

## 감초 추출물 첨가 불고기 및 불고기 소스의 관능 특성

정 효 선<sup>1)</sup> · 신 언 탁<sup>2)</sup> · 윤 혜 현<sup>1)</sup>  
경희대학교 조리·서비스경영학과<sup>1)</sup> · 한국의 집<sup>2)</sup>

### Sensory Characteristics of *Bulgogi* Sauce and *Bulgogi* added with Licorice Extract

Hyo Sun Jung<sup>1)</sup> · Eon-Tak Shin<sup>2)</sup> · Hye Hyun Yoon<sup>1)</sup>  
Dept. of Culinary and Food Service Management, Kyung Hee University<sup>1)</sup> · Koreahouse<sup>2)</sup>

#### Abstract

This study investigated the sensory characteristics of *Bulgogi* sauce and *Bulgogi* added with various amounts (0, 25, 50, 75, 100 %) of licorice extract used as sugar. The color values, °Brix, pH, attribute difference and acceptance of the samples were tested. As for the color of the *Bulgogi* sauce sweetened with various % of the licorice extract, a higher percentage of the licorice extract showed a higher L-value. In addition, the °Brix of the *Bulgogi* sauce significantly increased in conjunction with additional licorice extract, although the pH did not show any differences. Attribute difference analysis results revealed that the transparency of the *Bulgogi* sauce and gloss of the *Bulgogi* were highest in the sample containing 100% of licorice extract. The sweet odor, both for the *Bulgogi* sauce and *Bulgogi*, increased with higher amounts of licorice extract, as well as the scent of the herb. Furthermore, *Bulgogi* sauce with 50% licorice extract resulted in the highest score for umami taste. The aftertaste of both the *Bulgogi* sauce and *Bulgogi* appeared to be the highest with 75% of licorice extract. *Bulgogi* marinade prepared with 50% of licorice extract possessed the significantly highest score in the overall acceptance test.

**Key words:** *Bulgogi*, *Bulgogi* sauce, licorice extract, sensory characteristics

## I. 서 론

불고기는 한국을 대표하는 음식으로써, 세계 각국의 외국인들에게 널리 알려진 한국 음식 중 하나이다(Kim EM 등 2013). 불고기는 밀간을 통해 발전시킨 고유의 발효음식으로써 고기에 양념이 잘 배어들 수 있도록 소스를 사용하는 것이 필수적인데, 불고기가 김치와 함께 대표적인 한국음식으로 인정받는 것은 바로 각종 양념이 쇠고기와 어우러져 새로운 맛을 창출해내기 때문이다

(한국육가공협회 2002). 특히 불고기에 첨가되는 양념은 단맛을 주면서 고기를 부드럽게 하고, 육취를 제거하면서 소화 흡수를 도와주는 작용을 한다(Moon JH 등 1991). 또한, 최근에는 웰빙 추세에 부응할 수 있도록 기능성 식재료를 첨가한 불고기 양념 소스의 개발에 대한 필요성이 대두되고 있다(Lee SH 등 2010). 불고기 양념에 기본적인 요소로 포함되는 설탕은 간장, 소금, 양파와 함께 불고기에 첨가되어 풍미를 증진시키는데 필수불가결한 요소이지만(Cho JL 등 2011), 비만이

¶: 윤혜현, hhyun@khu.ac.kr, 서울특별시 동대문구 경희대로 26, 경희대학교 조리·서비스경영학과

나 고혈압, 성인병과 같은 대사성 질환을 유발하는 주된 식품이다(Kim HA · Lee KH 2012). 따라서 설탕을 대신하여 트레할로스(Jung HS 등 2014), 솔비톨과 자일리톨 등의 당알콜류(Choi YS 등 2013), 스테비오사이드(Bae HJ · Lee JY 2013; Bang SK 등 2013), 프락토올리고당(Kim MH 등 2010) 등이나 천연감미료인 스테비아잎(Choi SN 등 2013) 등을 식품에 첨가함으로써 단맛을 유지하고, 칼로리를 낮추는 기능성 가공 식품의 개발이 다양하게 이뤄지고 있다.

감초(Licorice, *Glycyrrhiza glabra*)는 콩과(Leguminosae)류에 속하는 다년생 초본으로, 단맛 성분인 glycyrrhizin을 6~14% 함유하고 있어서 감미로운 맛을 내기 때문에 예로부터 천연 감미료로 많이 사용되어 왔다(Chung WT 2002). 특히 감초는 일반적으로 설탕의 50배 정도 단맛이 있지만, 칼로리는 1 g 당 0.1 kcal로 거의 없으며, 항염 작용, 해독 작용, 항암 작용, 항당뇨 작용, 항혈전 작용, 항바이러스 작용 등 다양한 약리적인 특성이 있으므로 그 효용적 가치가 매우 높다고 하겠다(Koo HS 2005). 감초의 생리 활성 기능에 관한 연구로는 항균 효과(Kim HJ 등 2014), 항산화 효과(Woo KS 등 2006), 항염 효과(Bak JP 등 2011) 등이 있으며, 감초를 식품에 활용한 연구로는 김치(Lee SH 등 1998a; Lee SH 등 1998b, Ko YT · Lee SH 2006), 물김치(Oh YS 등 2008), 동치미(Jang MS · Moon SW 2005), 콩나물(Choi SD 등 2002), 탁주(Kim AR 등 2008), 돈육 소시지(Cho SH 등 2006), 식빵(Lee SY 등 2006), 고추장(Lim SI · Song SM 2010a), 된장(Lim SI · Song SM 2010b), 청국장(Hwang SH 등 2005) 등이 있다. 그러나 기 수행된 연구들은 대부분 기능성 물질을 함유한 감초를 이용하여 식품의 저장성 및 기능성을 향상시키는 방안을 모색하는데 한정되어 있으며, 감초의 단맛을 식품에 활용한 연구는 매우 미비하다.

따라서 불고기 양념에 첨가되는 다량의 설탕을 기능성 재료인 감초로 대체한다면, 우리나라 전통

의 불고기 맛을 살리면서 현대인에게 도움이 되는 저열량 불고기의 제조가 가능할 것으로 여겨진다. 현재까지 불고기와 관련되어 이뤄진 선행연구로는 오미자즙(Nam JS 등 2010), 당귀추출액과 매실(Lee SH 등 2010), 오디(Cho JL 등 2011), 울금(Park SW · Byun GI 2014) 등 기능성 재료를 첨가하여 불고기 소스를 제조한 연구가 이뤄져 왔으나, 감초를 활용한 불고기 연구는 미흡한 실정이다.

이를 위해 본 연구에서는 감초 추출물의 첨가량을 달리하여 불고기 소스를 제조하였으며, 불고기 소스의 관능적 특성을 분석하여 품질 특성을 고찰하고, 감초 추출물을 첨가한 소스로 제조한 불고기의 관능검사를 실시함으로써, 감초 추출물을 첨가한 불고기 소스의 표준 배합비를 제시하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

감초는 중국산으로 경동시장에서 구입하였다. 불고기 소스 재료로 간장(송품 진간장, 몽고장유, 한국), 황설탕(제일제당, 한국), 마늘(의성, 한국), 생강(홍성, 한국), 청주(백화수북, 한국), 참기름(제일제당, 한국), 후추(오뚜기, 한국) 등은 시중 마트에서 구입하여 사용하였다. 불고기용 쇠고기는 마장동 우시장에서 도축한 불고기용 한우 목심 3 kg을 구입한 다음 약 3 mm 두께로 썰어 600 g씩 분할한 후 냉동 보관하면서 시료로 사용하였다.

### 2. 시료 제조

감초 추출물은 Lee SY 등(2006)의 방법을 참고하여 은 증류수 1 L에 감초 100 g을 가한 후 80℃에서 6시간 동안 추출한 것을 3회 반복하여 얻은 추출액을 여과지(1001-110, Whatman, USA)로 여과한 후 회전식 증발농축기(rotary evaporator, N-1000V, Eyela, Japan)로 농축한 다음, 동결건조기

(freeze dryer, TFD, Ilshin, Korea)를 사용하여 동결건조한 후 사용하였다. 불고기 소스 시료의 제조는 Choi SK · Lee EJ(2007)의 표준 배합비를 참고하였으며, 물과 간장, 마늘, 생강, 황설탕, 청주, 참기름, 후추를 넣어 모든 재료가 잘 어우러지도록 충분히 혼합한 다음, 체에 내려 냉장 보관하면서 실험에 사용하였다. 불고기용 고기는 국내산 한우 목심을 사용하였다. 감초 추출물은 설탕의 50배의 단맛을 지니고 있으므로(Belitz HD · Grosch W 1999; Lee SR · Shin HS 2004), 예비 실험에서 감초 추출물을 50배 희석한 후 차이식별검사를 통해 설탕과 비교하여 감미도에 유의한 차이가 없음을 확인하였으며, 설탕의 양과 감초 추출물의 양을 비율별로 조절하여 <Table 1>과 같이 제조하였다. 관능검사를 위한 불고기 시료는 불고기 600 g에 소스 800 g을 넣고 5°C에서 10시간 동안 침지한 후 가스렌지(ST-10000A, 썬터치, Korea)에 주철 재질의 프라이팬(지름 25 cm)을 80±5 °C로 가열한 후 양념한 불고기를 넣고 앞면을 30초 간 구운 후 뒤집어 뒷면을 30초 동안 구운 다음 관능 시료로 사용하였다.

### 3. 실험방법

#### 1) 색도

감초 추출물의 첨가 비율을 달리하여 제조한 불고기 소스의 색도는 측색 색차계(color reader, JC 801, Color Techno System co. Ltd, Japan)를 사용하여 시료를 5회 반복하여 측정하였다. L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)의 평균값을 구하였으며, 이 때 사용된 표준백판의 L값은 98.764, a값은 -1.203, b값은 1.425이었다.

#### 2) pH와 당도

5가지 불고기 소스 시료의 pH는 상온에서 pH meter(Orion pH meter, Model 420A, USA)를 이용하여 5회 반복 측정하였다. 또한, 당도는 당도계(digital refractometer, PAL-3, Atago, Japan)를 이용하여 5회 반복 측정 후, 평균값과 표준편차를 구하여 °Brix로 표시하였다.

#### 3) 특성 차이 검사

감초 추출물의 첨가 비율을 달리하여 제조한 불고기 소스와 시료 소스들로 제조한 불고기에 대한 관능 평가는 관능검사의 기본 특성과 방법에 대해 충분히 훈련시킨 한식당 조리팀 직원 10명을 대상으로 실시하였다. 선발된 패널의 성별 구성은 남자 7명, 여자 3명이었고, 나이는 23세부

<Table 1> Formulas for *Bulgogi* sauce with addition of licorice extract

(g)

Samples	Control	LBS1	LBS2	LBS3	LBS4
Brown sugar	200	150	100	50	0
Licorice extract	0	1	2	3	4
Water	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Soy sauce	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Garlic	150	150	150	150	150
Ginger	20	20	20	20	20
Rice wine	100	100	100	100	100
Sesame oil	50	50	50	50	50
Black pepper	5	5	5	5	5

터 40세이었다. 불고기 소스 시료 5가지는 70 mL 투명컵에 50 mL씩 담아 각각의 시료에 흰색 플라스틱 스푼이 함께 제공되었다. 조리된 불고기는 모든 시료를 동일한 크기(25×25×4 mm)로 절단한 후 흰색 플라스틱 스푼과 함께 지름 12 cm인 흰색 플라스틱 접시에 놓고 수분 증발을 막기 위하여 평가 전까지 뚜껑을 덮어 두었다. 모든 시료는 난수표에서 추출한 임의의 세 자리 숫자를 기입한 라벨을 부착하였으며, 생수를 시료 평가 사이에 제공하여 반드시 입을 헹구도록 하였다.

불고기 소스 시료들의 특성 차이 검사를 위한 평가 항목은 예비 조사와 불고기와 관련된 선행 연구들(Cho JL 등 2011; Park SW · Byun GI 2014)을 참고하여 선정하였으며, 외관에 있어서는 갈색(browniness)과 투명도(transparency), 향미 평가 항목으로는 달콤한 냄새(sweet odor), 감초 냄새(licorice extract odor), 간장 냄새(soy sauce odor), 단맛(sweet taste), 짠맛(salt taste), 감초맛(licorice extract taste), 감칠맛(umami taste), 마지막으로 후미(after taste) 등 12항목을 측정하였다. 또한, 감초를 첨가한 불고기 소스로 양념한 불고기 시료의 평가 항목은 외관으로 갈색(browniness)과 윤기(gloss), 향미는 달콤한 냄새(sweet odor), 감초 냄새(licorice extract odor), 간장 냄새(soy sauce odor), 쇠고기 누린내(fatty odor), 단맛(sweet taste), 감초맛(licorice extract taste), 감칠맛(umami taste), 조직감으로는 부드러운 정도(softness)와 씹히는 정도(chewiness), 그리고 마지막으로 후미

(after taste)를 측정하였다. 모든 특성 차이 평가는 15 cm 선척도를 이용하였다.

#### 4) 기호도 검사

감초 추출물 첨가 비율을 달리하여 제조한 불고기 소스와 이를 이용하여 제조한 불고기의 기호도 검사는 50명의 일반인 패널을 대상으로 실시하였다. 각각의 시료에 대해 색(color), 냄새(odor), 맛(taste), 조직감(texture) 및 전반적인 기호도(overall acceptance) 등을 평가였으며, 평가방법은 15점 기호도 척도를 이용하여, 선호할수록 높은 점수를 주도록 하였다.

#### 4. 통계 처리

본 연구를 통해 얻어진 실험 자료는 SPSS 16.0을 사용하여 분석하였다. 시료간의 유의성 검정은 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였으며,  $p < 0.05$  수준에서 Duncan test를 통한 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 각 시료간 차이의 통계적 유의성을 검증하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 색도

감초 추출물을 첨가한 불고기 소스의 색도 측정 결과는 <Table 2>와 같다. 명도를 나타내는 L 값(lightness)은 LBS3가 3.28로 가장 높았고, 대조군이 0.53으로 가장 낮게 나타났으며, 감초 추출

<Table 2> Hunter's color values of *Bulgogi* sauce with various amount of licorice extract

Samples	Control	LBS1 <sup>1)</sup>	LBS2	LBS3	LBS4	F-value
L	0.53±0.53 <sup>c</sup>	1.03±0.11 <sup>c</sup>	2.02±0.44 <sup>b</sup>	3.28±0.64 <sup>a</sup>	3.10±0.79 <sup>a</sup>	13.43 <sup>***</sup>
a	6.62±2.24	9.33±1.28	6.44±1.32	7.32±1.67	8.14±1.68	2.51 <sup>NS</sup>
b	10.33±0.85	9.15±1.92	9.60±0.89	9.53±1.67	8.65±1.33	0.59 <sup>NS</sup>

Mean±S.D.; \*\*\* $p < 0.001$ ; <sup>NS</sup> Means not significant.

<sup>1)</sup>Refer <Table 1>.

<sup>a-c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

물의 첨가량이 증가함에 따라 L값이 증가하였는데, 각 시료 간에 유의적인( $p<0.001$ ) 차이를 보였다. 이는 감초의 추출물이 증가하면서 황설탕의 양이 줄어들고, 이로 인해 소스의 색이 밝아져 명도가 높아진 것으로 보인다. 적색도를 나타내는 a값(redness)은 LBS1이 9.33로 가장 높았고, LBS2가 6.44로 가장 낮은 값을 보였으며, 황색도를 나타내는 b값(yellowness)은 대조군이 10.33으로 가장 높았고, LBS4가 8.65로 가장 낮게 나타났다. 그러나 a값과 b값은 감초 추출물 첨가량에 따라 각 시료 간 유의적인 차이는 없었다.

## 2. pH와 당도

감초 추출물을 첨가한 불고기 소스의 pH와 당도 측정 결과는 <Table 3>과 같다. pH의 경우, LBS1이 5.10로 가장 높은 pH를 나타냈으며, 감초 추출물을 전혀 첨가하지 않은 대조군이 5.05로 가장 낮은 값을 보였으나 각 시료 간 유의적인 차이는 없었다. 이는 Kim AR 등(2008)이 감초를 첨가한 탁주가 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 pH가 높게 나타났다고 하였으며, Oh YS 등(2008)도 감초를 첨가한 물김치가 대조군보다 높은 pH를 보였다고 한 것과 일부 일치하는 결과였다. 당도는 대조군의 경우 12.38 °Brix로 가장 낮았고, 감초 추출물 첨가 비율이 증가할수록 높아졌는데, LBS4가 18.26 °Brix로 가장 높아 각 시료 간 유의적인 차이( $p<0.001$ )를 보였다. 이러한 결과는 Hwang SH 등(2004)의 연구에서도 감초 추출물의 첨가 농도가 증가함에 따라 청국장함량의 환원당 함량이 증가하는 경향을 보인다고 한 것과 일치하였

으며, 동치미 제조 시 감초 첨가에 의해 환원당 함량이 증가하였다는 결과(Jang MS · Moon SW 1995)와도 일치하였다.

## 3. 특성 차이 검사

### 1) 불고기 소스

감초 추출물을 첨가한 불고기 소스에 대한 특성 차이 검사 결과는 <Table 4>와 같다. 먼저 외관 특성에서 불고기 소스의 갈색(browniness)은 대조군(감초 추출물 무첨가군)이 8.68로 가장 높았고, LBS4(감초추출물 4 g, 황설탕 200 g 대체)가 7.14로 가장 낮은 것으로 나타나, 각 시료 간 유의적인 차이( $p<0.01$ )를 보였다. 이는 본 연구의 색도 측정 결과에서 황설탕의 투입량이 감소하고, 감초 추출물이 증가할수록 L값이 증가하면서 소스의 색이 밝아지는 것과 일치하는 결과였다. 투명도(transparency)는 LBS4가 10.45로 가장 강하였고, 대조군이 가장 약하게 평가되면서 각 시료 간 유의적인( $p<0.001$ ) 차이가 나타났는데, 감초추출물 첨가량이 증가할수록 투명도도 강하게 평가되었다. 향미 특성으로 달콤한 냄새(sweet odor)는 LBS4가 9.60으로 가장 달게 평가되었으며, 감초 추출물 첨가량이 증가함에 따라 달콤한 냄새도 강하게 평가된 것으로 나타났다. 또한, 감초 냄새(licorice extract odor)는 LBS4가 10.97로 가장 강하게 평가되었고, 대조군이 가장 낮게 평가되면서 각 시료 간 유의적인( $p<0.001$ ) 차이를 보였다. 간장 냄새(soy sauce odor)는 대조군이 9.30으로 가장 높았고, LBS4가 7.67로 가장 낮았으며, 감초

<Table 3> pH values and sugar contents of *Bulgogi* sauce with various amount of licorice extract

Samples	Control	LBS1 <sup>1)</sup>	LBS2	LBS3	LBS4	F-value
pH	5.05±0.50	5.10±0.07	5.09±0.01	5.09±0.02	5.08±0.01	1.003 <sup>NS</sup>
°Brix	12.38±0.48 <sup>c</sup>	14.50±0.36 <sup>d</sup>	15.38±0.14 <sup>c</sup>	16.26±0.11 <sup>b</sup>	18.26±0.39 <sup>a</sup>	206.59 <sup>***</sup>

Mean±S.D.; \*\*\* $p<0.001$ , <sup>NS</sup> Means not significant.

<sup>1)</sup> Refer <Table 1>.

<sup>a-c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

〈Table 4〉 Attribute differences of *Bulgogi* sauce with various amount of licorice extract

	Samples	Control <sup>1)</sup>	LBS1	LBS2	LBS3	LBS4	F-value
Appearance	Brownness	8.68±1.56 <sup>a</sup>	8.65±1.71 <sup>a</sup>	8.12±2.89 <sup>ab</sup>	7.78±2.90 <sup>b</sup>	7.14±2.20 <sup>b</sup>	4.956 <sup>**</sup>
	Transparency	8.13±2.32 <sup>c</sup>	8.27±2.16 <sup>c</sup>	8.32±2.24 <sup>c</sup>	9.12±2.43 <sup>b</sup>	10.45±2.12 <sup>a</sup>	5.494 <sup>***</sup>
Flavor	Sweet odor	7.26±1.77 <sup>c</sup>	7.26±1.54 <sup>c</sup>	8.36±2.00 <sup>b</sup>	8.50±2.48 <sup>b</sup>	9.60±1.29 <sup>a</sup>	8.252 <sup>***</sup>
	Licorice extract odor	6.76±1.52 <sup>c</sup>	7.39±1.75 <sup>c</sup>	8.74±2.60 <sup>b</sup>	8.79±2.24 <sup>b</sup>	10.97±1.40 <sup>a</sup>	20.496 <sup>***</sup>
	Soy sauce odor	9.30±1.72 <sup>a</sup>	8.68±2.09 <sup>ab</sup>	8.21±2.14 <sup>ab</sup>	8.10±2.60 <sup>b</sup>	7.67±1.91 <sup>b</sup>	2.572 <sup>*</sup>
	Sweet taste	7.37±1.76 <sup>b</sup>	8.66±1.70 <sup>a</sup>	9.47±2.16 <sup>a</sup>	8.77±2.85 <sup>a</sup>	9.11±1.96 <sup>a</sup>	4.201 <sup>**</sup>
	Salt taste	8.66±2.73	8.53±2.17	7.96±2.39	8.47±1.81	7.64±2.10	1.066 <sup>NS</sup>
Other	Licorice extract taste	5.10±1.54 <sup>d</sup>	7.05±1.64 <sup>c</sup>	9.07±3.12 <sup>b</sup>	9.48±2.13 <sup>b</sup>	11.17±1.82 <sup>a</sup>	36.214 <sup>***</sup>
	Umami taste	7.59±1.48 <sup>b</sup>	7.79±1.96 <sup>ab</sup>	8.93±2.28 <sup>a</sup>	8.80±2.05 <sup>a</sup>	8.62±1.97 <sup>ab</sup>	2.513 <sup>*</sup>
	After taste	7.13±1.57 <sup>b</sup>	8.03±1.79 <sup>b</sup>	9.60±2.78 <sup>a</sup>	10.33±1.96 <sup>a</sup>	9.97±1.55 <sup>a</sup>	14.260 <sup>***</sup>

Mean±S.D.; \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$ ; <sup>NS</sup> Means not significant.

<sup>1)</sup> Refer 〈Table 1〉.

<sup>a~c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

추출물 첨가량이 증가할수록 간장 냄새는 유의적으로( $p<0.001$ ) 약하게 평가되었다. 단맛(sweet taste)은 LBS2가 9.47로 가장 강하게 평가되었고, 대조군이 가장 약하게 평가되었으며, 감초 첨가군이 무첨가군(대조군)과 비교하여 단맛이 유의적으로 강하였다( $p<0.01$ ). 이는 본 연구의 당도 측정 결과에서 대조군의 당도가 가장 낮고, 감초추출물의 첨가군의 당도가 상대적으로 높은 것과 일부 일치하는 결과였다. 또한, 짠맛(salt taste)은 대조군이 가장 강하게 평가되었으나, 각 시료 간 유의적인 차이는 없었다. 감초맛(licorice extract taste)은 LBS4가 11.17로 가장 강하게 평가되었고, 대조군이 5.10으로 가장 약하게 평가되었으며, 감초 추출물 첨가량이 증가함에 따라 소스의 감초맛도 강하게 평가되었다( $p<0.001$ ). 감칠맛(umami taste)은 LBS2가 8.93으로 가장 강하게 평가되었고, 대조군이 가장 약하게 평가되었는데, 대조군에 비해 감초 추출물 첨가군에서 유의적으로( $p<0.05$ ) 감칠맛이 강하게 평가되었다. 기타 특성으로 후미(after taste)는 LBS3이 10.33으로 가장 강하였으며, 대조군이 7.59로 가장 낮은 것으로 나타나, 감

초 추출물 첨가군의 후미가 대조군보다 유의적으로( $p<0.001$ ) 강하게 평가되었다.

## 2) 불고기

감초 추출물 첨가 비율을 달리하여 제조한 소스로 양념한 불고기의 특성 차이 검사 결과는 〈Table 5〉와 같다. 외관 특성으로 갈색(brownness)은 LBS1이 9.31로 가장 강하게 평가되었고, LBS4가 5.70으로 가장 약했는데, 감초 추출물 첨가량이 증가함에 따라 색이 연해진다고 평가하였으며, 각 시료 간 유의적인( $p<0.001$ ) 차이를 보였다. 윤기(gloss)는 LBS4가 9.38로 가장 높았고, LBS3, LBS2, LBS1, 대조군 등의 순으로 낮아지면서, 감초 첨가 비율이 증가함에 따라 윤기도 강하게 평가된 것으로 나타나, 각 시료 간 유의적인( $p<0.01$ ) 차이를 보이는 것으로 조사되었다. 향미 특성으로 달콤한 냄새(sweet odor)는 LBS4가 9.17로 가장 강하게 평가되었고, LBS1이 6.99로 가장 약하게 평가되었는데, 감초 추출물 첨가 비율이 증가함에 따라 달콤한 냄새도 유의적으로( $p<0.001$ ) 강하게 평가되었다. 감초 냄새(licorice ex-

〈Table 5〉 Attribute differences of *Bulgogi* prepared with *Bulgogi* sauce containing various amount of licorice extract

	Samples	Control <sup>1)</sup>	LBS1	LBS2	LBS3	LBS4	F-value
Appearance	Brownness	9.02±1.69 <sup>a</sup>	9.31±1.29 <sup>a</sup>	8.12±1.38 <sup>b</sup>	7.76±1.99 <sup>b</sup>	5.70±2.27 <sup>c</sup>	20.439 <sup>***</sup>
	Gloss	7.37±3.19 <sup>b</sup>	7.87±1.59 <sup>b</sup>	8.29±2.00 <sup>a</sup>	9.01±2.14 <sup>a</sup>	9.38±2.68 <sup>a</sup>	3.524 <sup>**</sup>
Flavor	Sweet odor	7.33±1.59 <sup>b</sup>	6.99±1.86 <sup>b</sup>	8.53±2.32 <sup>a</sup>	8.91±2.54 <sup>a</sup>	9.17±2.10 <sup>a</sup>	6.350 <sup>***</sup>
	Licorice extract odor	6.80±1.32 <sup>c</sup>	6.83±2.01 <sup>c</sup>	8.45±2.74 <sup>b</sup>	8.69±2.24 <sup>b</sup>	9.94±3.01 <sup>a</sup>	9.766 <sup>***</sup>
	Soy sauce odor	9.04±1.90 <sup>a</sup>	8.31±2.08 <sup>ab</sup>	8.42±2.35 <sup>ab</sup>	7.92±2.28 <sup>b</sup>	6.37±1.96 <sup>c</sup>	6.683 <sup>***</sup>
	Fatty odor	8.81±3.41	8.26±2.54	7.91±2.30	7.15±1.83	7.82±2.28	1.753 <sup>NS</sup>
	Sweet taste	7.52±1.32 <sup>b</sup>	7.57±1.76 <sup>b</sup>	8.44±2.79 <sup>ab</sup>	8.86±2.98 <sup>a</sup>	9.11±2.56 <sup>a</sup>	2.843 <sup>*</sup>
	Licorice extract taste	5.50±1.77 <sup>c</sup>	6.10±1.60 <sup>c</sup>	8.72±2.76 <sup>b</sup>	9.16±2.94 <sup>ab</sup>	10.08±2.87 <sup>a</sup>	19.801 <sup>***</sup>
	Umami taste	7.54±1.55	7.76±2.64	8.35±2.25	8.81±2.19	7.97±2.13	1.591 <sup>NS</sup>
Texture	Softness	6.43±2.97	7.77±2.11	7.75±1.94	7.64±2.56	7.44±2.82	1.486 <sup>NS</sup>
	Chewiness	8.49±2.09	8.31±2.22	8.11±2.01	7.83±2.51	7.78±2.13	0.573 <sup>NS</sup>
Other	After taste	7.37±2.36 <sup>c</sup>	8.73±1.85 <sup>ab</sup>	9.12±2.22 <sup>ab</sup>	9.41±2.75 <sup>a</sup>	7.86±2.83 <sup>bc</sup>	3.662 <sup>**</sup>

Mean±S.D.; \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$  \*\*\* $p<0.001$ , <sup>NS</sup> Means not significant.

<sup>1)</sup> Refer 〈Table 1〉.

<sup>a-c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

tract odor)는 LBS4가 9.94로 가장 강하였으며, 대조군이 6.80으로 가장 약한 평가를 보이면서 감초 추출물 첨가 비율이 증가할수록 감초 냄새도 강하게 평가되는 결과를 보였다( $p<0.001$ ). 간장 냄새(soy sauce odor)도 각 시료 간 유의적인( $p<0.001$ ) 차이를 보였는데, 대조군이 9.04로 가장 강했고, LBS4가 6.45로 가장 약하게 평가되어 불고기 소스 결과와 마찬가지로 감초 추출물의 첨가량이 증가할수록 시료의 간장 냄새는 약하게 평가되는 것으로 나타났다. 누린내(fatty odor)는 대조군이 8.81로 가장 강하게 평가되었고, LBS3이 7.15로 가장 약하게 평가되었지만, 각 시료 간 유의적인 차이는 발견되지 않았으며, 단맛(sweet taste)은 LBS4가 9.11로 가장 강하였고, 대조군이 7.52로 가장 약해서 감초 추출물의 첨가 비율이 증가할수록 단맛도 유의적으로( $p<0.05$ ) 강해지는 것으로 조사되었다. 감초맛(licorice extract taste)은 LBS4가 10.08로 가장 강하게 평가되었고, 대

조군이 5.50으로 가장 약하게 평가되어 감초 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 불고기의 감초맛이 유의적( $p<0.001$ )으로 강하게 평가되었다. 감칠맛(umami taste)은 LBS3이 8.81로 가장 강하게 평가되었고, 반면 대조군이 7.54로 가장 약하게 평가되었으나, 유의적인 차이는 발견되지 않았다. 조직감 특성으로 불고기의 부드러운 정도(softness)는 LBS1이 7.76으로 가장 강하였고, 대조군이 6.43으로 가장 약했으나, 불고기의 부드러운 정도는 유의적인 차이가 발견되지 않았으며, 따라서 감초 추출물이 고기의 연육에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이는 당귀와 매실절임액을 첨가하여 제조한 불고기의 조직감도 대조군이 가장 낮았다는 Lee SH 등(2010)의 연구와 유사하였다. 또한, 씹히는 정도(chewiness)는 대조군이 8.49로 가장 강하게 평가되었고, LBS4가 가장 약하였지만, 각 시료 간 유의적인 차이는 없었다. 기타 특성으로 후미(after taste)는 LBS3이 9.41로 가장

강하였으며, LBS2, LBS1, LBS4, 대조군 등의 순으로 약하게 평가되어, 감초 추출물 첨가군이 무첨가군과 비교하여 후미가 유의적으로 강하게 평가되었다( $p<0.01$ ).

#### 4. 기호도 분석

##### 1) 불고기 소스

감초 추출물 첨가 비율을 달리하여 제조한 불고기 소스의 기호도 분석 결과는 <Table 6>과 같다. 불고기 소스의 색(color)은 LBS3이 9.49로 가장 높았고, 대조군과 LBS1이 낮은 값을 보이면서 유의적인( $p<0.01$ ) 차이를 보였다. 불고기 소스의 냄새(odor)는 LBS3가 9.40으로 가장 높았으며, 대조군이 7.18로 가장 낮은 값을 보이면서, 감초 추출물 첨가량이 증가할수록 냄새에 대한 기호도가

우수한 것으로 나타나 유의적인( $p<0.001$ ) 차이를 보였다. 불고기 소스의 맛(taste)에 대한 기호도는 LBS3이 9.38로 가장 높았으며, LBS4가 5.51로 가장 낮은 값을 보이면서 각 시료 간 유의적인( $p<0.001$ ) 차이를 보였다. 불고기 소스에 대한 전체적인 기호도(overall acceptance)는 LBS2가 8.62, LBS3이 9.84로 우수한 기호도를 보였고, LBS4의 기호도가 6.53으로 가장 낮은 것으로 나타나, 각 시료 간 유의적인( $p<0.001$ ) 차이를 보이는 것으로 조사되었다.

##### 2) 불고기

감초 추출물 첨가 비율을 달리하여 제조한 소스로 양념한 불고기의 기호도 분석 결과는 <Table 7>과 같다. 불고기의 색(color)에 대한 기호도는 LBS3이 9.33으로 가장 높았고, LBS1이 7.37로 가

<Table 6> Acceptance of *Bulgogi* sauce with various amount of licorice extract

Samples	Control	LBS1 <sup>1)</sup>	LBS2	LBS3	LBS4	F-value
Color	8.07±2.23 <sup>b</sup>	7.74±1.93 <sup>b</sup>	8.18±2.41 <sup>b</sup>	9.49±2.12 <sup>a</sup>	8.65±2.39 <sup>ab</sup>	2.71 <sup>**</sup>
Odor	7.18±1.71 <sup>b</sup>	7.33±2.16 <sup>b</sup>	8.47±2.15 <sup>a</sup>	9.40±2.28 <sup>a</sup>	8.84±2.47 <sup>a</sup>	5.88 <sup>***</sup>
Taste	7.92±1.61 <sup>b</sup>	8.72±1.78 <sup>ab</sup>	9.06±2.72 <sup>a</sup>	9.38±2.21 <sup>a</sup>	5.51±1.74 <sup>c</sup>	17.172 <sup>***</sup>
Overall acceptance	8.19±2.06 <sup>b</sup>	7.93±2.13 <sup>b</sup>	8.62±2.43 <sup>ab</sup>	9.84±2.51 <sup>a</sup>	6.53±2.89 <sup>c</sup>	7.48 <sup>***</sup>

Mean±S.D.; <sup>\*\*</sup> $p<0.01$ , <sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ .

<sup>1)</sup> Refer <Table 1>.

<sup>a-c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

<Table 7> Acceptance of *Bulgogi* prepared with *Bulgogi* sauce containing various amount of licorice extract

Samples	Control	LBS1 <sup>1)</sup>	LBS2	LBS3	LBS4	F-value
Color	9.10±2.58 <sup>a</sup>	7.37±2.11 <sup>b</sup>	8.73±1.64 <sup>a</sup>	9.33±2.17 <sup>a</sup>	8.38±2.22 <sup>ab</sup>	3.76 <sup>**</sup>
Odor	7.57±2.03 <sup>c</sup>	7.97±2.18 <sup>bc</sup>	9.31±2.05 <sup>a</sup>	8.88±2.55 <sup>ab</sup>	7.68±2.53 <sup>bc</sup>	3.44 <sup>**</sup>
Taste	8.37±1.84	8.16±2.18	8.61±2.35	8.23±2.47	7.08±2.28	2.07 <sup>NS</sup>
Texture	8.35±1.84	8.08±2.13	7.84±1.93	6.80±2.11	8.08±2.80	2.27 <sup>NS</sup>
Overall acceptance	7.79±1.92 <sup>bc</sup>	6.97±2.26 <sup>c</sup>	9.58±2.06 <sup>a</sup>	8.92±2.88 <sup>ab</sup>	6.65±2.50 <sup>c</sup>	8.49 <sup>***</sup>

Mean±S.D.; <sup>\*</sup> $p<0.05$ , <sup>\*\*</sup> $p<0.01$ , <sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ , <sup>NS</sup> Means not significant.

<sup>1)</sup> Refer <Table 1>.

<sup>a-c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.



장 낮은 것으로 나타나 각 시료 간 유의적인( $p < 0.01$ ) 차이를 보였으며, 이러한 결과는 불고기 소스의 기호도 분석 결과와 일치하였다. 불고기의 냄새(odor)는 LBS2가 9.31로 가장 높은 값을 보였으며, 대조군이 가장 낮았는데, 감초 추출물 첨가군이 무첨가군과 비교하여 유의적으로( $p < 0.01$ ) 높은 값을 보였다. 불고기의 맛(taste)에 대한 기호도는 LBS2가 가장 높았고, 조직감(texture)은 대조군을 가장 선호하였지만, 각 시료 간 유의적인 차이는 없었다. 불고기의 전체적인 기호도(overall acceptance)는 LBS2가 9.58, LBS3이 8.92로 가장 우수한 선호도를 보였고, LBS4가 6.65로 가장 낮은 것으로 나타나 유의적인( $p < 0.001$ ) 차이가 있었으며, 이러한 결과는 불고기 소스의 기호도 분석 결과와 일치하였으며, 더불어 특성차이검사 결과에서도 LBS2와 LBS3의 감칠맛이 가장 강하게 평가된 것과 일부 유사한 결과라고 하겠다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 감초 추출물을 설탕 무게의 0%, 25%, 50%, 75%, 100%로 대체하여 불고기 소스를 제조한 후, 색도, pH, 당도와 관능 검사를 실시하였으며, 감초 추출물을 첨가한 소스로 양념한 불고기의 관능검사를 실시하였다. 실험 결과는 다음과 같다.

감초 추출물 첨가 비율을 달리하여 제조한 불고기 소스의 색도 측정 결과, 감초 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 L값은 유의적으로 증가하였지만, a값과 b값은 각 시료 간 유의적인 차이가 없었다. pH의 경우, 감초 추출물 첨가량이 증가하여도 변화되지 않았으며, 당도는 감초 추출물 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 감초 추출물 첨가 비율을 달리하여 제조한 불고기 소스와 이를 첨가하여 양념한 불고기의 특성 차이 검사 결과, 불고기 소스와 불고기의 갈색은 감초 추출물 첨가 비율이 증가함에 따라 약하게 평가되는 것으로 조사되었다. 또한, 불고기 소스의 투명

도와 불고기의 윤기는 감초 추출물을 설탕 대비 100% 첨가한 LBS4에서 가장 강하게 평가되었다. 불고기 소스와 불고기의 달콤한 냄새와 감초 냄새는 감초 추출물 첨가 비율이 증가함에 따라 강하게 평가되었으며, 반면 간장 냄새는 불고기 소스와 불고기 모두 감초 추출물의 첨가량이 증가할수록 약하게 평가되는 것으로 조사되었다. 그러나 불고기의 누린내는 감초 추출물 첨가 비율에 따라 유의적인 변화가 발견되지 않았으며, 불고기 소스와 불고기의 단맛과 감초맛은 감초 추출물 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 강하게 평가되는 경향을 보였다. 또한, 불고기 소스의 짠맛은 감초 추출물 첨가 비율이 증가할수록 약하게 평가되었으며, 불고기의 감칠맛의 경우 감초 추출물 75% 첨가군인 LBS3이 가장 강하게 평가되었지만, 각 시료 간 유의적인 차이는 없었다. 후미는 불고기 소스와 불고기 모두 감초 추출물 75% 첨가군인 LBS3가 가장 강하게 나타났으며, 감초 추출물 첨가 비율이 증가할수록 후미도 강해지는 결과를 보였다. 기호도 분석 결과, 전체적인 기호도에서 감초 추출물을 첨가한 불고기 소스에서는 감초 추출물 75% 첨가군(LBS3)이 가장 높은 값을 보였으며, 불고기에서는 감초 추출물 50% 첨가군(LBS2)이 색을 제외한 냄새, 맛, 조직감, 전체적인 기호도에서 다른 시료들과 비교하여 유의적으로 높은 기호도 결과를 보였다. 이상의 결과를 종합해볼 때 감초 추출물의 첨가로 인해 설탕의 함량을 줄이면서도 단맛을 증진시키는 효과도 있음이 검증되었으며, 전체적인 기호도 역시 증진된다는 점이 확인되었다.

#### 한글 초록

본 연구에서는 감초 추출물의 첨가량을 달리하여 불고기 소스를 제조하였으며, 불고기 소스의 물리적 특성과 관능검사를 통해 품질 특성을 고찰하고, 감초 추출물을 첨가한 소스로 제조한 불고기의 관능검사를 통해 불고기 소스의 최적 제

조 조건을 제시하고자 하였다. 감초 추출물을 설탕 무게의 0%, 25%, 50%, 75%, 100%로 대체하여 불고기 소스를 제조한 후, 색도, pH, 당도 등의 특성과 관능검사를 실시하였으며, 감초 추출물을 첨가한 소스로 양념한 불고기의 관능검사를 실시하였다. 불고기 소스의 색도(L값)와 당도는 감초 추출물의 첨가 비율이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 특성 차이 검사 결과, 투명도와 윤기는 불고기와 불고기 소스 모두 LBS4에서 가장 강하게 평가되었으며, 단맛은 감초 추출물의 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 강하게 평가되었다. 불고기 소스와 불고기의 후미는 LBS3에서 가장 강하게 평가되었고, 불고기에 대한 냄새, 맛, 조식감, 전체적인 기호도에서 LBS2가 다른 시료들과 비교하여 유의적으로 좋은 선호도를 나타냈다.

## 참고문헌

- 한국육가공협회 (2002). 불고기의 유래에 대해 알아보기. *J Meat* 26:115-117.
- Bae HJ, Lee JY (2013). Quality characteristics of *Kimchi* added with stevioside-containing sweetener. *J Korean Soc Food Cult* 28(1):99-106.
- Bak JP, Son JH, Kim YM, Lee EY, Lee KH, Kim EH (2011). Suppression of inflammatory macrophase response by *Glycyrrhiza uralensis* herbal acupuncture extract. *Korean J Acupuncture* 28(4):49-58.
- Bang SK, Son EJ, Kim HJ, Park SM (2013). Quality characteristics and glycemic index of oatmeal cookies made with artificial sweeteners. *J Korean Soc Food Nutr* 42(6):877-884.
- Belitz HD, Grosch W (1998). *Food Chemistry*. Springer: Berlin. p. 412.
- Cho JL, Lee SC, Kim JM (2011). Quality characteristics of *Bulgogi* marinade prepared with mulberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(11):1589-1596.
- Cho SH, Jung SA, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Park JG, Park SM, Ahn DH (2006). Effect of improvement of storage properties and reducing of sodium nitrate by *Glycyrrhiza uralensis* and *Curcuma longa* in pork sausage. *Korean J Food Sci Technol* 35:997-1004.
- Choi SD, Kim YH, Nam SH, Shon MY (2002). Quality characteristics of soybean sprout cultivated with extract of Korean. *Glycyrrhiza glabra*. *Korean J Food Preservation* 9(2):174-178.
- Choi SK, Lee EJ (2007) Secret of Sauce. Hyung-Seol Publish. Seoul. p. 25.
- Choi SN, Kim HJ, Joo MK, Chung NY (2013). Quality characteristics of castella prepared by substituting sugar with *Stevia* leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 29(2):153-160.
- Choi YS, Kim HW, Hwang KE, Kim CJ, Lee HM, Kim OK, Choi KS, Chung HJ (2013). Effects of replacing sugar with xylitol and sorbitol on the textural properties and sensory characteristics of *injeolmi*. *Korean J Food Cookery Sci* 29(6):825-831.
- Chung WT (2002). The screening of biological activities and the utilization of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. Master Thesis, Kangwon National University.
- Hwang SH, Chung HS, Kim SD, Youn KS (2005). Effect of *Glycyrrhiza uralensis* extract addition on the quality of *Cheonggukjang*. *J East Asian Soc Dietary Life* 14(6):571-575.
- Jang MS, Moon SW (1995). Effect of licorice root(*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) on *Dongchimi* fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 24(5):744-751.
- Jung HS, Lee JS, Yoon HH (2014). Quality characteristics of *Yanggeng* sweetened with trehalose and textural changes during storage. *The*

- Korean J Culinary Research* 20(3):113-124.
- Kim AR, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH (2008). Effect of *Glycyrrhiza uralensis* on shelf-life and quality of *Takju*. *Korean J Food SciTech*. 40(2):194-200.
- Kim EM, Seo SH, Kwak CK, Lee EJ, Wei SH (2013). Establishment of the standard recipe according to preference of Korean, residents foreigner in Korea and American. *Korean J Food Cookery Sci* 29(5):463-468.
- Kim HA, Lee KH (2012). Quality characteristics of *Yanggeng* made with various sweetener. *J East Asian Soc Dietary Life* 22(6):818-825.
- Kim HJ, Jang HN, Bae JY, Ha JH, Park SN (2014). Antimicrobial activity, quantification and bactericidal activities of licorice active ingredients. *Korean J Micro Bio* 42(4):386-392.
- Kim MH, Kim SM, Kim MR (2010). Quality characteristics and antioxidant activities of black garlic jam prepared with fructooligosaccharide. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(6):916-922.
- Ko YT, Lee SH (2006). Quality characteristics of *Kimchi* with added purified licorice(*Glycyrrhiza uralensis*) extract. *Korean J Food Cookery Sci* 23(5):609-616.
- Koo HS (2005) Theoretical review on biopharmacological efficacy of *Glycyrrhizae Radix*. Master Thesis, Donggeui University.
- Lee SH, Cho OK, Choi WJ, Kim SD (1998a). The effect of mixed medicinal herb extracts with antimicrobial activity on the shelf-life of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Tech* 30(6):1404-1408.
- Lee SH, Cho OK, Park NY (1998b). The mixed effect of *Salvia miltiorrhiza* and *Glycyrrhiza uralensis* on the shelf-life of *Kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 27(5):858-863.
- Lee SH, Park MR, Lee SH, Kim HR, Choi SK, Choi SH (2010). Quality characteristics of *Bulgogi* seasoning sauce prepared with *Angelica gigas* Nakai extract and salted liquid of *Prunus mume*. *The Korean J Culinary Research* 16(5):247-263.
- Lee SR, Shin HS (2004). Food Chemistry. Shin-Kwang Publish. Seoul. p. 346.
- Lee SY, Choi JS, Choi MO, Cho SH, Kim KBWR, Lee WH, Park SM, Ahn DH (2006). Effect of extract from *Glycyrrhiza uralensis* and *Curcuma longa* on shelf-life and quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(7):912-918.
- Lim SI, Song SM (2010a). Changes in characteristics of low-salted *Kochujang* with licorice (*Glycyrrhiza glabra*), mustard (*Brassica juncea*), and chitosan during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(4):560-566.
- Lim SI, Song SM (2010b). Fermentation properties of low-salted *Doenjang* supplemented with licorice, mustard, and chitosan. *Korean J Food Sci Tech* 42(3):323-328.
- Moon JH, Ryu HS, Lee KH (1991). Effect of garlic on the digestion of beef protein during storage. *J Korean Soc Food Nutr* 20(5):447-454.
- Nam JS, Choi SK, Kim DS (2010). Quality and sensory characteristics of *Bulgogi* sauce with various amount of *Omija* extract juice. *The Korean J Culinary Research* 16(4):247-259.
- Oh YS, Jeong TS, Park NY, Lee SH (2008). Effects of licoric(*Glycyrrhiza glabra*) water extract on fermentation of *mul-kimchi*. Catholic University of DaeGu, *Research Institute for Natural Science* 6(1):107-111.
- Park SW, Byun GI (2014). Development of *Bulgogi* sauce added with concentrated *Curcuma*

*longa* L. *The Korean J Culinary Research* 20  
(1):143-158.

Woo KS, Jang KI, Kim KY, Lee HB, Jeong HS  
(2006). Antioxidative activity of heat treated  
licorice(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) extracts.  
*Korean J Food Sci Tech* 38(3):355-360.

---

2015년 03월 26일 접수  
2015년 04월 11일 1차 논문수정  
2015년 04월 28일 2차 논문수정  
2015년 05월 13일 3차 논문수정  
2015년 06월 14일 논문 게재확정