠고기의 유리아미노산 함량은 301.0~518.4mg%였으나 무화과 콘서브를 첨가한 쇠고기는 369.0~619.0 mg%로 콘서브를 첨가했을 때 유리아미노산 함량이 더 높게 나타났다. 이는 무화과 콘서브속에 함유된 단백질 분해 효소작용 때문으로 사료된다. 콘서브를 첨가하지 않았을 때의 각 쇠고기의 등심과 안심부위의 총 유리아미노산 중 glutamine의 함량이 57.6~81.1%로 가장 많았으나 콘서브 첨가시에는 38.9~58.6%로 상대적으로 감소하였다.

또한 총 유리아미노산 중 asparagine 함량은 무화과 콘서브를 첨가하지 않았을 때에는 0.2~1.0%였는데, 첨가했을 때는 4.6~9.0%로 가장 많이 증가하였고, arginine, valine, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, tyrosine, proline 등의 유리아미노산도 무화과 콘서브를 첨가했을 때 상대적으로 증가하였음을 관찰할 수 있었다. Kim과 Kang(33)은 bovine serum albumin 기질에 pronase, bromelain, ficin 및 neutrase를 처리하였을 때 glutamine 잔기의 탈아미드화율을 측정하였는데, neutrase가 24%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 ficin이 6.1%로 측정되었다. 이와 같은 특성으로 미루어볼 때 무화과 콘서브를 첨가하지 않았을 때에 쇠고기에 가장 많이 존재하던 glutamine도 ficin에 의해 일부 가수분해되어 콘서브 첨가시에 상대적으로 감소하지 않았나 생각된다. 수입육의 시료가 다른 시료들에 비해 황함유 아미노산(cystine과 methionine)이나 중성 아미노산(alanine, valine, isoleucine, leucine)의 함량이 높았는데, 이러한 아미노산들의 상대적 농도는 연령이 증가함에 따라 높아졌다는 Park 등(16)과 Judge 등(34)의 결과로 미루어 볼 때, 본 실험에서도 수입육의 시료가 다른 쇠고기에 비하여 가축의 연령이 높았을 것으로 생각된다.

**Table 1. Free amino acid contents of loin and tenderloin of various beef** (mg%, wet basis)

Amino acids	Beef type <sup>1)</sup>															
	KCB-L	KCB-T	DCB-L	DCB-T	CDCB-L	CDCB-T	IB-L	IB-T								
Asp	2.6 (0.5)	1.7 (0.5)	0.8 (0.3)	1.1 (0.4)	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)	4.2 (1.3)	3.8 (0.9)								
Glu	10.8 (2.1)	4.4 (1.4)	6.0 (1.6)	8.8 (2.9)	9.2 (3.1)	6.3 (1.9)	20.4 (6.2)	22.4 (5.5)								
Ser	6.5 (1.3)	5.2 (1.6)	4.8 (1.4)	7.2 (2.3)	4.7 (1.6)	4.1 (1.2)	10.4 (3.2)	12.4 (3.0)								
Asn	3.1 (0.6)	3.0 (1.0)	1.0 (0.3)	3.1 (1.0)	1.0 (0.2)	1.6 (0.5)	3.3 (1.0)	2.8 (0.7)								
Gly	5.1 (1.0)	4.8 (1.5)	5.1 (1.4)	4.6 (1.5)	4.3 (1.4)	3.0 (0.9)	7.1 (2.2)	7.8 (1.9)								
Gln	417.8 (80.6)	224.7 (71.4)	286.8 (81.1)	205.0 (66.7)	223.2 (74.2)	258.5 (78.5)	188.7 (57.6)	253.6 (62.2)								
His	5.8 (1.1)	6.1 (1.9)	5.8 (1.5)	17.0 (5.5)	4.4 (1.5)	4.5 (1.4)	2.6 (0.8)	2.6 (0.6)								
Thr	4.6 (0.9)	3.9 (1.2)	1.9 (0.5)	2.7 (0.9)	2.2 (0.7)	2.4 (0.7)	4.4 (1.3)	3.4 (0.8)								
Ala	11.5 (2.2)	14.3 (4.6)	8.2 (2.2)	12.5 (4.1)	11.9 (4.0)	14.8 (4.5)	24.1 (7.4)	24.6 (6.0)								
Arg	8.9 (1.7)	10.5 (3.3)	1.9 (0.5)	1.5 (0.5)	1.2 (0.4)	1.1 (0.3)	1.2 (0.4)	3.2 (0.8)								
Pro	4.2 (0.8)	4.1 (1.3)	4.9 (1.4)	3.1 (1.0)	5.7 (1.9)	4.2 (1.3)	4.1 (1.3)	4.3 (1.1)								
Tyr	6.2 (1.2)	6.3 (2.0)	4.2 (1.2)	6.2 (2.0)	4.8 (1.6)	4.1 (1.2)	7.5 (2.3)	10.9 (2.7)								
Val	4.3 (0.8)	5.0 (1.6)	4.0 (1.1)	6.5 (2.1)	4.6 (1.5)	5.5 (1.7)	8.3 (2.5)	10.1 (2.5)								
Met	3.9 (0.8)	4.7 (1.5)	5.6 (1.5)	6.0 (1.9)	5.5 (1.8)	2.8 (0.8)	2.6 (0.8)	2.5 (0.6)								
Ile	3.3 (0.6)	3.9 (1.2)	1.9 (0.5)	4.5 (1.5)	2.9 (1.0)	2.8 (0.8)	5.4 (1.6)	7.4 (1.8)								
Leu	4.4 (0.8)	5.1 (1.6)	3.9 (1.1)	7.4 (2.4)	5.6 (1.9)	4.4 (1.3)	10.2 (3.1)	12.8 (3.1)								
Phe	2.4 (0.5)	3.3 (1.0)	2.3 (0.7)	4.4 (1.4)	4.3 (1.4)	2.0 (0.6)	7.5 (2.3)	8.1 (2.0)								
Try	7.5 (1.4)	2.6 (0.8)	2.9 (0.8)	3.7 (1.2)	2.2 (0.7)	4.4 (1.3)	7.3 (2.2)	7.4 (1.8)								
Lys	5.3 (1.0)	1.8 (0.6)	1.3 (0.4)	2.3 (0.7)	2.1 (0.7)	2.2 (0.7)	8.5 (2.6)	8.1 (2.0)								
Total	518.4	100.0	315.3	100.0	353.3	100.0	307.7	100.0	301.0	100.0	329.9	100.0	327.6	100.0	408.1	100.0

<sup>1)</sup>KCB-L: native Korean cattle beef-loin, KCB-T: native Korean cattle beef-tenderloin.

DCB-L: dairy cattle beef-loin, DCB-T: dairy cattle beef-tenderloin.

CDCB-L: castrated dairy cattle beef-loin, CDCB-T: castrated dairy cattle beef-tenderloin.

IB-L: imported beef-loin, <sup>2)</sup>IB-T: imported beef-tenderloin.

Values in parentheses indicate % to total free amino acids.

**Table 2. Free amino acid contents of beef loin and tenderloin mixed with fig conserve** (mg%, wet basis)

Amino acids	Beef type <sup>1)</sup>															
	KCB-L	KCB-T	DCB-L	DCB-T	CDCB-L	CDCB-T	IB-L	IB-T								
Asp	5.2 (0.8)	4.1 (1.0)	1.4 (0.2)	1.9 (0.5)	3.7 (0.7)	3.1 (0.8)	8.0 (1.2)	7.9 (1.6)								
Glu	14.6 (2.4)	7.6 (1.8)	9.0 (1.5)	9.2 (2.5)	14.6 (2.9)	9.7 (2.3)	22.7 (3.7)	11.2 (2.2)								
Ser	12.4 (2.0)	12.3 (2.9)	13.2 (2.3)	9.6 (2.6)	13.6 (2.7)	11.0 (2.7)	20.6 (3.3)	15.1 (3.0)								
Asn	28.2 (4.6)	38.2 (8.9)	31.4 (5.4)	22.5 (6.1)	45.5 (9.0)	31.9 (7.7)	33.9 (5.5)	28.4 (5.6)								
Gly	7.3 (1.2)	7.2 (1.7)	8.1 (1.4)	5.1 (1.4)	7.0 (1.4)	4.9 (1.2)	12.5 (2.0)	8.9 (1.7)								
Gln	362.8 (58.6)	196.8 (46.0)	329.0 (56.3)	179.1 (48.5)	209.9 (41.4)	179.2 (43.4)	240.1 (38.9)	237.3 (46.6)								
His	5.9 (1.0)	12.1 (2.8)	16.2 (2.8)	19.9 (5.4)	15.8 (3.1)	15.0 (3.6)	10.4 (1.7)	7.8 (1.5)								
Thr	4.5 (0.7)	5.8 (1.4)	4.7 (0.8)	3.7 (1.1)	6.1 (1.2)	5.5 (1.3)	11.2 (1.8)	8.7 (1.7)								
Ala	33.4 (5.4)	20.8 (4.9)	19.8 (3.4)	14.3 (3.9)	20.3 (4.0)	21.9 (5.3)	46.8 (7.6)	35.3 (6.9)								
Arg	22.3 (3.6)	18.6 (4.3)	19.5 (3.3)	11.2 (3.0)	20.3 (4.0)	17.7 (4.3)	33.8 (5.5)	19.8 (3.9)								
Pro	17.3 (2.8)	18.7 (4.4)	17.1 (2.9)	14.2 (3.8)	21.5 (4.2)	18.5 (4.5)	18.2 (3.0)	17.9 (3.5)								
Tyr	17.0 (2.7)	16.2 (3.8)	17.1 (2.9)	12.5 (3.4)	18.6 (3.7)	15.0 (3.6)	25.0 (4.1)	15.4 (3.0)								
Val	15.1 (2.4)	13.9 (3.2)	17.2 (2.9)	12.3 (3.3)	18.9 (3.7)	15.1 (3.7)	22.0 (3.6)	15.3 (3.0)								
Met	5.6 (0.9)	10.5 (2.5)	12.4 (2.1)	9.1 (2.5)	15.3 (3.0)	10.1 (2.4)	9.4 (1.5)	9.6 (1.9)								
Ile	12.5 (2.0)	7.9 (1.8)	12.1 (2.1)	8.3 (2.2)	14.8 (2.9)	11.1 (2.7)	18.2 (3.0)	14.4 (2.8)								
Leu	15.9 (2.6)	13.9 (3.2)	22.0 (3.8)	15.2 (4.1)	27.7 (5.5)	17.5 (4.2)	30.1 (4.9)	24.2 (4.8)								
Phe	12.9 (2.1)	11.7 (2.7)	16.1 (2.8)	11.2 (3.0)	17.0 (3.4)	11.2 (2.7)	21.4 (3.5)	16.1 (3.2)								
Try	13.5 (2.2)	4.0 (1.0)	6.6 (1.1)	4.0 (1.2)	3.8 (0.7)	6.1 (1.5)	12.8 (2.1)	6.1 (1.1)								
Lys	12.6 (2.0)	7.4 (1.7)	11.5 (2.0)	5.6 (1.5)	12.6 (2.5)	8.6 (2.1)	19.3 (3.1)	10.0 (2.0)								
Total	619.0	100.0	429.8	100.0	584.4	100.0	369.0	100.0	507.1	100.0	413.3	100.0	616.5	100.0	509.4	100.0

<sup>1)</sup>Refer to the legend in Table 1.

Values in parentheses indicate % to total free amino acids.

Hydroxyproline의 함량

결체조직의 주요성분인 콜라겐에는 특이하게 hydroxyproline의 함량이 높아 이의 함량이 결체조직의 양을 간접적으로 나타낸다고 한다(16). Hydroxyproline의 함량은 Table 3과 같이 품종과 부위에 따라 0.38~1.06g/100g으로 차이가 있었다. 즉, 무화과 콘서브 처리 전 한우의 hydroxyproline함량은 0.38~0.52g/100g로 가장 적었고, 수입육은 0.76~0.77g/100g, 젖소거세우는 0.63~0.82g/100g였으며, 젖소육은 0.93~1.06g/100g로 가장 많았다. 쇠고기의 품종에 관계없이 등심이 안심보다 hydroxyproline의 함량이 높게 나타났다. 무화과 콘서브를 첨가하지 않은 대조군의 hydroxyproline함량은 0.38~1.06g/100g로 나타났는데 무화과 콘서브를 첨가한 후에는 0.33~0.68g/100g로 비교적 많이 감소하였다. 이는 무화과 콘서브에 존재하는 단백질 분해효소에 의해 결체조직이 분해된 것으로 생각된다. Park 등(16)에 의하면 가축의 경우 결체조직 단백질의 절대함량은 나이가 많아지더라도 크게 변하지 않으나 근육의 운동량이 많아질수록 발달되며, 한우의 경우 비육우로 사육되었기 때문에 결체조직의 양이 낮은 것으로 사료된다고 보고하였다. 본 실험에서도 한우의 경우 hydroxyproline의 함량이 다른 쇠고기에 비하여 낮게 나타났으며, 콘서브 첨가후 hydroxyproline함량은 크게 감소하지 않았다.

Shear force와 가열 후 육즙 용출량

익힌 쇠고기에 무화과 콘서브를 첨가한 것과 첨가하

지 않은 것의 shear force를 대응표본 t-검정(paired t-test)으로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 쇠고기를 절단하는데 필요한 shear force는 콘서브를 첨가한 쇠고기가 콘서브를 첨가하지 않은 쇠고기보다 적게 나타나 한우를 제외하고는 모든 시료에서 p<0.01수준에서 유의적으로 차이가 있었다. 콘서브를 첨가하지 않은 한우와 수입육의 등심부위의 shear force는 10.02~10.68 kg/1.8cm<sup>2</sup>로서 젖소육과 젖소 거세육의 20.22~21.87 kg/1.8cm<sup>2</sup>보다 약 절반정도에 달했다. 안심이 등심보다 품종과 무화과 콘서브 첨가 유무에 관계없이 2.61~8.45kg/1.8cm<sup>2</sup>로 상당히 낮았다. 부위에 따른 쇠고기 품종별 shear force값을 독립표본 t-검정(independent t-test)으로 분석한 결과는 Table 5와 같다. 한우의 경우를 제외하고 모든 시료에서 유의적인 차이가 있었다. 수입육의 경우 다른 시료에 비해 shear force값이 낮게 나타났는데 이는 다른 시료들과는 다르게 구입하여 실험에 사용되기까지 유통과정상 냉동과 해동을 접하기 때문인 것으로 사료된다. Plant 등의 보고(35)에 의하면 등심은 결체조직이 적어 가열에 의해 연화되는 반면, myofibrillar protein은 많아 가열에 의해 질겨지므로, 가열 전보다 가열 후 shear force값이 높아지고, 목이나 견갑골 부위는 이와 반대로 가열 후 shear force값이 감소한다고 한다. 이는 조리가 결체조직과 myofibrillar protein에 영향을 주기 때문에, 근섬유는 질겨지고, 결체조직은 연화된다고 볼 수 있다. 본 실험에서는 가열한 등심과 안심부위의 shear force값을 측정할 결과로서 콘서브 첨가에 의해 모두 shear force값이 감소함을 알 수 있었다. 가열 후 육즙의 용출량은 Table 6과 같이 콘서브 첨가육이 24.94~36.92%이었고, 콘서브를 첨가하지 않은 육이 15.07~29.66%로 콘서브를 첨가했을 때 육즙이 훨씬 많이 용출되었다. 이는 쇠고기에 무화과 콘서브를 첨가했을 때 ficin에 의한 육조직의 변화로 조직에서 육즙이 많이 용출되는 것으로 보인다. 부위별로 살펴보면 콘서브가 첨가되지 않은 육에서 육즙 용출량이 등심은 15.07~22.74%, 안심은 24.64~29.66%로 나타났으며, 무화과 콘서브가 첨가된 등심에서는 24.94~34.89%, 안심에서는 29.99~36.92%로 무화과

Table 3. Hydroxyproline content of uncooked beef mixed with or without fig conserve (g/100g)

Beef <sup>1)</sup>	Control	Treated beef
KCB-L	0.52	0.51
KCB-T	0.38	0.33
DCB-L	1.06	0.87
DCB-T	0.93	0.60
CDCB-L	0.82	0.68
CDCB-T	0.63	0.51
IB-T	0.77	0.58
IB-T	0.76	0.51

<sup>1)</sup>Refer to the legend in Table 1.

Table 4. Shear force of cooked beef mixed with or without fig conserve (kg/1.8cm<sup>2</sup>)

Beef <sup>1)</sup>	Loin			Tenderloin		
	Control	Treated beef	t value	Control	Treated beef	t value
KCB	10.68±2.00	7.99±0.67	2.59	8.45±0.76	5.35±0.42	7.48**
DCB	21.87±1.01	18.24±0.22	5.95**	8.21±1.23	5.54±0.32	5.34*
CDCB	20.22±0.84	16.35±0.29	7.39**	5.84±0.95	3.94±0.50	3.01
IB	10.02±0.63	4.13±0.59	10.70**	4.91±0.60	2.61±0.10	7.65**

<sup>1)</sup>KCB: native Korean cattle beef, DCB: dairy cattle beef, CDCB: castrated dairy cattle beef, IB: imported beef  
\*p<0.05, \*\*p<0.01

콘서브 첨가 유무에 관계없이 안심이 등심보다 육즙이 많이 용출되었다.

#### 형태학적 변화

젖소 등심에 무화과 콘서브를 첨가하지 않았을 때 (A)와 첨가했을 때(B)의 광학현미경 사진은 Fig. 1과 같다. 무화과 콘서브를 첨가하지 않았을 때는 규칙배열을 한 근육의 정상 구조가 보였으나 무화과 콘서브를 첨가했을 때에는 근섬유가 일부 소실되어 세포간 간격이 하얗거나 빈 공간으로 나타났다. 이는 근섬유가 불규칙하게 배열되고 변성 또는 퇴행된 것으로 사료되었다.

#### 관능검사

Table 7은 쇠고기 등심에 무화과 콘서브를 첨가하고 가열하지 않았을 때의 관능검사 결과이다. 색깔의 변화는 콘서브를 첨가하지 않는 경우가 첨가한 경우보다 붉은 색이 강하게 나타나 한우와 젖소육의 경우  $p<0.01$ , 젖소거세우와 수입육의 경우  $p<0.05$ 로 유의한 차이를 보였다. 다즙성은 무화과 콘서브를 첨가한 경우가 첨가하지 않는 경우에 비해 훨씬 높게 나타나 젖소육, 젖소거세우 및 수입육에서  $p<0.001$ 로 유의한 차이를 보였다. 색깔과 다즙성을 관련지어 보면, 무화과 콘서브를 첨가하면 육즙이 많이 나오므로 붉은 색이 약화되어 회갈색으로 보였고, 수입 등심육의 경우 콘서브 첨가시에 다소 더 질기다는 평가를 받았는데 이는 익힌 쇠고기의 경우와 다른 결과로서 생고기의 질긴 정도를 먹지 않고

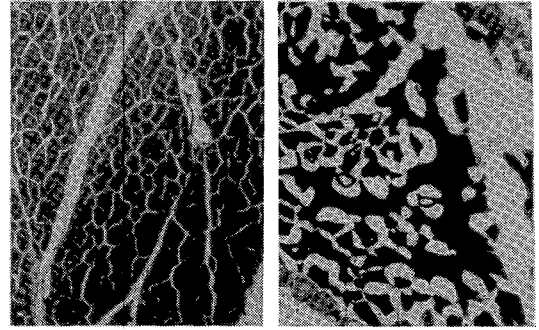


Fig. 1. Light micrograph of dairy cattle beef-loin (A) and dairy cattle beef-loin mixed with fig conserve (B). (Scale bar is 10 $\mu$ m)

육안과 손으로 만져보며 평가하는데는 한계가 있다고 생각된다. 질긴 정도나 전체적인 느낌은 콘서브 첨가 유무에 차이를 나타내지 않았다. Table 8은 쇠고기에 무화과 콘서브를 첨가하고 가열했을 때의 관능검사의 결과이다. 즉, 한우의 경우 콘서브 첨가 유무에 관계없이 다즙성만  $p<0.05$  수준에서 유의적으로 차이가 있었고 색깔, 질긴 정도 및 전체적인 느낌은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 젖소육의 경우 콘서브 첨가 유무에 관계없이 모든 항목에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 젖소거세우와 수입육의 경우 콘서브 첨가 시 다즙성( $p<0.01 \sim p<0.001$ )과 질긴 정도( $p<0.05 \sim p<$

Table 5. Shear force of cooked beef by portion

(kg/1.8cm<sup>2</sup>)

	Beef <sup>1)</sup>	Loin	Tenderloin	t value
Control	KCB	10.68 $\pm$ 2.00	8.45 $\pm$ 0.76	2.08
	DCB	21.87 $\pm$ 1.01	8.21 $\pm$ 1.23	17.14***
	CDCB	20.22 $\pm$ 0.84	5.84 $\pm$ 0.95	22.70***
	IB	10.02 $\pm$ 0.63	4.91 $\pm$ 0.60	11.69**
Treated beef	KCB	7.99 $\pm$ 0.67	5.51 $\pm$ 0.40	6.38**
	DCB	18.24 $\pm$ 0.22	5.54 $\pm$ 0.32	65.71***
	CDCB	16.35 $\pm$ 0.30	3.94 $\pm$ 0.50	42.75***
	IB	4.13 $\pm$ 0.59	2.61 $\pm$ 0.10	5.05**

<sup>1)</sup>Refer to the legend in Table 4.

\*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

Table 6. Cooking loss of cooked beef mixed with or without fig conserve

(%)

Beef <sup>1)</sup>	Loin		Tenderloin		
	Control	Treated beef	Control	Treated beef	
Cooking loss(%)	KCB	17.41	29.24	27.94	34.98
	DCB	20.38	24.94	24.94	33.53
	CDCB	15.07	32.17	24.64	36.92
	IB	22.74	34.89	29.66	29.99

<sup>1)</sup>Refer to the legend in Table 4.

Table 7. Sensory evaluation of uncooked beef mixed with or without fig conserve

Beef <sup>1)</sup>		Color	Juiciness	Hardness	Overall acceptability
KCB-L	Control	10.56±2.07	6.24±2.93	10.34±2.61	7.60±2.70
	Treated beef	7.94±3.02	8.96±2.12	8.63±3.56	7.20±2.34
	t value	3.55**	-3.19**	1.96	0.43
DCB-L	Control	8.65±4.06	6.79±3.21	8.16±2.59	7.09±3.01
	Treated beef	5.11±5.06	11.80±2.11	6.59±3.51	6.66±3.95
	t value	3.74**	-5.52***	1.94	0.49
CDCB-L	Control	8.84±2.42	7.27±2.31	8.37±3.58	7.33±2.63
	Treated beef	7.06±2.27	10.39±1.70	6.73±3.06	8.67±2.63
	t value	2.29*	-6.15***	1.27	-1.78
IB-L	Control	11.18±3.08	5.41±4.03	5.66±3.50	9.51±3.45
	Treated beef	7.53±4.49	11.98±2.19	7.59±5.23	8.61±3.73
	t value	2.87*	-5.34***	-1.45	0.63

<sup>1)</sup>KCB-L: native Korean native beef-loin, DCB-L: dairy cattle beef-loin, CDCB-L: castrated dairy cattle beef-loin, IB-L: imported beef-loin

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

Table 8. Sensory evaluation of cooked beef mixed with or without fig conserve

Beef <sup>1)</sup>		Color	Juiciness	Hardness	Overall acceptability
KCB-L	Control	11.16±1.90	5.81±4.14	8.68±3.22	7.31±2.22
	Treated beef	11.00±1.61	8.88±3.48	7.23±3.48	7.15±2.90
	t value	0.30	-2.17*	2.09	0.26
DCB-L	Control	10.00±3.23	7.91±3.76	7.01±3.76	4.19±1.08
	Treated beef	11.27±1.47	8.95±2.95	6.77±2.55	3.15±0.81
	t value	-1.21	-0.73	0.22	-2.06
CDCB-L	Control	8.65±2.52	4.96±3.01	11.37±2.93	6.65±4.19
	Treated beef	11.11±2.45	9.91±1.80	7.35±4.25	7.15±3.15
	t value	-2.23*	-6.56***	2.38*	-0.37
IB-L	Control	11.04±2.38	8.16±3.43	6.19±4.27	9.19±2.96
	Treated beef	10.00±3.55	12.58±2.55	2.18±1.68	8.16±4.56
	t value	1.13	-4.22**	3.91**	0.63

<sup>1)</sup>Refer to the legend in Table 7.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

0.01)에서 유의적인 차이를 보였다. 전체적인 기호도면에서는 모든 품종별, 콘서브 첨가유무에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 수입육, 한우, 젖소 거세우 및 젖소육 순으로 나타났다. 이는 수입육의 경우 가장 연하고 육즙이 많이 나왔기 때문에 더 높은 값을 받은 것으로 생각된다.

## 요 약

무화과에 존재하는 단백질 분해효소인 ficin의 열에 대한 안정 범위인 55°C에서 가열한 무화과 콘서브를 제조하고, 한우, 젖소육, 젖소 거세우 및 수입육에 첨가하

여 육연화 효과를 조사하기 위해서, 유리아미노산 조성, hydroxyproline 분석, 조직 측정과 가열후 육즙 용출량, 형태학적 변화 및 관능검사를 실시하였다. 무화과 콘서브를 처리한 쇠고기의 유리아미노산 함량과 육즙 용출량은 대조군보다 높았으나 hydroxyproline과 shear force는 낮았다. 콘서브 첨가시 glutamine 함량은 상대적으로 크게 감소하였으나 asparagine의 함량은 증가하였고, hydroxyproline은 젖소육, 젖소 거세우, 수입육 및 한우의 순으로 낮게 나타났다. 부위별로는 등심이 안심보다 유리아미노산 함량, hydroxyproline, shear force가 높게 나타났으나 육즙 용출량은 낮았다. 무화과 콘서브가 첨가된 쇠고기의 광학현미경 관찰결과 근섬

유가 일부 소실되어 세포간 간격이 하얗거나 빈 공간으로 나타났다. 쇠고기를 가열하지 않았을 때의 관능검사에 의하면 색깔은 콘서브를 첨가하지 않은 경우가 첨가한 경우보다 붉은 색이 강하게 나타나( $p < 0.01 \sim p < 0.05$ ) 유의적으로 차이를 보였으며, 다즙성은 무화과 콘서브를 첨가한 경우가 첨가하지 않은 경우에 비해 훨씬 높게 나타났다. 무화과 콘서브를 첨가한 쇠고기를 가열하여 관능검사 한 결과, 짙소 거세우와 수입육의 다즙성은 증가하였고( $p < 0.001$ ), 질긴 정도는 감소하였다( $p < 0.01 \sim p < 0.001$ ).

### 감사의 글

본 논문은 한국과학 재단 지정 식품산업기술연구센터의 지원으로 이루어진 연구로 감사를 포함합니다.

### 문헌

- Jones, I. K. and Glager, A. N. : Comparative studies on four sulphhydryl endopeptidases of *Ficus glabrata* latex. *J. Biol. Chem.*, **245**, 2765-2772(1970)
- 김명우, 이승우, 원세호, 윤용건 : 과수대백과사전. 오성출판사, 서울, p.1009(1970)
- 신수철 : 무화과의 효소에 관한 고찰. 순천농업전문대학 논문집, **17**, 527-543(1980)
- 박원기 : 한국식품사전. 신광출판사, 서울, pp.157-158(1991)
- Tous, J. and Ferguson, L. : Mediterranean fruits. In "Progress in new crops" Janick, J.(ed.), ASHS press, Arlington, VA, pp.416-430(1994)
- Kramer, D. E. and Whitaker, J. R. : *Ficus* enzymes-Properties of the proteolytic enzymes from the latex of *Ficus carica* variety kadota-. *J. Biol. Chem.*, **239**, 2178-2183(1964)
- Kim, J. P., Suh, J. S. and Kim, J. S. : Isolation and purification of ficin from fig latex. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**, 270-277(1986)
- Whitaker, J. R. : The effect of variety and maturity on the proteolytic enzyme content of figs. *Food Res.*, **23**, 364-370(1958)
- Sgaribieri, V. C., Guptes, S. M., Kramer, D. E. and Whitaker, J. R. : *Ficus* enzymes-Separation of the proteolytic enzymes of *Ficus carica* and *Ficus glabrata* latices-. *J. Biol. Chem.*, **239**, 2170-2176(1964)
- Youn, J. E. and Yang, R. : Studies on the aging of beef at adding the proteolytic enzyme(-IV. Studies on the tenderness effect of beef by papain treatment). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **6**, 163-169(1974)
- Williams, D. C., Sgaribieri, V. C. and Whitaker, J. R. : Proteolytic activity in the genus *Ficus*. *Plant Physiol.*, **43**, 1083-1088(1968)
- Kee, H. J., Hwang, Y. S., Kim, K. H. and Hong, Y. H. : Application of fig protease to foods. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **18**, 19-26(1998)
- Park, B. H. and Park, W. K. : A study on the manufacturing of fig conserves for beef tenderizing. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **23**, 1027-1031(1994)
- 大恒智昭 : キウイの栽培と利用. 農業および園藝, **60**, 23-26(1985)
- Thomas, J., Elsdon, D. F. and Partridge, S. M. : Degradation products from elastin. Partial structure of two major degradation products from the cross-linkages in elastin. *Nature*, **200**, 651-652(1963)
- Park, H. I., Lee, M. H. and Chung, M. S. : Comparison of flavor characteristics and palatability of beef obtained from various breeds. *Korean J. Anim. Sci.*, **26**, 500-506(1994)
- Han, G. D., Kim, D. G., Kim, S. M., Ahn, D. H. and Sung, S. K. : Effects of aging on the physico-chemical and morphological properties in the Hanwoo beef by the greeds. *Korean J. Anim. Sci.*, **38**, 589-596(1996)
- Ryu, Y. S., Lee, M. H. and Ko, K. C. : A study on the quality comparison of Korean native cuttle beef in relation to Korean quality grading system and imported beef. *Korean J. Anim. Sci.*, **36**, 340-346(1994)
- Cambero, M. I., Seuss, I. and Honikel, K. O. : Flavor compounds of beef as affected by cooking temperature. *J. Food Sci.*, **57**, 1285-1290(1992)
- Farouk, M. M., Price, J. F. and Salih, A. M. : Post-exsanguination infusion of ovine carcasses : Effect on tenderness indicators and muscle microstructure. *J. Food Sci.*, **57**, 1311-1315(1992)
- 한국식품공업협회 : 식품첨가물 공전. 문영사, 서울, pp.225-227(1993)
- 萩原文二 : 酵素研究法. 第2卷, 朝倉書店, 東京, pp.237-246(1956)
- Waters Associate : Amino acids analysis by Waters PICO · TAG system. Youngin Scientific Co., Ltd., pp.37-96(1995)
- Kolar, K. : Colorimetric determination of hydroxyproline as measure of collagen content in meat and meat products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **39**, 13-15(1990)
- Wheeler T. L., Savell, J. W., Cross, H. R., Lunt, D. K. and Smith, S. B. : Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from brahman and hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, **68**, 4206-4220(1990)
- Luft, J. H. : Improvements in epoxy resin embedding methods. *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, **8**, 409-414(1961)
- Stone, H. and Sidel, J. L. : *Sensory evaluation practices*. 2nd ed., Academic Press, New York, pp.202-242(1993)
- 정충영, 최이규 : SPSSWIN을 이용한 통계분석. 제2판, 무역경영사, 서울, pp.266-280(1997)
- Hornstein, I. and Teranishi, R. : The chemistry of flavor. *Chem. Eng. News.*, **92**, 93-97(1967)
- Shahidi, F., Rubin, L. J. and D'Souza, L. A. : Meat flavor volatiles : A review of composition, techniques of analysis and sensory evaluation. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **24**, 141-243(1986)
- Gardner, G. A. and Stewart, D. J. : Changes in the free amino and other nitrogen compounds in stored beef muscle. *J. Sci. Food Agric.*, **17**, 491-496(1966)
- Davey, C. L. and Gilbert, K. V. : Studies in meat tenderness. II. Proteolysis and the aging of beef. *J. Food Sci.*, **31**, 135-140(1966)



33. Kim, H. S. and Kang, Y. J. : Deamidation on glutaminyl and asparaginyl residues of protein by neutrase. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 794-798(1995)
34. Judge, M. D., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Hedrick, H. B. and Merkel, R. A. : Properties of fresh meat. In "*Principles of meat sci.*" 2nd ed., Kendall/Hunt Pub. Co., pp.351-355(1989)
35. Plant, T. M., Taylor, D. G. and Dhanda, J. S. : Tenderness relationship between four raw and cooked beef muscles. Proceeding of the 43rd International Congress of Meat science and Technology, pp.594-595 (1997)
36. Ramsay, W. R. and Wythes, J. R. : *Beef carcass composition and meat quality*. Ramsay, W. R. and Wythes, J. R.(eds.), Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, pp.47-64(1979)

(1999년 3월 24일 접수)