J East Asian Soc Dietary Life
24(3): 383 ~391 (2014)

함초의 항산화성 및 함초를 첨가한 족발의 품질 특성

이권복[1] · 김정미[2] · 김미자[3] · 강순아[4,5,†]

[1]서울벤처대학원대학교 발효식품양조학 전공, [2]건국대학교 동물자원연구센터, [3]성균관대학교 식품공학과,
[4]호서대학교 보건산업연구소, [5]호서대학교 벤처전문대학원 융합공학과

Antioxidant Effects of Hamcho (*Salicornia herbacea* L.) and Quality Characteristics of Pettitoes (*jokbal*) added with Hamcho

Kwon-Bok Lee[1], Jeong-Mee Kim[2], Mi-Ja Kim[3] and Soon Ah Kang[4,5,†]

[1]Dept. of Graduate School of Seoul Venture University, Seoul 135-090, Korea
[2]Institute of Animal Resource Center, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea
[3]Dept. of Food Technology, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea
[4]Institute of Health Industry, Hoseo University, Seoul 137-867, Korea
[5]Department of Conversing Technology, Graduate School of Venture, Hoseo University, Seoul 137-867, Korea

Abstract

This study was conducted to ascertain the antioxidant properties of Hamcho (*Salicornia herbacea* L.) and as well as manufacture pettitoes using Hamcho as a natural antioxidant material for diverse applications. The DPPH radical scavenging activities of 25, 50, 100 mg/mL in methanol extracts from *Salicornia herbacea* L. increased significantly (p<0.05) to 12.8%, 21.6% and 39.1%, respectively. The total phenolic content was 38.58±4.25 μM as tannic acid equivalent for 100 mg/mL of methanol extracts from Hamcho. FRAP value was 448.58±14.01 μM as ascorbic acid equivalent in reducing power. To apply Hamcho to food as a natural antioxidant, pettitoes were prepared with added Hamcho. To manufacture pettitoes added with Hamcho, general quality characteristics of pettitoes added with 0%, 2%, 4% and 6% based on 100 g of pettitoes were determined. In conclusion, mineral components increased according to the added amount of *Salicornia herbacea* L. Crude protein showed the highest value with 2% added Hamcho. Overall, the addition of Hamcho led to hardening of the meat texture. As a result of measuring color in terms of brightness, redness, and yellowness with chromaticity, the L value (brightness) increased with added amount of Hamcho. There was no significant difference in redness or yellowness. As a result of the sensory evaluation of pettitoes according to addition of Hamcho, the group with 4% added Hamcho showed enhanced overall preference with improved flavor, taste and textural properties.

Key words : Hamcho(*S. herbacea* L.), *jokbal*(pettitoes), quality characteristics, antioxidant effect, sensory analysis

서 론

함초는 소금이 섞인 해안가 진흙에서 자라는 일년생 식물인 강력한 호염성 식물로(Hwang *et al* 2007), 일반적으로 그 가지와 뿌리에 염이온을 축적한다(Yamamoto *et al* 2009). 함초는 육상 식물이면서도 바닷물 속에 있는 모든 무기질 성분이 고도로 농축되어 있어서, 민간의학에서는 시력 저하, 소화불량, 위장병, 간염, 신장병 등에 사용되어 왔으며(Jo *et al* 2002), 동맥경화, 고지혈증, 지방간 등의 예방 효과와 체중 증가 억제 효과가 기대된다(Lee JY 2005). 또한 칼륨, 마그네슘, 칼슘 등의 무기질이 풍부할 뿐만 아니라, 필수지방산인 리놀렌산이 전체 지방산 중 약 50%가 함유되어 있으며, 필수 아미노산의 함량이 총 아미노산 함량 대비 약 40%를 함유하고 있어 건강 기능성 식품 소재로 매우 유용하다(Bae *et al* 2008). 항균, 항산화(Park JA 2007, Lee & An 2002) 및 혈전 용해 효과(Song *et al* 2007) 등 생리적으로 그 효능이 높다.

함초에 관한 연구로는 이화학적 분석 연구(Kim *et al* 2010), 함초의 발효 특성 연구(Cho *et al* 2010), 체내 장기능 개선과 변비 해소 효과(Cho *et al* 2008, Jo YS 2008), 암과 자궁근종 예방 효과(Jung *et al* 2008), 당뇨병 예방 작용 (Kaneto *et al* 2005) 등에 대해 보고된 바 있다. 또한 함초의 조리 적용에 대한 연구로는 함초 분말 첨가 식빵(Bae *et al* 2008, Lee *et al* 2010), 함초 첨가 김치(Park *et al* 2011a, Jung SJ, 2010), 함초 해조묵(Son KO, 2011), 함초 첨가 고추장 소스(Kim & Park 2010), 함초 이용 식초(Kim HS, 2011), 함초 첨가 콩다식(Kim

† **Corresponding author :** Soon Ah Kang, Tel : +82-2-2059-2353, Fax : +82-2-2059-2319, E-mail : sakang@hoseo.edu

& Hong 2011)에 관한 연구 등이 있다. 따라서 다양한 생리 활성을 가지고 있는 함초를 이용한 식품 개발이 요구되는 실정이다.

족발은 돼지의 다리를 이용한 뼈와 고기를 함께 요리한 것으로, 고기의 다양한 부위의 맛을 즐길 수 있는 특이한 요리의 하나이다. 이는 유럽이나 남미에서도 특히 대접을 받고 있는 세계적인 기호식품이다. 독일에서는 "아이스바인"이라는 돼지 족 요리가 있으며, 중국에서는 "화성주티" 등이 있다. 족발에는 콜라겐과 단백질이 많이 함유되어 연골과 피부에 좋은 영양식으로(Jung *et al* 2004), 특히 무기질과 단백질이 풍부하여 모유 분비 촉진의 효과에 대하여 긍정적으로 판단되고 있다(Shin JS 2006). 또한 비타민 B_1, B_2가 함유되어 있어 고혈압, 동맥 경화증 등 성인병을 예방하며, 리놀산과 아라키돈산 같은 불포화 지방산이 많이 함유되어 혈관 내 콜레스테롤의 축적을 막아준다. 족발의 저장 기간 중 품질 유지를 위하여 소금, 젖산염, 염화칼슘과 같은 수용성 물질이 중요한 역할을 하는데(Marquez *et al* 2012), 염분은 단백질 활성을 도와 육질의 수용성(WHC)을 향상시켜 육즙을 증가시키는 한편, 고기의 조직감과 수응도를 높여(McGee *et al* 2003) 고기를 부드럽게 하므로 전반적인 기호도를 향상시킨다(Jones *et al* 1987). 소족에 대한 연구로는 소족편의 영양성분 분석(Kwak *et al* 2003), 관능 특성(Kwak *et al* 2002)과 우족편의 이화학적 특성 비교 연구(Yoo *et al* 1994) 등이 있으나, 돼지족발에 대한 연구는 아직 없는 실정이다. 따라서 식육의 산업화를 위하여 유용한 조미제의 활용(Wallinga D, 2009)이 요구되고 있는 이 때, 본 연구에서는 함초의 항산화능을 분석하고, 이를 우리가 즐겨 먹는 기호식품인 족발에 첨가하여 기능성을 향상시킨 함초를 이용한 제품 제조에 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 함초의 항산화 시험

1) 시료 채취

본 연구에 사용된 함초는 2012년 가장 성수기인 6월부터 10월까지 전북 고창군 심원면에서 채취하여 지상부만 손질하고, 5회 이상 세척하여 물기를 제거한 후 사용하였다.

2) 시료 메탄올 추출물의 제조

항산화 실험을 위하여 함초를 살짝 데쳐 말린 후, 함초 분말 5 g에 70% methanol을 50 mL를 첨가하여 24시간 침지하고 6시간 이상 교반한 후, 실온에서 1 mm-pore-size filter를 통해 여과하여 함초 methanol 추출물을 얻었다.

3) 추출물의 항산화 실험

(1) DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH (2,2'-diphenyl-1-pycryl-hydrazil) 시약을 100% 메탄올로 용해시킨 0.1 mM로 제조하여, 용액 3.75 mL에 추출 시료 용액을 0.25 mL을 섞고, 10초간 섞어 30분간 암소에서 반응시킨 후 30분 후 UV-VIS spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 측정하였으며, 대조군에 대한 흡광도비로 백분율을 산출하였다(Lee *et al* 2004).

DPPH radical 소거능 (% inhibition) =

$$(A_{control} - A_{extract}) / A_{control} \times 100$$

(2) 총 Phenolic 함량 측정

총 phenolic 함량은 0.25 mL 시료에 4 mL 증류수와 0.25 mL Folin-Denis' reagent(증류수: Folin-Denis' reagent=1:1)을 섞어서 5분간 반응 후 0.5 mL 포화 sodium carbonate를 첨가하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 phenolic 함량 측정 시 표준용액은 0, 40, 60, 80, 100 μM tannic acid를 제조하여 사용하였다(Rapisarda *et al* 1999).

(3) Ferric-Ion Reducing Antioxidant Power(FRAP) 측정

0.025 mL의 시료에 FRAP 시약을 1 mL 처리하여 37℃에서 4분간 반응시키고, 분광 광도계로 593 nm에서 측정하였다. 표준용액으로는 ascorbic acid를 사용하였다.

2. 함초를 첨가한 족발 제조

1) 족발 제조

우선 족발을 구입 손질하여 잔털을 제거하고, 8시간 이상 찬물에 담가 핏기를 제거하였다. 끓는 물에 족발을 넣고 1차 데쳐 낸 다음 족발의 핏기와 이물질을 제거하고, 스텐레스 스틸 냄비(직경 50 cm, 높이 250 cm)에 족발 2 kg과 함초를 각각 0%, 2%, 4%, 6%을 넣고, 물 4,000 mL를 첨가한 후 가스렌지에서 가열하였다. 준비된 재료와 족발을 넣어 약 2시간 정도 끓여 주는데, 이때 처음에는 3단(센 불)에서 30분간 끓이며, 한번 끓어오르면 2단(중불)으로 줄여서 30분간 가열하고 난 후 1단(약불)에서 1시간 더 가열하였다 (Table 1, Fig. 1).

2) 일반 성분 분석

일반 성분 분석은 AOAC 법(2007)에 의해 분석하였다. 즉, 수분은 105℃ 상압 가열 건조법, 조단백은 Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 법, 조회분은 건식법으로 분석하였으며, 조섬유는 Henneberg-Stohman 법을 변형하여 측정하였다. 무기질 분

Table 1. Ingredients composition of pettitoes containing *Salicornia herbacea* L. (unit : g)

Ingredients	Control	2%	4%	6%
Pig feet	100	100	100	100
Ginger	10	10	10	10
Leek	10	10	10	10
Garlic	8	8	8	8
Turnip	4	4	4	4
Dry chili	0.25	0.25	0.25	0.25
Cinnamon	0.75	0.75	0.75	0.75
Corn syrup	16	16	16	16
Rice wine	4	4	4	4
Mirim	3.6	3.6	3.6	3.6
Brown sugar	4	4	4	4
Bay leaves	0.05	0.05	0.05	0.05
Whole pepper	0.10	0.10	0.10	0.10
Soy sauce	15	15	15	15
Salt	1	0	0	0
SHL	-	2	4	6

Based on 2%, 4%, 6% *Salicornia herbacea* L. in 100g of pig feet.
SHL = *Salicornia herbacea* L.

석은 칼슘, 칼륨, 나트륨, 철분과 염도 함량을 측정하였으며, 회화 후 건식 분해법으로 전 처리하여 분광 광도계로 측정하였다(Han *et al* 2003).

3) 조직감 측정

함초 첨가에 따른 족발의 조직감은 TA plus(Loydf, Japan)를 사용하여 Table 2의 조건으로 측정하였다. 족발 제조 후 고기를 건져 고기의 균일 부위를 가로 3 cm, 세로 3 cm, 두께 2 cm로 잘라 조직감을 원통형 probe(25 mm diameter)로 측정하였다. 조직감으로는 단단함(hardness), 응집성(cohesiveniss), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 부착성(adhesiveness)을 분석하였다.

4) 색도 측정

함초의 첨가량을 달리하여 제조한 족발의 기계적 색도 측정은 색차계 Minolta(CR-300, Japan)를 사용하여 명도(L : lighness), 적색도(a : redness), 황색도(b : yellowness)를 측정하였다. 표준 색도판은 Y=92.7, x=0.3136, y=0.3195을 사용하였다.

Measuring all ingredients
↓
Soaking pig feet
↓
Remove blood in boiling water of pig feet
↓
Washing pig feet
↓
Added *Salicornia herbacea* L.
↓
Added all ingredients in deep pan
↓
Boiling it at high temperatuer at first time
↓
Cooking low temperatuer for 150 minutes
↓
Production of pettitoes

Fig. 1. Process on the preparation of pettitoes

Table 2. Operating conditions of rheometer for texture measurement

Maximum load	2 kg
Sample height	2 cm
Crosswise	3 cm
Length	3 cm
Chart speed	60 mm / min
Table speed	60 mm / min

5) 관능 평가

족발의 관능 평가는 차이 식별 검사로 선정된 조리과 2학년 학생 50명으로 기호도 검사를 실시하였다. 시료는 가로 2 cm, 세로 5 cm, 두께 0.4 cm로 썰어서 접시에 담아 제공하였다. 평가 항목은 외관(appearance), 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 단단함(hardness), 씹힘성(chewiness), 전반적인 기호도(overall preference)를 5점 평가법으로 실시하여, 가장 나쁘다는 1점, 나쁘다 2점, 보통 3점, 좋다 4점, 가장 좋다는 5점으로 평가하였다.

3. 통계 분석

본 실험의 모든 결과는 SPSS program을 이용하여 분석하였다. 시료간의 유의성 검정은 one-way ANOVA를 이용하여

분석하였으며, $p<0.05$ 수준에서 Duncan 다중 검정법을 실시하여 시료간의 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 함초의 항산화 활성

1) 함초 메탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능

메탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2에 명시한 바와 같다. DPPH 라디칼 소거능 실험 결과, 함초 메탄올 추출물 25, 50, 100 mg/mL 각각의 농도에 따라 DPPH 라디칼 소거능은 유의적으로 12.8%, 21.6%, 39.1%($p<0.05$)로 증가하여, 농도 의존적으로 라디칼 소거능이 있는 것으로 나타났다. 함초 첨가량이 증가할수록 전자공여능이 증가하였는데, 이는 함초의 항산화 활성에서 기인한 것으로 보인다. Lee & An(2002)은 함초 에탄올 추출물에서 전자공여능이 농도 의존적으로 높았다고 보고하였다. 또한 발효 함초가 건조 함초에 비해 DPPH 소거능이 월등히 높아 항산화능이 더 높았다(Mo & Kim 2011). 함초 발효액의 기능성 해명과 유용 기능성 성분 탐색 연구에서는 2종의 항산화 활성 물질을 분리 동정한 결과, DPPH radical scavenging 활성이 높은 것으로 나타나, ascorbic acid와 거의 유사할 정도의 활성을 보여주었다(Cho *et al* 2010, Park *et al* 2011b).

2) 함초 메탄올 추출물의 총 Phenolic 함량과 FRAP 값

함초의 총 phenolic 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 총 phenolic 함량은 함초 메탄올 추출물 100 mg/mL에서 38.58±4.25 μM의 tannic acid 동량 값이었으며, FRAP 값의 경우는 448.58±14.01 μM ascorbic acid 값으로 항산화력이 있는 것으로 측정되었다. Han & Kim(2003)의 연구에서는 함초 첨가량

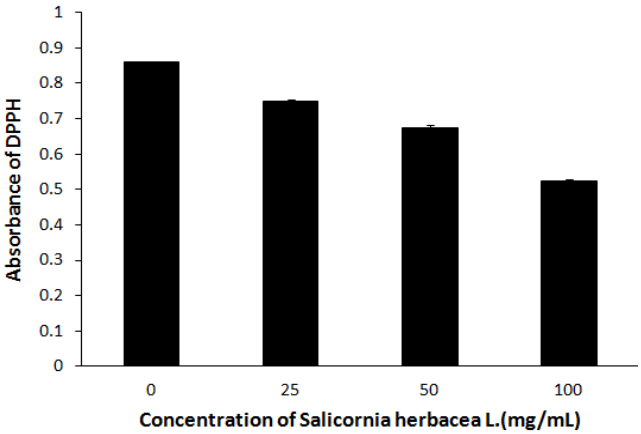

Fig. 2. Changes of radical scavenging activity of DPPH in methanol extract of *Salicornia herbacea* L.

Table 3. Values of TPC and FRAP in 100 mg/mL methanol extract of *Salicornia herbacea* L.

Items	TPC (μM tannic acid equivalent)	FRAP (μM ascorbic acid equivalent)
Methanol extract of 100 mg/mL SHL	38.58±4.25	448.58±14.01

SHL : *Salicornia herbacea* L.

이 증가됨에 따라 유지 산화 억제 효과가 증가하여, 10% 함초를 첨가한 군에서 천연 항산화제인 α-tocopherol을 1% 첨가한 것과 비슷한 항산화 효과를 나타내었다고 보고하였다. Kim YA(2005)는 Peroxynitrite 소거 활성을 *in vitro*에서 측정한 결과, MeOH. n-BuOH, H_2O, n-hexane 분획물은 각각 99.8%, 99.5%, 83.9%. 44.2%로 우수한 소거 효과를 나타내어, 대조군인 L-ascorbic acid(100.3%)과 penicillamine(99.2 %)와도 견줄 만한 결과라고 보고하였다. Mo & Kim(2011)은 발효 함초가 건조 함초에 비해 폴리페놀 함량이 월등히 높았고, 플라보노이드 함량도 높아, 발효 함초의 항산화 작용이 월등함을 확인하였다.

함초의 항산화 능력을 활용한 조리 적용으로 함초를 첨가한 식빵 연구에서는 대조군보다 지방 산패 억제능이 높았으며, 함초 분말 첨가량이 증가할수록 지방 산패 억제능 및 폴리페놀 함량이 증가하였다고 보고하였다(Bae *et al* 2008). 또한 돈육 지방에 미치는 함초의 항산화 효과에 관한 연구에서는(Han *et al* 2003) 함초가 돈육의 산화를 억제하는 효과를 나타냈으며, 천일염과 죽염보다 2배 이상의 항산화 효과를 보였다고 한다. 일반적으로 해안에서 채취한 함초가 항산화 효과가 크고, 온풍 건조시킨 시료에서 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 항산화 효과가 있는 것으로 나타났다. Mo & Kim (2011)은 일반 성분, 미네랄과 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 건조 함초보다 발효 함초가 높았고, 대표적인 항산화 실험인 DPPH의 소거능도 발효 함초에서 높게 나타나 인체에 유효한 것으로 보고하였다. 효소 처리하여 얻은 함초 추출물은 효소 처리를 하지 않은 추출물에 비해 약 2.5배 정도 수율이 증가하였으며, 항산화성 페놀 화합물인 procatechuic, caffeic 및 ferulic acids와 isorharmnetin이 함유되어 있었다. 이상의 결과를 통해 함초는 항산화 기능성 소재로서 이를 조리에 이용하면 효과가 좋을 것으로 판단된다.

2. 함초의 조리 적용 : 함초 첨가한 족발의 품질 특성

1) 일반 성분 분석

함초 족발을 제조하여 영양 성분을 분석한 결과는 Table 4에 나타낸 바와 같다. 함초를 2%와 6% 첨가한 군에서 수분

함량이 무 첨가군에 비해 증가되었으며, 회분은 함초 첨가에 따라 근소하게 증가됨을 관찰할 수 있었다. 조단백질(protein)은 함초 2% 첨가 시 가장 증가하였다. 조지방은 2%와 6% 함초 첨가군이 함초 무첨가군에 비해 감소되었다. 따라서 특히 지방성분이 많은 식재에 함초를 사용하면 좋을 것으로 사료된다. 당 함량은 2%, 4%와 6% 함초 첨가군이 무첨가군에 비해 증가하여 함초 첨가로 인해 당 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 무기질의 변화에 있어서 칼슘은 6% 함초 첨가군이 대조군에 비해 유의적으로 증가되었고, 칼륨과 철분은 2%, 4%와 6% 함초 첨가군에서 대조군에 비해 증가되었음을 관찰할 수 있었다. 나트륨의 경우는 4%와 6% 함초 첨가군이 대조군에 비해 증가하였으며, 염도도 나트륨의 성향과 일치하였다.

건조 함초 100 g에는 수분 10.88%, 회분 17.51%, 조단백질 3.97 %, 지방 0.89 %, 당분 15%, 식이섬유 46%, 칼슘 380 mg, 칼륨 1,159 mg, 철분 10 mg, 나트륨 14,037 mg이 함유되었으며, 염도는 10.11%이었다. 특히 건조 함초에는 회분과 섬유소, 나트륨 함량이 월등히 많았고, 칼슘, 칼륨, 철분 등 무기질도 풍부하였다. 따라서 함초를 족발에 첨가시 회분 및 당분 함량이 증가하였고, 특히 칼륨, 철분과 나트륨 함량이 큰 폭으로 증가하였으며, 염도도 증가하는 것으로 나타났다. 무기질 중에서 철분이 전체적으로 증가하는 경향을 보였는데, 이는 함초 첨가량이 증가할수록 식빵의 칼슘과 철분 및 조회분이 대조군에 비해 증가하였다고 보고한 Bae *et al*(2008)의 연구와 일치되는 결과였다. 식빵 제조 시 함초의 첨가량에 따라 소금 첨가량을 감소시켰을 때 염도가 소금 첨가 식빵과 유사한 정도로 나타나, 제빵 시 소금 대용물로 함초를 사용할 수 있음을 보고하였다. 이와 같이 무기질이 풍부하고 특히 칼슘과 철분이 풍부한 함초를 조리에 응용하면, 소금 대용물로써 함초의 활용도가 더욱 높아질 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 함초를 미생물 배지에 발효시킨 EM 함초 발효액은 저장 14일에는 대조군보다 5배 정도의 항산화 효과를 나타냈다고 한다(Han SK 2004). 따라서 지방을 다량 함유하고 있는 족발은 그 제조 이후 저장 기간 또한 긴 것을 감안해 볼 때, 함초 첨가 시 지방의 산패를 방지할 수 있을 것이다.

2) 텍스처 분석

함초 첨가량에 따른 족발의 조직감 분석은 Table 5에 제시하였다. 경도와 검성은 함초 첨가량이 증가함에 따라 점차 증가하여 6% 첨가 시 관능평가에서와 같이(p<0.05) 유의적으로 높았다. 또한 응집성은 함초 첨가군에서 다소 감소하였으며, 탄력성과 씹힘성도 함초 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다. 부착성은 함초 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 족발은 돼지의 다리 살을 장시간 삶아서 익힌 고기로써, 돼지 다리 살은 움직임이 많은 부위로서 조직감에 있어서도 독특한 특징이 나타났다. 본 연구에서 족발 육질의 단단함은 6% 함초 첨가군이 높은 것으로 나타났고, 응집성과 탄력성은 함초 무첨가군에서 높았으며, 점착성과 씹힘성은 함초 첨가량에 따라 증가하여 쫄깃한 질감을 주는 것으로 나타났다.

Table 4. Analysis of nutrients in pettitoes by the addition of *Salicornia herbacea* L.

Nutrients \ Groups	Pettitoes+SHL 0%	Pettitoes+SHL 2%	Pettitoes+SHL 4%	Pettitoes+SHL 6%
Moisture(%)	59.29±1.69[ab]	61.58±2.05[a]	58.36±1.54[b]	62.07±2.20[a]
Ash(%)	1.11±0.02[a]	1.07±0.16[a]	1.18±0.01[a]	1.25±0.03[a]
Protein(g)	21.90±1.62[b]	30.71±2.85[a]	24.56±2.54[b]	27.95±1.65[a]
Fat(g)	14.62±1.52[a]	12.89±1.30[b]	14.35±0.38[a]	10.12±1.31[c]
Saccharide(g)	0.00±0.00[b]	0.41±0.02[a]	0.45±0.03[a]	0.47±0.05[a]
Fiber(%)	0.56±0.12[b]	0.80±0.20[a]	0.39±0.11[c]	0.39±0.14[c]
Ca(mg)	14.18±2.10[b]	11.67±1.99[c]	12.61±1.31[c]	17.76±1.50[a]
K(mg)	120.75±9.80[c]	140.04±13.96[b]	152.40±21.28[a]	156.31±16.75[a]
Fe(mg)	0.66±0.03[c]	1.16±0.15[a]	0.84±0.05[b]	1.41±0.08[a]
Na(mg)	259.52±10.79[b]	254.44±13.99[b]	318.99±15.88[a]	369.19±20.06[a]
Salinity(%)	0.60±0.12[ab]	0.58±0.05[b]	0.62±0.03[ab]	0.69±0.06[a]

Pettitoes : Feet of the pig.
SHL : *Salicornia herbacea* L.
[a~c] Different superscripts within a line means significantly different among group (p<0.05)

Table 5. Changes in texture of pettitoes added *Salicornia herbacea* L.

Items \ Groups	Pettitoes+SHL 0%	Pettitoes+SHL 2%	Pettitoes+SHL 4%	Pettitoes+SHL 6%
Hardness(N)	1.09±0.71[b]	1.33±0.80[b]	1.600±0.40[b]	2.370±0.71[a]
Cohesiveness(%)	0.16±0.02[a]	0.15±0.16[ab]	0.120±0.04[b]	0.170±0.05[a]
Springiness(%)	4.95±0.06[a]	4.33±1.05[b]	4.300±0.50[b]	4.860±0.54[ab]
Gumminess(kg)	0.19±1.25[bc]	0.20±0.23[b]	0.210±0.10[b]	0.400±0.19[a]
Chewiness(N)	2.01±0.50[a]	1.65±1.17[b]	1.880±0.47[ab]	2.030±1.04[ab]
Adhesiveness(kg)	–0.02±0.00[a]	–0.007±0.01[bc]	–0.011±0.00[b]	–0.002±0.01[c]

Pettitoes: Feet of the pig.
SHL : *Salicornia herbacea* L.
[a~c] Different superscripts within a line means significantly different among group (p<0.05).

한편, 분쇄한 가열 원료육의 혼합 비율을 달리한 편육의 경우(Kim *et al* 1999), 내장고기를 첨가한 편육의 탄력성이 가장 컸으며, 응집성과 씹힘성은 머리고기 첨가 편육이 높은 것으로 보고되었다. 또한 쑥 분말 첨가 수육(Jung *et al* 2004)에서는 쑥 첨가군에서 쑥 첨가량에 따라 경도와 검성은 증가하여 본 연구와 일치하는 경향을 보였으며, 탄력성과 응집성도 쑥 첨가량 증가에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 소족편 연구(Kwak *et al* 2002)에서는 닭을 첨가한 용봉족편이 경도가 가장 낮았고, 건대구를 첨가한 소족편은 소족편과 유사하였으며, 부착성은 모두 소족편보다 낮았다고 보고하였다.

3) 색도 측정

함초의 첨가량을 0%, 2%, 4%, 6%로 하여 제조한 족발의 명도 L값(lightness value), 적색도 a값(redness value), 황색도 b값(yellowiness value)을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 명도(lightness value)는 2%, 4%, 6% 함초 첨가량이 증가할수록 점점 밝아졌고, 적색도(redness value)와 황색도(yellowness value)는 차이가 없었다. ΔE 색차 범위는 0~0.5는 아주 미약(trace), 0.5~1.5는 약간(slight), 1.5~3.0 이상은 현저한(noticeable) 정도의 육안적인 차이에 해당한다. ΔE 색차 범위 또한 2%, 4%, 6%로 함초 첨가량이 증가될수록 현저히 증가하는 것으로 나타났다.

분쇄가열 원료육의 혼합 비율별 편육의 경우(Kim *et al* 1999), 내장 고기 첨가 편육의 적색도가 유의적으로 낮았다고 보고하였고, 쑥 분말 첨가 수육(Jung *et al* 2004)도 쑥 첨가군에서도 명도가 감소하는 것으로 나타났다. 닭고기를 첨가한 용봉족편의 경우 소족편에 비해 명도와 황색도는 높았고, 적색도는 낮았다(Kwak *et al* 2002).

4) 관능 평가

함초의 첨가량을 달리한 족발의 향(flavor), 색(color), 외관(apparence), 맛(taste), 단단함(hardness), 씹힘성(chewiness), 전반적인 기호도(overall)에 대한 관능적 품질 평가를 조리과 2학년 학생 20대에서 30대 사이의 50명이이 scoring test로 평가한 결과는 Table 7과 같다.

향미, 색, 맛, 전반적인 기호도에 대한 패널의 결과는 2%, 4%와 6% 함초 첨가군이 함초 무첨가군에 비해 유의적으로 높았으며(p<0.05), 특히 4% 첨가군에서 가장 좋은 것으로 평

Table 6. Color values of pettitoes added *Salicornia herbacea* L.

Items \ Groups	Pettitoes+SHL 0%	Pettitoes+SHL 2%	Pettitoes+SHL 4%	Pettitoes+SHL 6%
L	38.37±1.67[c]	40.37±1.30[b]	42.24±2.35[b]	51.15±3.30[a]
a	0.33±0.01[a]	0.34±0.05[a]	0.36±0.02[a]	0.35±0.03[a]
b	0.33±0.04[a]	0.33±0.01[a]	0.33±0.02[a]	0.33±0.01[a]
Δ*E*	0.00±0.00[c]	2.00±0.05[b]	3.87±1.81[b]	12.78±4.50[a]

Pettitoes : Feet of the pig.
SHL : *Salicornia herbacea* L.
L : Lightness, a : redness, b : yellowness, $\Delta E=\sqrt{(\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2}$, overall color difference.

Table 7. Sensory evaluation of pettitoes added *Salicornia herbacea* L.

Items \ Groups	Pettitoes+SHL 0%	Pettitoes+SHL 2%	Pettitoes+SHL 4%	Pettitoes+SHL 6%
Flavor	2.78±0.93[b]	3.34±0.92[a]	3.64±1.05[a]	3.56±1.05[a]
Color	2.94±0.89[c]	3.52±1.03[ab]	3.88±0.98[a]	3.36±1.10[b]
Appearance	3.16±0.93[a]	3.22±1.06[a]	3.54±1.01[a]	3.46±1.31[a]
Taste	3.00±1.05[b]	3.56±1.01[a]	3.63±1.15[a]	3.58±1.18[a]
Hardness	2.98±0.98[b]	3.38±1.14[ab]	3.48±1.01[a]	3.44±1.01[a]
Chewiness	3.16±1.04[b]	3.38±1.07[b]	3.88±1.02[a]	3.50±1.18[ab]
Overall	2.84±1.04[c]	3.40±1.07[ab]	3.82±1.16[a]	3.36±1.14[b]

Pettitoes : Feet of the pig.
SHL : *Salicornia herbacea* L.
[a~c] Different superscripts within a line means significantly different among group (p<0.05).

가되었으나, 외관에 대한 결과는 별 차이가 없었다. 경도와 씹힘성은 4%와 6% 함초 첨가군에서 유의적으로 높았다(p< 0.05). 따라서 함초 첨가군이 무첨가군에 비해 관능평가가 유의적으로 높은 것으로 평가되어, 족발의 관능적 품질이 함초에 의해 향상된 것으로 사료된다. 특히 4% 함초 첨가군에서 향, 색, 맛, 단단함, 씹힘성 및 전반적인 기호도가 높아 족발의 품질이 향상되는 경향을 보였다.

식염 함량 7%로 염지한 돈육의 경우(Hyun *et al* 2003), 짠맛과 풍미가 염지 초기에는 높은 온도에서, 후기에는 낮은 온도에서 좋았다고 보고하였다. 간장 소스에 침지한 돼지 뒷다리의 기호도 검사에서는 간장 소스 침지 돈육이 부드러움과 다즙성에서 높은 점수를 얻어 전반적인 바람직성을 보였다(Jin *et al* 2005). 닭고기를 첨가한 용봉소족편은 소족편에 비해 외관과 질감이 선호되었고, 종합적인 기호도도 소족편과 유사하여 맛과 향에 크게 영향을 준 것으로 보고하였다(Kwak *et al* 2002).

요약 및 결론

함초(Saltwort, *Salicornia herbacea* L.)는 갯벌과 염전 등에서 고농도의 염류 토양에서 자라는 내염성 식물로, 바다 물속에 포함되어 있는 각종 미네랄 성분과 칼슘, 철, 인 등이 다량 함유되어 있어서 암, 관상동맥질환, 비만, 당뇨병, 고혈압, 소화기관과 각종 질환 등에 효능이 있는 것으로 알려져 왔다. 따라서 함초의 다양한 활용을 위해 함초의 항산화성을 확인하고, 함초를 첨가한 족발을 제조하여 물성분석 및 관능평가를 통해 함초 족발의 품질 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

함초의 항산화 작용으로 DPPH 라디칼 소거능과 FRAP가를 측정한 결과, DPPH 라디칼 소거능은 함초 첨가량이 25, 50, 100 mg/mL로 증가함에 따라 12.8%, 21.6%, 39.1%로 유의적으로(p<0.05) 증가하여, 농도 의존적으로 라디칼 소거능이 향상되는 것으로 나타났다. 또한 함초 메탄올 추출물의 총 phenolic 함량은 함초 메탄올 추출물 100 mg/mL 농도에서 38.58±4.25 μM이었고, FRAP 값은 함초 100 mg/mL 농도에서 표준물질인 ascorbic acid 44.6 μM 농도와 같은 정도의 환원력을 갖는 것으로 측정되었다.

함초를 첨가한 족발 제조의 최적화를 위해 족발 100 g을 기준으로 함초 함량을 0%, 2%, 4%, 6% 첨가한 족발의 일반성분 분석, 조직감 측정과 관능 평가를 실시한 결과, 일반 성분은 함초 첨가량이 증가함에 따라 미네랄 성분이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 칼륨과 나트륨이 대조군보다 크게 증가하였고, 조단백질은 2% 첨가 시 가장 높은 값을 나타내었다. 함초의 증감에 따른 조직감 분석치에 있어서 경도(단단함)는 함초 첨가량에 따라 증가하여 6% 첨가군에서 가장 높았고, 응집성과 탄력성은 감소하는 성향을 보였다. 반면, 검성, 점착성과 씹힘성은 함초 첨가량에 따라 증가하여 6% 첨가군에서 가장 높았다. 색도 측정치로서 명도 값은 함초의 첨가량이 증가량이 증가할수록 점점 밝아졌고, 적색도와 황색도는 별 차이가 없었다. 또한 함초의 첨가에 따른 족발의 관능 평가는 4% 첨가군이 족발의 향과, 맛, 조직감 등을 개선시켜서 전반적인 기호도를 향상시키는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 호서대학교의 재원으로 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구임(2012-0449).

References

AOAC (2007) Official Methods of Analysis. 18th, Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC., USA.

Bae JY, Park LY, Lee SH (2008) Effect of *Salicornia herbacea* L. powder on the quality characteristics of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(9): 1196-1201.

Cho JY, Park SY, Shin MJ, Gao TC, Moon JH, Ham KS (2010) Isolation and identification of antioxidative compounds in fermented glasswort (*Salicornia herbacea* L.) juice. *Korean Soc Food Sci Nutr* 39(8): 1137-1141.

Cho YS, Kim SI, Han YS (2008) Effect of slander glasswort (*Salicornia herbacea* L.) extract on improvements in bowel function and constipation relief. *Korean J Food Sci Technol.* 40(3): 326-331.

Han SK (2004) Antioxidant effect of fermented *S. herbacae* L. liquid with EM (Effective Microorganism) on pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24(3): 298-302.

Han SK, Kim SM (2003) Antioxidative effect of *S. herbacea* L. grown in closed sea beach. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(2): 207-210.

Han SK, Kim SM, Pye BS (2003) Antioxidative effect of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) on lipid oxidation of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23(1): 46-49.

Hwang JY, Lee SK, Jo JR, Kim ME, Kim JI (2007) Hypolipidemic effect of *Salicornia herbacea* L. in animal model of type 2 diabetes mellitus. *Nutr Res Pract* 1(4): 371-375.

Hyun JS, Kang HG, Kim MS, Jung IC, Moon YH (2003) Effects of curing temperature and times on chemical properties and palatability of cured boiled pork loins. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23(1): 32-38.

Jin SK, Kim IS, Hur SJ, Park KH, Lyou HJ, Hah KH (2005) Effect of traditional seasoning on quality characteristics of low temperature aging pork. *J Ani Sci & Technol* 47(6): 1041-1050.

Jo YC, Ahn JH, Chon SM, Lee KS, Bae TJ, Kang DS (2002) Studies on pharmacological effects of glasswort (*Salicornia herbacae* L.). *Korean J Medicinal Crop Sci* 10(2): 93-99.

Jo YS (2008) The quality characteristics of slander glasswort yoghurt and its effect on the relief from constipation. *MS Thesis* Sook Myung University, Seoul. pp 1-84.

Jones SL, Carr R, McKeith FK (1987) Palatabiblity and storage characteristics of precooked pork roast. *J Food Sci* 52 (2): 270-281.

Jung BM, Park JA, Bae SJ (2008) Growth inhibitory and quinone reductase induction activities of *S. herbacea* L. fractions on human cancer cell lines *in vitro*. *J Korea Soc Food Nutr* 37(2): 148-154.

Jung IC, Moon YH, Kang SJ (2004) Effects of addition of mugwort powder on the physicochemical and sensory characteristics of boiled pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24(1): 15-22.

Jung SJ (2010) Quality characteristics of Gat Kimchi added with oyster shell powder and *S. herbacea* powder. *MS Thesis* Chonnam National University. pp 1-23.

Kaneto H, Nakatani Y, Kawamori D, Natsuoka TA, Natsuhisa M, Yamasaki Y (2005) Role of oxidative stress, endoplasmic reticulum stress, and C-Jun N-terminal kinase in pancreatic b-cell dysfunction and insulin resistance. *Int J Biochem Cell Biol* 37: 1595-1608.

Kim HS (2011) Development on acid using *S. herbacea* L. and effects on antioxidant. *MS Thesis* Sunchun University, pp 1-34.

Kim JH, Lee JM, Song JY, Oh SH, Kim YH (2010) A study on physicochemical properties of *S. herbacea* & *S. japonica.* pp 61-73. Analytic Pharmacological Part of KNIX.

Kim JH, Yoo YM, Cho SH, Park BY, Lee JM, Kim YK (1999) Effect of grinding and mixture ratios of by-products from pig characteristic of *pyunyuk* products. *Korean J Food Sci Ani Resour* 19(1): 81-87.

Kim MH, Hong GJ (2011) Qualities of soybean *Dasik* added with saltwort (*S. herbacea* L.) powder. *Korean J Food Culture* 26(5): 501-505.

Kim YA (2005) Isolation and characterization of secondary metabolites from the salt marsh plant *S. herbacea* L. *MS Thesis* of Korea Marine University, pp 55-70.

Kim YS, Park GS (2010) Quality characteristics of *gochujang* sauce with concentrated *Salicornia herbacea* L. extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(6): 939-946.

Kwak EJ, An HJ, Lee KH, Lee YS (2002) Sensory characteristics of *Jokpuns* with chicken and codfish. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18(6): 655-660.

Kwak EJ, Ann HJ, Lee KH, Lee YS (2003) Nutritional components of cow feet jokpyun and chicken and codfish. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(2): 307-310.

Lee HJ, Kim YA, An JU, Lee BJ, Mun SG, Seo YW (2004) Screening of peroxinytrile and DPPH radical scavenging activities from salt marsh plants. *Korean J Biotechnol Bioeng* 19(1): 57-61.

Lee JT, An BJ (2002) Detection of physical activity of *Salicor-*

nia herbacea. *Korean J Herbology* 17(2): 61-69.

Lee JY (2005) Effect of saltwort (*S. herbacea* L.) on the *Yulmu Mul-Kimchi* during fermentation. *MS Thesis* Dankuk University, Seoul. pp 1-20.

Lee YS, Hong GJ, Kim WM, Shin MK (2010) Quality characteristics of bread with added saltworm powder (*Salicornia herbacea* L). *J East Asian Soc Dietary Life* 20(5): 706-712.

Marquez G, Ordonez JA, Cambero MI, Cabeza MC (2012) Use of E-beam for shelf-life extension and sanitizing of marinate. *International J Microbiology* 96: 28-46.

McGee MR, Henry KL, Brooks JC, Rays FK, Morgan JB (2003) Injection of sodium chloride, sodium tripolyphosphate improve Warner-Brazler shear and sensory characteristics of pre-cooked inside round roasts. *Meat Science* 64(3): 273-277.

Mo JH, Kim KR (2011) The proximate and antioxdative effect of dried and fermented *Salicornia herbacea* L. *Journal of Investigative Cosmetology* 7(4): 425-431.

Park JA (2007) Studies on the biological effect of *Salicornia herbacea* L. *MS thesis* Silla University, pp 22-38.

Park JE, Lee JY, Jang MS (2011a) Quality characteristics of Yulmoo Mul-kimchi containing glasswort(*Salicornia herbacea* L). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(7): 1006-1016.

Park SY, Cho JY, Chung DO, Ham KS (2011b) Physicochemical characteristics and physiological activities of naturally fermented glasswort (*S. herbacea* L.) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(11): 1493-1500.

Rapisarda P, Tomaino A, Cascio RL, Bonica F, Pasquala AD, Saija A (1999) Antioxidant effectiveness as influenced by phenolic content for fresh orange juices. *J Agric Food Chem* 45: 4718-4723.

SAS (2005) SAS STAT User's Guide, Statistics, Cary NC.

Shin JS (2006) The perceived effect of pig feet on lactation in parous women. *MS Thesis* Chung-Ang University, Seoul. pp 1-10.

Son KO (2011) Quality characteristics of myungbean starch gel with *S. herbacea* L. *MS Thesis* Sejong University, Seoul. pp 1-87.

Song HS, Kim DP, Jung YH, Lee MK (2007) Antioxidant activities of red hamcho (*Salicornia herbacea* L.) against lipid peroxidation and the formation of radicals. *Korean J Food & Nutr* 20(2): 150-157.

Wallinga D (2009) Today's food system: How healthy is it? *J Hunger & Environmental Nutr* 4: 251-281.

Yamamoto K, Oguri S, Chiba S, Momonoki YS (2009) Molecular cloning of acetylcholinesterase gene from *S. europaea* L. *Plant Signal Behav* 4(5): 361-366.

Yoo SH, Park BS, Jeon KH, Yoo IJ (1994) Comparison of physicochemical characteristics among Hanwoo, Holstein and imported oxfeet jelly. *Korean J Food Sci Resour* 14 (2): 224-228.

접 수: 2014년 3월 24일
최종수정: 2014년 5월 22일
채 택: 2014년 6월 28일