

복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 기능성 성분 및 항산화 활성

성 기 협¹ · 정 장 호^{2*}

¹대림대학교 호텔조리과, ²세종대학교 조리외식경영학과

Functional Composition and Antioxidant Activity of Eel Teriyaki Sauce with *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel)

Ki-Hyub Sung¹ and Chang-Ho Chung^{2*}

¹Dept. of Hotel Culinary Art, Daelim University College, Anyang 431-715, Korea

²Dept. of Food Service Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

ABSTRACT

Antioxidant activity of factory eel teriyaki sauce with *bokbunja* was investigated by functional analysis. Sugar content analysis of eel teriyaki sauce-free with *bokbunja* showed fructose and glucose but not maltose. Anthocyanin content of eel teriyaki sauce with *bokbunja* juice concentrate was 40%. DPPH radical scavenging activity and total polyphenol content of *bokbunja* added eel teriyaki sauce increased with increasing amount of *bokbunja* and were 80% higher than control sample. Total polyphenol content and DPPH radical scavenging activity were closely related to electron donating ability. The preferred concentrations of eel teriyaki sauce for commercial production were 60% for *bokbunja*, 40% for *bokbunja* concentrate, 20% for *bokbunja* powder eel.

Key words : *Bokbunja*, eel, teriyaki sauce, preference tests

서 론

건강의 개념을 첨가한 새로운 문화 형태인 웰빙(well-Being)이라는 트렌드는 소비자들에게 또 다른 소비 형태를 만들어가고 있다. 이에 최근에는 슬로우 푸드(slow food)운동, 미국의 로하스(LOHAS), 영국의 Doen-Shifter 현상 등으로 나타나고 있다(Lee & Yoon 2006). 최근 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 항산화 물질과 기능성 성분이 함유된 열매나 식물을 이용하는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 다양한 천연재료가 많은 생리활성 기능을 가지고 있는 것으로 알려짐에 따라, 이러한 재료로부터 생리활성 물질을 찾아내고, 기능성 식품으로 개발하는 연구가 집중되고 있다(Shin *et al* 2003). 최근 들어 천연물에서 항산화 화합물을 얻고자 하는 연구는 기능성 열매 중에서 특히 체리류나 베리류의 항산화 활성에 활발히 이루어지고 있다(Shin *et al* 2003). 특히 복분자는 오래전부터 약용으로 사용되어 왔으며, 복분자의 약리작용이 알려지면서 복분자에 대한 연구가 증가하고 있다.

복분자딸기(*Rubus coreanus* Miquel)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 낙엽활엽성 관목으로 높이가 3 m이며, 중국이 원산지

이고, 한국, 일본, 중국, 유럽, 미국 등의 1,000 m 아래 산기슭의 벌이 드는 곳에서 자생하는 식물로, 학명은 *Rubus coreanus* Miquel, 영명은 Korean raspberry, Korean bramble, 한자명은 복분자(覆盆子), 교맥포자(蕎麥拋子), 마루(馬廐), 목매(木梅)이다(RDA 2003).

복분자에 함유된 생리활성 물질로는 탄닌, 2,3-(s)-HHDP-D-glucopyranose, sanguin H-4, gallid acid, sanguin H-6(Pang *et al* 1996)이 분리 동정되었으며, 줄기, 잎 등에서 quercetin, quercetin 3-O-B-D-glucuronide ellagic acid가 보고된 바 있고(Lee MW 1995), 환원력을 가지고 있는 식품 성분인 비타민 C 및 비타민 B군, a-tocopherol, sulfur dioxide, polyphenol류 등은 nitrosamine 생성을 억제하는 기능을 가지고 있다(Lee & Hwang 2006).

복분자의 주요 색소는 anthocyanin, carotene, ellagic acid, polyphenol, quercetin 등 여러 가지가 존재하는데, 그 중 붉은 색 색소는 anthocyanin이라고 보고하였다(Bai SK 2006). Anthocyanin은 식물체에서 존재하는 청색, 자색 및 적색을 나타내는 수용성 색소이며, 자연에서 많은 양과 다양한 종류가 있고, 자·적색의 천연색소로서 많은 이용가치가 있다고 알려져 있다(Francis FJ 1989). Anthocyanin 색소류 안정성에 영향을 미치는 것은 복분자의 당류이며, 이러한 복분자 당류의 작용으로 anthocyanin 색소가 분해를 일으킨다고 보고되었다

* Corresponding author : Chang-Ho Chung, Tel: +82-2-3408-3222, Fax: +82-2-3408-4313, E-mail: cchung@sejong.ac.kr

(Choi *et al* 2005).

복분자에 함유된 생리활성과 약리적 작용이 알려지면서 복분자에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 Lee & Lee(1995)는 복분자 나뭇잎과 줄기로부터 flavonoid 화합물과 tannin 등의 존재를 보고하였으며, Park & Joo(1982)는 중성 부근에서 색소 감소율이 가장 크며, 온도가 낮을수록 잔존율이 높다고 보고하였다. 그 외 복분자의 이화학적 특성(Cha *et al* 2005a), 항산화 활성(Yoon *et al* 2002), 복분자 항산화 성분 추출조건에 따른 페놀성 화합물의 특성변화(Yoon *et al* 2003a) 등의 연구가 이루어졌다. 또한 생리활성에 관한 연구로는 에탄올 추출물의 성숙 단계별 생리활성 비교(Cha *et al* 2001b), 에탄올 추출물과 열수의 생리활성 비교(Cho *et al* 2005), 메탄올 추출물의 항산화 활성을 지닌 quercetin의 동정과 분리(Yoon *et al* 2003b), 물과 에탄올 추출물의 생리활성(Lee *et al* 2003), 페놀 성분의 항산화 활성(Lee & Do 2000), 탄닌 화합물의 항산화 작용(Kim *et al* 2000) 등이 보고되었다.

장어 데리야끼 소스에서 데리야끼 소스를 이용한 제품 응용성에 관한 연구(Park *et al* 2006), 석류농축액을 첨가한 데리야끼 품질특성(Sung & Ko 2010) 등 건강기능성에 대한 연구 및 제품이 출시 개발되고 있지만, 우수한 생리활성과 기능성을 가진 복분자를 이용한 장어 데리야끼 소스 개발과 관련된 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 기능성 효과가 높으며, 균형적인 영양을 가지고 있는 장어구이에 적합한 복분자를 즙, 분말, 농축액의 형태로 첨가하여 장어 데리야끼 소스를 제조하여 항산화 활성을 분석하고, 기능성 성분인 총 페놀 함량과 안토시아닌을 분석하여 기능성 성분 및 항산화 활성이 있는 우수한 장어 데리야끼 소스를 개발하고자 하였으며, 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 상품화를 위한 기초자료로 제시하고자 하였다.

실험 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 복분자는 전라북도 고창군에 위치한 대산 면에서 2013년 6월에 수확한 복분자 완숙 열매를 구매하여 복분자즙, 분말, 농축액의 형태로 제조하여 -20°C 냉동고(BI26-4RM- OS-E, Lassele, Korea)에 저장하면서 사용하였다.

장어뼈는 충무산 장어를 손질하고 남은 뼈를 사용하였다. 대파는 경기도 이천 농장, 생강은 충청북도 음성 농장에서 수확한 대파와 생강을, 미림은 주)롯데칠성의 롯데미림, 청주는 주)롯데주류의 백화수복, 설탕은 주)제일제당의 정백당, 간장은 주)샘표의 양조간장 501을 2013년 7월에 의정부에 있는 롯데마트에서 구입하여 사용하였다.

1) 복분자 즙 제조

복분자 열매를 3회 씻은 후 분쇄기(HALLDE VCB-61, Kista, Stockholm, Sweden)에서 분쇄하여 2분간 같은 후 20 mesh 체에 내려 사용하였다.

2) 복분자 분말 제조

복분자 열매를 3회 씻은 후 -60°C 의 냉동기(FD-240SF, Sungjin, Seoul, Korea)에서 24시간 냉동시킨 후 동결 건조기(FD-5518, Ilshin Lab co. Seoul, Korea)를 이용하여 96시간 동안 건조하였다. 건조된 복분자를 분쇄기(HALLDE VCB-61, Kista, Stockholm, Sweden)로 분쇄하여 2분간 같은 후 20 mesh 체에 내려 사용하였다.

3) 복분자 농축액 제조

복분자 열매 1 kg을 3회 씻은 후 복분자 열매를 -60°C 의 냉동기(FD-240SF, Sungjin, Seoul, Korea)에서 24시간 냉동하여 사용하였다. 복분자 열매에 물 200 mL를 1차로 넣고, 분쇄기(HALLDE VCB-61, Kista, Stockholm, Sweden)로 2분간 분쇄한 후 면보에 싸서 걸렀다. 거른 후 남은 건지에 물 200 mL를 2차로 넣고 면보에 싸서 거른 후 또 남은 건지에 물을 마지막으로 100 mL를 3차로 넣고 면보에 싸서 걸렀다. 1차, 2차와 3차로 걸러낸 복분자 즙을 30 cm 원형 냄비에 넣어 온도(SK-250WP, Sato Keiryoki Mfg Co, Tokyo, Japan)가 일정하게 80°C 가 유지되도록 5시간 가열한 후 1시간을 식혀서 복분자 농축액으로 사용하였다.

2. 복분자를 첨가한 장어 데리야끼 소스 제조

복분자를 첨가한 장어 데리야끼 소스의 제조는 서울 시내 특급호텔의 일식당 레시피를 바탕으로 하여 제조하였다. 장어 뼈는 핏기를 제거하기 위해 찬물에 5시간 담가둔 후 손질하였으며, 48시간 건조시킨 후 구이기(DK-K8-017, Rinnai, Seoul, Korea)에 구우면서 200°C 에서 20분간 뒤집어 가며 기름을 제거하며 구웠다. 생강은 껍질을 제거하고, 대파는 구이기에 구워 사용하였다.

1) 복분자즙을 첨가한 장어 데리야끼 소스 제조

복분자즙을 첨가한 장어 데리야끼 소스 제조는 예비실험을 통하여 배합비율을 정한 복분자즙은 미림 1,000 mL 대비 0%, 20%, 40%, 60%, 80% 비율로 미림 1,000, 800, 600, 400, 200 mL에 대비해 복분자즙 0, 200, 400, 600, 800 g을 첨가하였다. 10 L 알루미늄 용기 5개에 각각 구운 장어뼈 500 g, 청주 1,800 mL, 물 700 mL, 설탕 900 g, 생강 30 g, 대파 70 g을 같은 분량으로 넣어준 후 알코올을 제거하고 끓이면서 제조하였다.

2) 복분자 분말과 복분자 농축액을 첨가한 장어 데리야끼 소스 제조

복분자 분말과 복분자 농축액을 첨가한 장어 데리야끼 소스 제조는 예비실험을 통하여 배합비율을 정한 복분자 분말과 복분자 농축액을 설탕 900 g 대비 0%, 20%, 40%, 60%, 80% 비율로 설탕 900, 720, 540, 360, 180 g에 대비해 복분자 분말과 농축액을 각각 0, 180, 360, 540, 720 g을 첨가하였다.

처음에는 115℃ 강한 불로 가열하여 끓으면 85℃(SK-250-WP, Sato Keiryoki Mfg Co Ltd, Tokyo, Japan)의 내부 온도 불로 줄여 4시간을 더 끓인 후 간장 2,000 mL를 넣고 복분자 첨가하여 2시간을 더 끓인 후 복분자 장어 데리야끼 소스 위에 뜨는 기름과 거품을 제거하여 20 mesh 체로 걸러 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스를 제조하였다(Table 1, Fig. 1).

3. 실험방법

1) 복분자 및 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 항산화 효과 측정

(1) HPLC를 이용한 유리당 분석

복분자 및 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 유리당 측정에는 표준시약 제품인 maltose, glucose, sucrose, fructose(w/w) (Sigma Chemical Co)를 사용하였다. 시료들의 당 농도는 각각의 성분의 HPLC 면적 값을 표준용액의 검량곡선을 이용하여 농도를 측정하였으며, HPLC(Agilent 1100 series, Varian, PaloAlto, CA, USA)를 이용한 유리당 분석조건은 Table 2와 같다.

(2) Anthocyanin 함량 측정

복분자 및 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 anthocyanin 함량은 Lee *et al*(2009)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 10 g을 30 mL의 추출용매(60% methanol)와 혼합하여 분쇄한 후 원심분리(30 min, 3,000 rpm)하여 색소를 추출하였다. 추출액은 여과지(Whatman No. 2)에 여과시킨 후 비색정량하였으며, HPLC(Waters HPLC, UV System 2487, Waters Co, USA)를 이용하여 측정하였다. Anthocyanin 표준물질인 C3G (Pharmacopeia, St. Rockville, Maryland, USA)를 사용하였으며, anthocyanin 함량 측정 분석조건은 Table 3과 같다.

(3) 총 페놀성 화합물 함량 분석

복분자 및 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(Slinkard & Singleton 1977, Amerine & Ough 1980)을 응용하여 측정하였다. 즉, 시료 2 g을 추출용매 70% 에탄올 8 mL에 용해시켰으며, Folin reagent 2 mL를 추가로 넣은 후 원심분리(3,000 rpm, 20분)하여, 여과지(Whatman No. 2)에 여과시켰다.

추출물 1 mL에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Wako Co. Japan) 1 mL를 취한 후 실온에서 3분간 방치한 다음 10% Na₂CO₃ 1 mL를 첨가한 후 혼합물의 총량이 10 mL 되도록 증류수를 첨가하였다. 이후 1시간을 방치한 후 Spectrophotometer(Shimadzu, UVmini 1240, Japan)를 사용하여 760 nm에 흡광도를 측정하였다.

(4) DPPH Radical 소거활성 측정

복분자 및 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 DPPH ra-

Table 1. Formula of teriyaki sauce for broiled eel with added various *bokbunja*

Ingredient	Quantity(g)	Bokbunja		
		Juice	Powder	Concentrate
Eel bone	500	500	500	500
Soy sauce	2,000	2,000	2,000	2,000
Rice wine	1,800	1,800	1,800	1,800
Mirim	1,000	1,000, 800, 600, 400, 200	1,000	1,000
Bokbunja	0	0, 200, 400, 600, 800	0, 180, 360, 540, 720	0, 180, 360, 540, 720
Sugar	900	900	900, 720, 540, 360, 180	900, 720, 540, 360, 180
Leek	70	70	70	70
Ginger	30	30	30	30
Water	700	700	700	700
Total	7,000	7,000	7,000	7,000

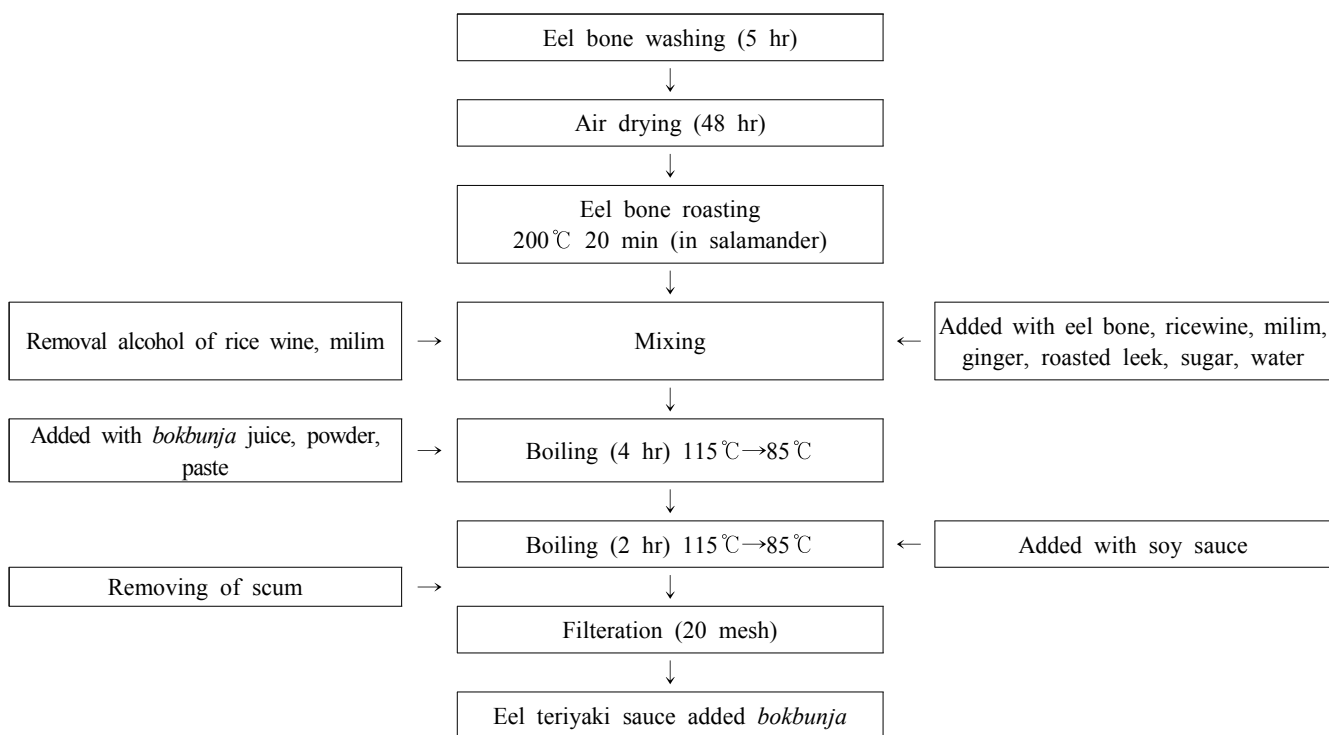


Fig. 1. Flow sheet for preparation of eel teriyaki sauce added *bokbunja*.

Table 2. HPLC operating parameters for sugar analysis

Parameters	Condition
Column	Aminex HPX-87c
Detector	Waters RI-2414
Flow rate	0.6 mL/min
Mobile phase	Water
Oven temp.	83°C
Injection volume	20 µL

Table 3. HPLC analysis for pigments of *bokbunja*

Classification	Anthocyanin
Instruments	Waters UV System 2487
Column	Waters, Nova-Pak C18 Part No. WAT086344 (3.9 × 150 mm, Waters, Milford, Massachusetts, USA)
Wavelength	520 nm
Mobile phase	H ₂ O : methanol : formic acid (78 : 17 : 5 v/v/v)
Flow rate	1.0 mL/min
Sample size	20 µL

dical 소거활성 측정은 시료 6 g에 70% 에탄올 24 mL를 넣고, 30분 동안 방치 후 원심분리(3,000 rpm, 30분)하여, 여과지(Whatman No. 2)에 여과시켰다. 각각의 여과액 1 mL와 증류수 9 mL를 섞어준 후 시료를 만들어 시료 3 mL와 80% DPPH용액 2 mL를 혼합하였다. 암실에서 30분 동안 반응시킨 후 Spectrophotometer(Shimadzu, UVmini 1240, Japan)를 이용하여 517 nm로 흡광도를 측정하여, 흡광도의 비로 계산하였다. 이때 복분자의 추출물 대신 70% 에탄올을 사용한 처리구의 흡광도를 대조구로 하였다.

DPPH 소거능(%) =

$$\frac{\text{대조구의 흡광도} - \text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \times 100$$

2) 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 기호도 검사

복분자를 첨가하여 제조한 복분자 장어 데리야끼 소스를 이용하여 구운 장어구이에 대한 기호도를 평가할 관능 요원은 장어구이로 유명한 서울 시내 특급호텔 일식당을 이용하는, 장어를 싫어하지 않는 한국 고객 50명을 대상으로 기호도 검사를 실시하였다. 또한 복분자 장어 데리야끼 소스를 이용하여 구운 장어구이의 기호도 평가방법은 9점 기호척도를 이용하여 평가하였다. 평가항목으로는 장어구이의 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 짠맛(salty taste), 부드러운 정도

(softness), 복분자 장어 데리야끼 소스를 이용하여 구운 장어 구이에 대한 전반적인 기호도(overall-acceptability)를 평가하였다.

4. 통계처리

각 실험에서 얻은 실험 데이터는 SAS 통계 분석 프로그램을 사용하여 통계처리 분석하였다(SAS 1988). 모든 실험은 3회 반복실험을 하였으며, 분석방법으로 평균과 표준편차 및 분산분석(ANOVA)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 각 시료 간의 통계적인 유의적인 차이를 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 복분자의 항산화 효과 측정

1) HPLC를 이용한 유리당 분석

복분자의 유리당 분석 결과는 Table 4와 같다. Sucrose와 maltose는 복분자 어느 형태에도 나타나지 않았으며, 복분자의 주요 유리당은 glucose, fructose이었다. Glucose는 복분자와 복분자즙은 3.11%, 3.38%로 나타났으며, 복분자 분말에는 18.61%, 복분자 농축액에는 13.49%가 나타났다. Fructose는 복분자 분말이 가장 많은 17.98%를 나타냈으며, 복분자 농축액 16.22%, 복분자즙 5.69%, 복분자 4.91% 순으로 나타났다. Lee *et al*(2005)은 복분자의 유리당 함량 분석에서 sucrose 1.52%, fructose 3.9%, glucose 1.24%라고 보고하였으며 이는 본 연구와 다소 차이를 보였으나, 이는 복분자의 재배환경, 기상조건 및 복분자의 영양, 발육상태에 따라 차이가 나는 것으로 사료된다. 또한 Kim JM(2008)은 복분자의 유리당 함량 분석에서 미숙과에서는 sucrose가 나타나며, 미숙과에 함유된 sucrose가 복분자가 성숙이 될수록 glucose와

fructose로 전환되어 sucrose가 낮은 값을 보인다고 보고하였는데, 본 실험에 사용한 완숙 복분자에서는 sucrose가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

2) Anthocyanin 함량 측정

Anthocyanin의 가열에 의한 분해율은 직선적이지 않고 logarithmic한 것이 특징이며, 분해경로에 있어서는 anthocyanin은 anthocyanidin에 aglycone이라는 염기가 붙어 있으며, 이것이 먼저 가수분해가 되고, 그 즉시 anthocyanidin이 분해가 된다고 알려져 있다(Fennema *et al* 1986).

복분자의 anthocyanin 함량을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 복분자의 anthocyanin 함량은 33.08 mg/g, 복분자즙은 33.05 mg/g, 복분자 분말은 206.58 mg/g으로 나타났으며, 복분자 농축액에서는 anthocyanin 함량이 나타나지 않았다. Park *et al*(2008)의 연구에 의하면 복분자의 품종을 달리한 C3G의 함량에서 7.71에서 31.69 mg/g의 범위에 있었다고 하였으며, 본 연구 결과가 더 높은 함량을 나타냈다. Simon *et al*(1980)은 anthocyanin이 비효소적 갈변 또는 melanin색소와 중합하는 동안 생성된 중간체에 의해 분해된다고 제기하였으며, Park & Joo(1982)의 연구에 의하면 복분자의 anthocyanin의 안정성에서 온도가 높을수록 안토시아닌의 분해율이 높고, 고온에서의 anthocyanin 색소는 시간이 경과함에 따라 안토시아닌은 퇴색한다고 보고하였는데, 본 연구에서는 복분자 농축액 제조 시에 80℃로 5시간을 가열하였기 때문에 고온에서의 열에 약한 anthocyanin의 특성에 의해 복분자 농축액의 anthocyanin 함량이 나타나지 않은 것으로 판단된다.

3) 총 페놀성 화합물 함량 분석 및 DPPH Radical 소거활성 측정

전자공여능 측정에 사용되는 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

Table 4. Free sugar content of bokbunja samples

Sample	Free sugar(% , W/W)			
	Sucrose	Maltose	Glucose	Fructose
Bokbunja	N.D.	N.D.	3.11±0.09	4.91±0.09
Bokbunja juice	N.D.	N.D.	3.38±0.15	5.69±0.22
Bokbunja powder	N.D.	N.D.	18.61±0.17	17.98±0.38
Bokbunja concentrate	N.D.	N.D.	13.49±0.08	16.22±0.22

N.D. Not detected.

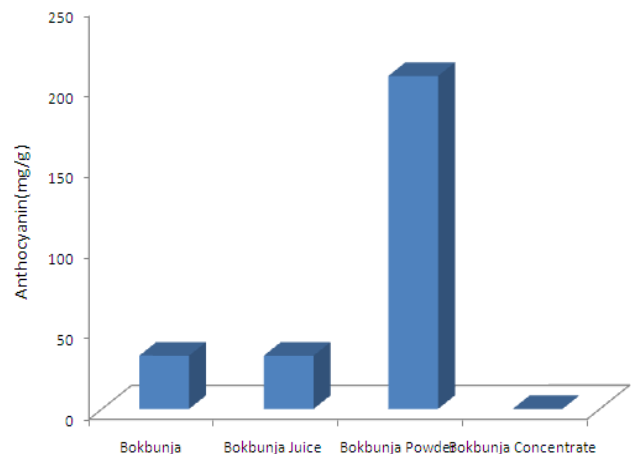


Fig. 2. The contents of anthocyanin of bokbunja.

(DPPH)의 분자식은 $C_{18}H_{12}N_5O_6$ 이고, 안정한 라디칼을 갖는 물질로 다른 라디칼들과 결합하여 안정한 복합체를 만들고 있으며(Kim & Joo 2005), DPPH는 아스코르빈산, 토코페롤, 방향족 아민류에 의하여 환원되어 보라색이 탈색되는데, 이것은 다양한 천연소재로부터 항산화 물질의 전자공여능을 측정하는 방법으로 보편적으로 널리 쓰이는 실험방법이다(Yoon *et al* 2002).

복분자를 70% ethanol로 추출한 추출물을 이용하여 총 페놀성 화합물 함량 및 DPPH radical 소거활성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 복분자의 총 페놀성 화합물은 1.49 g이며, 복분자즙은 1.79 g, 복분자 농축액 4.02 g, 복분자 분말 4.88 g의 순서로 높게 나타났다. 그러나 총 폴리페놀은 복분자 추출물의 추출방법에 따라 다른 결과 및 차이를 나타내, Cha *et al*(2001b)은 복분자를 열수 추출물에서 3.76~5.21 g, 80% methanol로 추출한 추출물에서 3.21~5.02 g이 함유되어 있다고 보고하였으며, 이는 본 연구와 다른 결과를 나타내었다.

DPPH radical 소거활성은 복분자가 67.03%, 복분자즙이 68.41%, 복분자 농축액이 69.11%이며, 복분자 분말의 DPPH radical 소거활성은 72.61%로 가장 높아 강력한 항산화성을 가진 것으로 판단되었으며, Shin *et al*(2003)은 복분자 열수 추출물이 1% 농도에서 60% 이상의 DPPH radical 소거활성을 나타내, 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량과 DPPH free radical 소거활성은 서로 매우 밀접한 관계가 있어, 총 폴리페놀 함량이 높을수록 DPPH free radical 소거 활성도 증가하는 것으로 알려져 있다.

2. 복분자를 첨가한 장어 데리야끼 소스의 항산화 효과 측정

1) HPLC를 이용한 유리당 분석

복분자의 첨가량을 달리하여 제조한 장어 데리야끼 소스의 HPLC를 이용한 유리당 분석 결과는 Table 6과 같다. 복분자즙, 복분자 분말, 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스 전체적으로 sucrose의 함량이 가장 많게 나타났고, fructose,

glucose의 순서로 나타났으며, maltose는 나타나지 않았다. 이는 복분자의 유리당 성분 분석에서 maltose는 나타나지 않았던 것과 같은 결과이며, 일반적으로 과일에서는 maltose 함량이 없을 것으로 사료된다.

Sucrose는 대조구가 29.11%이었으며, 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으나, glucose와 fructose는 대조구가 각각 1.59%, 2.14%이었다. 복분자의 첨가량이 증가할수록 glucose와 fructose는 증가하는 경향을 나타내고, 복분자즙, 분말, 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스 모두 80% 첨가군에서 가장 높게 나타났으며, 각 첨가군 간에 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.001$). Choi *et al*(1997)의 연구에 의하면 sucrose는 열처리 과정에서 분해되어 감소하나, 그 분해산물인 glucose와 fructose는 증가한다고 보고하였으며, 이는 본 실험에서도 sucrose 함량은 감소하는 반면, glucose와 fructose는 증가하는 경향을 나타내어 같은 결과를 나타내었다.

2) Anthocyanin 함량 측정

복분자의 첨가량을 달리하여 제조한 장어 데리야끼 소스의 anthocyanin 함량 측정 결과는 Table 7과 같다. 복분자즙, 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스에서 anthocyanin은 나타나지 않았다. Park *et al*(1994b)은 당 종류에 따른 anthocyanin의 열안정성에서 설탕, 포도당, 물엿에 의한 anthocyanin의 잔존률이 큰 차이를 나타내고 있다고 보고하였다. 또한 Park & Joo(1982)과 Park *et al* (1994a)의 연구에 의하면 일반적으로 anthocyanin 색소는 고온에서의 장시간 가열, 금속이온과의 접촉 등으로 손실되는데, 여기에는 과숙되면서 증가되는 polyphenoloxidase의 활성과 불안정한 aglycon의 가수분해가 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구에서 복분자즙과 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스 제조 시 고온에서의 장시간 가열, 금속이온과의 접촉 등으로 복분자즙과 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스에서는 anthocyanin 함량이 나타나지 않은 것으로 판단된다.

복분자 분말 첨가 anthocyanin 함량은 대조구와 20% 첨가군에서는 나타나지 않았으나, 40% 첨가군에서는 33.13 mg/g, 60% 첨가군에서는 41.56 mg/g, 80% 첨가군에서는 69.08 mg/g이 나타났으며, 복분자 분말 첨가량이 증가할수록 anthocyanin 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스 중에서도 anthocyanin의 항산화 활성을 강하게 나타내며, 항암기능이나 콜레스테롤을 저하시키는 능력을 가지고 있는 기능성 물질을 함유하기 위해서는 장어 데리야끼 소스 제조 시에 복분자 분말을 첨가하는 것이 바람직하다고 사료된다.

3) 총 페놀성 화합물 함량 분석 및 DPPH Radical 소거 활성 측정

Table 5. The contents of total phenolics compound and DPPH radical scavenging activity of bokbunja

Sample	Total phenolics compound contents (g/100g)	DPPH RSA (%)
Bokbunja	1.49±0.01	67.03±0.06
Bokbunja juice	1.79±0.01	68.41±0.07
Bokbunja powder	4.88±0.01	72.61±0.08
Bokbunja concentrate	4.02±0.01	69.11±0.07

Table 6. Free sugar content of eel teriyaki sauce added with various bokbunja samples

Sample	Free sugar(% , W/W)				
	Sucrose	Maltose	Glucose	Fructose	
<i>Bokbunja</i> juice	0	29.11±1.04 ^a	N.D.	1.59±0.51 ^d	2.14±0.04 ^e
	20	25.07±0.07 ^b	N.D.	1.96±0.04 ^c	2.28±0.04 ^d
	40	25.80±0.08 ^b	N.D.	2.16±0.08 ^{bc}	2.52±0.04 ^c
	60	20.92±0.12 ^c	N.D.	2.37±0.04 ^{ab}	2.89±0.09 ^b
	80	21.57±0.12 ^c	N.D.	2.51±0.05 ^a	3.14±0.09 ^a
	<i>F</i> -value	148.542 ^{***}		17.522 ^{***}	138.245 ^{***}
<i>Bokbunja</i> powder	0	29.11±1.04 ^a	N.D.	1.59±0.51 ^d	2.14±0.04 ^d
	20	18.49±0.04 ^b	N.D.	2.82±0.44 ^c	3.28±0.04 ^c
	40	14.11±0.05 ^c	N.D.	4.09±0.10 ^b	4.38±0.05 ^b
	60	13.72±0.06 ^c	N.D.	5.79±0.13 ^a	6.12±0.13 ^a
	80	6.69±0.06 ^d	N.D.	5.81±0.06 ^a	6.11±0.16 ^a
	<i>F</i> -value	930.373 ^{***}		105.126 ^{***}	991.035 ^{***}
<i>Bokbunja</i> concentrate	0	29.11±1.04 ^a	N.D.	1.59±0.51 ^e	2.14±0.04 ^d
	20	20.27±0.07 ^b	N.D.	2.34±0.08 ^d	2.61±0.13 ^c
	40	21.66±0.14 ^c	N.D.	3.41±0.05 ^c	3.68±0.05 ^b
	60	15.05±0.05 ^d	N.D.	3.99±0.10 ^b	4.20±0.05 ^b
	80	10.61±0.10 ^e	N.D.	4.56±0.11 ^a	4.85±0.05 ^a
	<i>F</i> -value	655.455 ^{***}		85.047 ^{***}	591.923 ^{***}

1) Values are mean±S.D.

2) a~e mean in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

3) * $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$.

N.D. Not detected.

Table 7. Anthocyanin of eel teriyaki sauce added with various bokbunja samples

(Unit : mg/g)

Sample	<i>Bokbunja</i> juice					<i>Bokbunja</i> powder					<i>Bokbunja</i> concentrate				
	0	20	40	60	80	0	20	40	60	80	0	20	40	60	80
Anthocyanin	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	33.13	41.56	69.08	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

1) Values are mean.

N.D. Not detected.

복분자의 첨가량을 달리하여 제조한 장어 데리야끼 소스의 총 페놀성 화합물 함량 분석 및 DPPH free radical 소거활성 측정 결과는 Table 8과 같다.

식물과 식품 등에 널리 존재하는 폴리페놀물질들은 식물체 및 인체의 항산화 효과 중에 중요한 역할을 담당하는 것으로 알려져 있다. 천연식물의 페놀성 화합물들은 flavonoid류, 단순한 페놀류, phenylprophanoid류, phenolic acid 등이

대부분으로서 페놀성 물질은 식물체에 특수한 색깔을 부여하고, 산화-환원 반응 시 기질로 작용하여 미생물 공격을 방어하여 식물을 보호하는 동시에 식품 등에서 떫은 맛, 쓴맛과 같은 식물성 식품의 고유한 맛에 관계한다. 페놀 화합물은 혈소판의 응집을 방해하고, 항산화제로서 작용한다. 관상동맥과 뇌동맥 경화증을 감소시키고, 좁아진 동맥에서 혈소판 응집에 의한 혈전을 감소시키며, 당뇨병 및 각종 퇴행성

Table 8. Total phenolics content and DPPH radical scavenging activity of eel teriyaki sauce added with various bokunja samples

Sample	Total phenolics (g/100g)	DPPH RSA (%)	
Bokunja juice	0	2.82±0.01 ^c	26.06±0.05 ^c
	20	2.64±0.01 ^c	23.06±0.10 ^d
	40	2.65±0.01 ^d	26.05±0.13 ^c
	60	2.91±0.00 ^b	30.65±0.06 ^b
	80	3.02±0.01 ^a	32.64±0.11 ^a
	<i>F</i> -value	4,029.198 ^{***}	5,000.229 ^{***}
Bokunja powder	0	2.82±0.01 ^c	26.06±0.05 ^c
	20	2.89±0.01 ^d	38.89±0.08 ^d
	40	2.93±0.01 ^c	42.28±0.06 ^c
	60	3.03±0.01 ^b	50.58±0.04 ^b
	80	3.49±0.01 ^a	51.29±0.04 ^a
	<i>F</i> -value	90,684.956 ^{***}	97,007.658 ^{***}
Bokunja concentrate	0	2.82±0.01 ^d	26.06±0.05 ^d
	20	2.76±0.01 ^c	26.01±0.09 ^d
	40	2.99±0.01 ^c	30.29±0.11 ^c
	60	3.06±0.01 ^b	36.46±0.10 ^b
	80	3.40±0.01 ^a	39.69±0.15 ^a
	<i>F</i> -value	3,722.633 ^{***}	9,974.332 ^{***}

1) Values are mean±S.D.

2) a^{-c} mean in a column by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

3) * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$.

4) DPPH RSA : DPPH radical scavenging activity.

성인병에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Kuhnau J 1976). 복분자의 첨가량을 달리하여 제조한 장어 데리야끼 소스의 총 폴리페놀 함량은 대조구가 2.82 g이었고, 복분자즙 첨가 소스는 첨가량이 증가함에 따라 20, 40% 첨가군에서는 대조구보다 적은 2.64 g, 2.65 g를 나타냈으나, 60% 첨가군부터는 대조구보다 많아 80% 첨가군에서 3.02 g으로 높게 나타났으며, 복분자 분말 첨가 소스는 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량도 증가하여 80% 첨가군에서 3.49 g으로 가장 높게 나타났으며, 이는 각 시료 간에 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.001$). 또한 복분자 농축액 첨가 소스는 첨가량이 증가함에 따라 20% 첨가군에서는 2.76 g으로 대조구보다 적게 나타났으나, 40% 첨가군부터 증가하여 80% 첨가군에서 3.40

g으로 가장 높게 나타났으며, 이는 모과 1.18 g과 오디 1.54 g 등 비교적 높은 총 폴리페놀 화합물 함량을 나타내는 국내 산 천연 식물성 식품과 비교해 보아도 복분자의 총폴리페놀 화합물 함량이 높게 나타난 것을 알 수 있다(Lee *et al* 1997, Cha *et al* 1999).

복분자의 첨가량을 달리하여 제조한 장어 데리야끼 소스의 DPPH radical 소거활성은 대조구가 26.06%이었고, 총 폴리페놀 함량과 같은 경향을 띠어 복분자즙 첨가 소스는 첨가량이 증가함에 따라 20%, 40% 첨가군에서는 대조구보다 적은 23.06%, 26.05%를 나타냈으나, 60% 첨가군부터는 대조구보다 많아 60% 첨가군은 30.65%, 80% 첨가군에서는 32.64%로 높게 나타났으며, 복분자 분말 첨가 소스는 첨가량이 증가할수록 증가하여 80% 첨가군에서 51.29%로 가장 높게 나타났으며, 이는 각 시료 간에 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.001$). 복분자의 추출물 색소 성분이 항산화 성분과 관련하여 신체 내에서 여러 기능적 역할을 수행하는 것으로 보고한 연구(Markakis P 1974)의 결과와 비슷한 결과라 할 수 있다. 이는 복분자 분말의 총 폴리페놀 함량과 DPPH free radical 소거활성이 가장 높아 복분자 분말 첨가 장어 데리야끼 소스에도 영향을 준 것으로 사료된다. 또한 복분자 농축액 첨가 소스는 첨가량이 증가할수록 증가하여 80% 첨가군에서 39.69%로 가장 높게 나타났으며, 또한 각 시료 간에 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$). 이는 복분자 농축액의 총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거활성이 높아, 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스에도 영향을 준 것으로 사료되며, 총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거활성은 밀접한 관계가 있어 총 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능도 증가하는 것으로 알려져 있다.

3. 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 기호도 평가

1) 복분자즙 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 기호도 평가

복분자즙 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용하여 구운 장어구이의 기호도 평가는 Table 9와 같다. 색(color)에서는 각 첨가군 간에 유의적인 차이가 나타났으나($p < 0.05$), 20%, 40% 첨가군에서는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 복분자즙 첨가량이 증가할수록 장어 데리야끼 소스의 색이 진해지면서 80% 첨가군에서 6.44로 가장 높게 나타났다. 이는 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용하여 구운 장어구이의 외관을 살펴볼 때 색이 강한 것을 선호하는 것으로 사료된다. 장어구이 향(flavor)에서는 복분자 즙 60% 첨가군에서 7.12로 기호도가 높게 평가되었으며, 이후 복분자 즙 80% 첨가군에서

Table 9. Mean preference scores¹⁾ of broiled eel seasoned with eel teriyaki sauce added bokunja juice by Korean consumers

Additi-onal ratio	Color	Flavor	Taste	Salty taste	Softness	Overall-acceptability
0	4.80±0.93 ^d	5.86±0.93 ^b	5.60±1.43 ^b	6.48±0.84 ^{bc}	5.62±1.03 ^d	4.96±0.99 ^c
20	5.16±0.82 ^{cd}	6.18±0.83 ^b	5.84±1.18 ^b	6.76±0.80 ^{ab}	5.76±1.04 ^{cd}	5.56±1.01 ^d
40	5.46±1.11 ^c	6.76±0.98 ^a	6.30±1.05 ^a	7.08±1.05 ^a	6.08±0.99 ^{bc}	6.06±0.89 ^c
60	5.88±0.96 ^b	7.12±0.75 ^a	6.74±0.72 ^a	6.34±0.85 ^c	6.44±0.81 ^b	7.12±0.90 ^a
80	6.44±0.91 ^a	6.82±0.85 ^a	6.38±0.75 ^a	5.86±0.83 ^d	6.92±0.80 ^a	6.52±0.91 ^b
<i>F</i> -value	22.527 [*]	17.446 ^{**}	9.075 ^{***}	13.638 ^{***}	15.751 ^{***}	39.463 ^{***}

¹⁾ Hedonic scales(1 : extremely dislike, 5 : neither like nor dislike, 9 : extremely like).

²⁾ Sample 0, 20, 40, 60, 80 : Eel teriyaki sauce with added bokunja juice 0%, 20%, 40%, 60%, 80%.

³⁾ Values are mean±S.D.

⁴⁾ a-e mean in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test

⁵⁾ * $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$.

는 기호도가 감소하는 것으로 나타났으며, 각 복분자 즙 첨가군 간에는 유의적인 차이가 나타났다($p<0.01$). 맛(taste)에서는 향에서와 같은 결과를 나타내 복분자 즙 60% 첨가군에서 6.74로 가장 높게 나타났으나, 복분자 즙 80% 첨가군에서는 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 짠맛(salty taste)에서는 복분자 즙 40% 첨가군에서 7.08로 가장 높게 나타났으며, 복분자 즙 각 첨가군 간에 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 장어구이의 부드러운 정도(softness)는 복분자 즙 80% 첨가군에서 기호도가 6.92로 가장 높게 평가되었으며, 복분자 즙 60%, 80% 첨가군에서 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 이는 복분자즙 첨가량에 따라 장어 데리야끼 소스의 수분이 작아지고 점도가 높아진 것과 복분자 즙 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 부드러운 정도가 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다. 복분자 즙 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 전반적인 기호도(Overall-acceptability)는 복분자즙 첨가 60% 첨가군에서 기호도가 가장 높게 평가되었으며, 복분자 즙 첨가 0% < 20% < 40% < 80% < 60%의 순서로 나타났으며, 또한 모든 복분자 즙 첨가군 간에 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 이에 따라 복분자즙을 첨가하여 복분자 장어 데리야끼 소스 제조 시 복분자즙 첨가량은 미림 대비 복분자 즙 600 mL를 첨가한 60% 첨가군으로 하여 복분자 장어 데리야끼 소스를 제조하는 것이 가장 바람직할 것으로 사료된다.

2) 복분자 분말 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 기호도 평가

복분자 분말 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용하여 구운 장어구이의 기호도 평가는 Table 10과 같다. 장어구이의 색(color)

은 장어 데리야끼 소스 제조 시 복분자 분말 첨가량이 증가할수록 높게 나타나, 복분자 분말 40% 첨가군에서 6.88로 가장 높은 기호도가 나타났으나, 복분자 분말 60% 첨가군부터 기호도가 낮게 나타나, 복분자 분말 80% 첨가군에서 4.18로 가장 낮게 나타났다. 이는 복분자 분말을 첨가하여 제조한 장어 데리야끼 소스의 관능검사에서 복분자 분말 80% 첨가군의 장어 데리야끼 소스 색이 가장 약하게 평가된 것과 같은 경향을 보였으며, 장어구이의 기호도와 장어구이의 색은 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다. 향(flavor)에서는 복분자 분말 20% 첨가군에서 6.84로 기호도가 높게 평가되었으나, 복분자 분말 40% 첨가군에서는 기호도가 감소하는 것으로 나타났으며, 또한 복분자 분말 각 첨가군 간에는 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 맛(taste)에서는 향에서와 같은 결과로 20% 첨가군에서 6.68로 가장 높게 나타났으며, 40% 첨가군부터는 오히려 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 짠맛(salty taste)에서는 복분자 분말 0% 첨가인 대조군에서 6.86으로 기호도가 가장 높게 평가되었으며, 복분자 분말 각 첨가군 간에는 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 이는 장어 데리야끼 제조 시 복분자 분말의 첨가량이 증가될수록 장어 데리야끼 소스의 짠맛은 복분자 분말의 당도에 의해 감소되어, 복분자 분말 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 짠맛도 감소한 것으로 사료된다. 부드러운 정도(softness)에서는 복분자 분말 40% 첨가군에서 7.06으로 가장 높게 평가되었으며, 복분자 분말 각 첨가군 간에는 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 복분자 분말 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 전반적인 기호도(Overall-acceptability)는 복분자 분말 20% 첨가군에서 기호도가 가장 높게 평가되었으며, 복분자 분말 첨가 80% < 60% < 40% < 0% < 20%의

Table 10. Mean preference scores¹⁾ of broiled eel seasoned with eel teriyaki sauce added bokbunja powder by Korean consumers

Additi-onal ratio	Color	Flavor	Taste	Salty taste	Softness	Overall-acceptability
0	4.86±0.86 ^c	5.76±0.82 ^{bc}	6.08±1.01 ^{bc}	6.86±1.05 ^a	5.12±1.10 ^c	6.14±0.88 ^b
20	5.58±0.78 ^b	6.84±0.77 ^a	6.68±0.65 ^a	6.44±1.09 ^a	6.02±0.87 ^b	7.14±1.01 ^a
40	6.88±1.04 ^a	6.12±1.12 ^b	6.32±0.84 ^{ab}	5.92±0.67 ^b	7.06±1.15 ^a	5.94±0.82 ^b
60	5.12±0.94 ^c	5.46±0.84 ^{cd}	5.88±1.04 ^c	5.36±0.85 ^c	5.90±0.81 ^b	5.12±1.29 ^c
80	4.18±1.24 ^d	5.08±1.21 ^d	4.64±1.19 ^d	5.42±1.60 ^c	4.48±1.43 ^d	3.84±1.39 ^d
<i>F</i> -value	52.113 ^{***}	24.130 ^{***}	32.246 [*]	17.456 ^{***}	39.737 ^{***}	62.933 ^{***}

¹⁾ Hedonic scales(1 : extremely dislike, 5 : neither like nor dislike, 9 : extremely like).

²⁾ Sample 0, 20, 40, 60, 80 : Eel teriyaki sauce with added bokbunja powder 0, 20, 40, 60, 80%.

³⁾ Values are mean±S.D.

⁴⁾ a~e mean in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test

⁵⁾ * $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

순서로 나타났으며, 모든 복분자 분말 첨가군 간에 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 이에 따라 복분자 분말을 첨가하여 장어 데리야끼 소스 제조 시 복분자 분말 첨가량은 설탕 대비 복분자 분말 180 g을 첨가한 20% 첨가군으로 하여 복분자 장어 데리야끼 소스를 제조하는 것이 가장 바람직할 것으로 사료된다.

3) 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 기호도 평가

복분자 농축액을 첨가하여 제조한 장어 데리야끼 소스를 이용하여 구운 장어구이의 기호도 평가는 Table 11과 같다.

색(color)에서 복분자 농축액 첨가량이 증가할수록 복분자 장어 데리야끼소스를 이용한 장어구이의 색에 대한 기호도는 증가하는 경향을 띠어 복분자 농축액 60% 첨가군에서 6.80으로 가장 높게 기호도가 평가되었으며, 복분자 농축액 80% 첨가군에서는 감소하였고, 또한 복분자 농축액 각 첨가군 간에 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.001$). 향(flavor)에서는 복분자 농축액 40% 첨가군에서 가장 높게 나타나 기호도가 높게 평가되었으며, 복분자 농축액 60% 첨가군부터는 기호도가 감소하여 복분자 농축액 80% 첨가군에서 5.76으로 가장 약하게 나타나 기호도가 낮게 평가되었다. 맛(taste)은 복분자 농축액 40% 첨가군에서 6.86으로 기호도가 가장 높게

Table 11. Mean preference scores¹⁾ of broiled eel seasoned with eel teriyaki sauce added bokbunja concentrate by Korean consumers

Additi-onal ratio	Color	Flavor	Taste	Salty taste	Softness	Overall-acceptability
0	5.56±0.86 ^c	5.82±1.02 ^c	6.16±1.13 ^{bc}	5.74±1.17 ^b	5.42±0.91 ^c	5.62±0.90 ^c
20	6.26±1.12 ^b	6.36±1.06 ^b	6.52±1.01 ^{ab}	6.44±0.99 ^a	6.12±1.06 ^b	6.48±1.05 ^b
40	6.48±1.20 ^{ab}	6.84±0.84 ^a	6.86±1.31 ^a	5.52±0.97 ^{bc}	6.32±0.91 ^b	7.06±0.91 ^b
60	6.80±1.05 ^a	6.14±0.95 ^{bc}	5.94±0.77 ^c	5.12±1.08 ^{cd}	6.72±0.76 ^a	6.22±1.00 ^{bc}
80	6.32±1.06 ^b	5.76±0.77 ^c	5.24±1.02 ^d	4.72±1.13 ^d	6.26±0.75 ^b	5.84±1.06 ^{cd}
<i>F</i> -value	9.174 ^{***}	11.059 ^{***}	16.719 ^{***}	18.412 ^{**}	14.322 ^{**}	16.376 ^{***}

¹⁾ Hedonic scales(1 : extremely dislike, 5 : neither like nor dislike, 9 : extremely like).

²⁾ Sample 0, 20, 40, 60, 80 : Eel teriyaki sauce with added bokbunja concentrate 0%, 20%, 40%, 60%, 80%.

³⁾ Values are mean±S.D.

⁴⁾ a~e mean in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test

⁵⁾ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$.

평가되었으며, 복분자 농축액 60% 첨가군부터는 기호도가 감소하는 것으로 나타나, 향에서와 같은 경향을 나타냈다. 부드러운 정도(softness)에서는 복분자 농축액 60% 첨가군에서 6.72로 기호도가 가장 높게 평가되었으며, 복분자 농축액 각 첨가군 간에는 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.01$). 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스를 이용한 장어구이의 전반적인 기호도(overall-acceptability)는 복분자 농축액 40% 첨가군에서 기호도가 가장 높게 평가되었으며, 또한 복분자 농축액 첨가 0% < 80% < 60% < 20% < 40%의 순서로 나타났으며, 모든 복분자 농축액 첨가군 간에 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.001$). 이에 따라 복분자 농축액을 첨가하여 장어 데리야끼 소스 제조 시 복분자 농축액 첨가량은 설탕 대비 복분자 농축액 360 g을 첨가한 40% 첨가군으로 하여 복분자 장어 데리야끼 소스를 제조하는 것이 가장 바람직할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 장어 데리야끼 소스 제조 시 복분자를 즙, 분말, 농축액의 형태로 첨가하여 기능성 성분 및 항산화 활성이 있는 우수한 제품을 개발하고자 하였으며, 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 상품화의 기초자료로 제시하고자 하였다. HPLC를 이용한 유리당 분석은 sucrose와 maltose는 복분자 어느 형태에도 나타나지 않았으며, 복분자의 주요 유리당은 glucose, fructose이었다. 복분자의 항산화 효과 중 anthocyanin 함량은 anthocyanin의 여러 표준물질 중 가장 강하게 항산화 활성을 나타내는 화합물인 C3G 함량을 측정된 결과, 복분자는 33.08 mg/g이었지만, 복분자 농축액에서는 나타나지 않았다. 복분자의 총 페놀성 화합물 함량은 1.49 g이고, 복분자 분말이 4.88 g으로 가장 높게 나타났으며, DPPH free radical 소거활성은 복분자가 67.03%, 복분자 분말이 72.61%로 가장 높게 나타나, 강력한 항산화성을 가진 것으로 판단되었다. 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 유리당 분석 결과, 복분자즙, 복분자 분말, 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스 전체적으로 sucrose의 함량이 가장 많게 나타났고, fructose, glucose의 순서로 나타났으며, maltose는 나타나지 않았다. 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 anthocyanin 함량 측정 결과, 복분자즙, 복분자 농축액 첨가 장어 데리야끼 소스에서는 anthocyanin이 나타나지 않았으나, 복분자 분말 첨가 소스에서는 40% 첨가군에서는 33.13 mg/g, 60% 첨가군에서는 41.56 mg/g, 80% 첨가군에서는 69.08 mg/g이 나타났으며, 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스는 복분자 분말 첨가량이 증가할수록 anthocyanin 함량이 증가하는 것으로 나타났다.

복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 총 폴리페놀 함량은 대조구가 2.82 g이었고, 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 80%

첨가군에서 가장 높게 나타났으며, 각 복분자 첨가군 간에 유의적인 차이가 나타났다. 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 DPPH free radical 소거활성은 대조구가 26.06%이었고, 총 폴리페놀 함량과 같은 경향을 띠어 첨가량이 증가할수록 증가하여 80% 첨가군에서 가장 높게 나타났으며, 각 시료 간에 유의적인 차이가 나타났다. DPPH free radical 소거활성은 총 폴리페놀 함량과 밀접한 관계가 있어 총 폴리페놀 함량이 높아질수록 전자공여능도 증가하는 것으로 알려져 있다.

이와 같이 기능성 효과가 높으며 균형적인 영양을 가지고 있는 장어구이에 적합한 장어 데리야끼 소스 제조 시 복분자를 첨가하여 장어 데리야끼 소스를 제조할 경우, 복분자즙 첨가량은 미림 대비 복분자 즙 600mL를 첨가한 60% 첨가군, 복분자 분말 첨가량은 설탕 대비 복분자 분말 180 g을 첨가한 20% 첨가군, 복분자 농축액 첨가량은 설탕 대비 복분자 농축액 360 g을 첨가한 40% 첨가군으로 하여 장어 데리야끼 소스를 제조하는 것이 가장 바람직할 것으로 사료된다. 또한 기능성 성분과 항산화 활성이 있는 복분자를 이용한 장어 데리야끼 소스의 우수한 제품을 개발하고, 복분자 첨가 장어 데리야끼 소스의 상품화의 기초자료로 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Amerine MA, Ough CS (1980) Methods for Analysis of Musts and Win. Wiley and Sons, New York. pp 176-180.
- Bai SK (2006) Natural dyeing of silk fabric dyed with *Rubus coreanus* Miquel extract. *J Korean Soc Cloth Ind* 8: 476-480.
- Cha HS, Lee MK, Hwang JB, Park MS, Park KM (2001a) Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1021-1025.
- Cha HS, Park MS, Park KM (2001b) Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. *Korean J Food Sci Technol* 33: 409-415.
- Cha JY, Kim HJ, Chung JH, Cho YS (1999) Antioxidant activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 1310-1315.
- Cho YJ, Chun SS, Kwon HJ, Kim JH, Yoon SJ, Lee KH (2005) Comparison of physiological activities between hot-water and ethanol extracts of *bokbunja*(*Rubus coreanus* F). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 790-796.
- Choi HS, Kim MK, Park HS, Shin DH (2005) Changes in physicochemical characteristics of *bokbunja*(*Rubus coreanus*

- Miq) wine during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 37: 574-578.
- Choi JS, Hwang JK, Kim JT, Lee DS (1997) Physicochemical characteristics of jujube paste according to the manufacturing process. *Korean J Nutr Food* 21: 83-83.
- Fennema OR, Chang WH, Lii CY (1986) Role of Chemistry in the Quality of Processed Food. Food & Nutrition Press Inc. Westport. CT. USA. 127-141.
- Francis FJ (1989) Food colorants: Anthocyanins. *Food Sci Nutr* 28: 273-314.
- Kim HK, Joo KJ (2005) Antioxidative capacity and total phenolic compounds of methanol extract from *Zizyphus jujuba*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 750-754.
- Kim JM (2008) Characteristics of *Rubus coreanus* fruits and identification of its anthocyanin. *MS Thesis* Chonnam National University. Gwangju. p 36-43.
- Kim KH, Lee YA, Lee DI, Choi YW, Kim HH, Lee MW (2000) Antioxidative activity of tannins from *Rubus coreanus*. *Yukhak Hoeji* 44: 354-357.
- Kuhnau J (1976) The flavonoids; a class of semiessential food components; their role in human nutrition. *World Rev Nutr Diet* 24: 117-120.
- Lee KC, Yoon TH (2006) A study on developing the olive-oil liaison to accommodate wide-spread well-being trend. *Korean J Culinary Research* 12: 80-96.
- Lee HJ, Choi EY, Sim YJ, Kim OS, Yoo HJ, Do WN, Kim YH (2009) Anthocyanin-contents and pigment stability of black soybean by different extract condition and stabilizer. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 22: 150-157.
- Lee JH, Hwang HJ (2006) Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanus* Miquel juice. *Korean J Culinary Res* 12: 195-205.
- Lee JH, Woo KJ, Choi WS, Kim AJ, Kim MW (2005) Quality characteristics of starch *Oddi dasik* added with mulberry fruit juice. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 21: 629-636.
- Lee JW, Do JH (2000) Determination of total phenolic compounds from the fruit of *Rubus coreanus* and antioxidative activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 943-947.
- Lee MK, Lee HS, Choi GP, Oh DH, Kim JD, Yu CY, Lee HY (2003) Screening of biological activities of the extracts from *Rubus coreanus* Miq. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 5-12.
- Lee MW (1995) Phenolic compound from the leaves of *Rubus coreanus*. *Yakhak Hoeji* 3p: 39-46.
- Lee YA, Lee MW (1995) Tannins from *Rubus coreanus*. *Korean J Pharmacogn* 26: 27-30.
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD (1997) Composition of *Opuntia ficuccindica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853.
- Markakis P (1974) Anthocyanin and their stability in foods. *Crit Rev Food Technol* 4: 437-456.
- Pang KC, Kim MS, Lee MW (1996) Hydrolyzable tannins from the fruits of *Rubus coreanus*. *Korean J pharmacogn* 27: 366-370.
- Park HN, Kang OK, Moon WS (2006) Ingredient preservation in the practical manufacture of teriyaki sauce. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 111-121.
- Park JM, Joo KJ (1982) Stability of anthocyanin pigment from juice of raspberries. *Korean J Nutr Food* 11: 67-74.
- Park IK, Kim KS, Lee MS, Kim MH, Kim SD (1994a) Change in quality of strawberry during circulation by the refrigerate case. *Korean J Post-harvest Sci Technol Agric Products* 1: 45-53.
- Park SJ, Lee JH, Rhim JH, Kwon KS, Jang HG, Yu MY (1994b) The change of anthocyanin and spreadmeter value of strawberry jam by heating and preservation. *Korean J Food Sci Tech* 26: 365-369.
- Park YK, Choi SH, Kim SH, Jang YS, Han JG, Chung HG (2008) Functional composition and antioxidant activity from the fruits of *Rubus coreanus* according to cultivars. *J Korean Wood Sci. Technol* 36: 102-109.
- Rural Development Administration (2003) Development of wild grape and fruit wine *bokbunja*. 10-15.
- SAS (1988) SAS User's Guide Statistics. Version 6.03, SAS Institute, Cary. NC.
- Shin KS, Park PJ, Boo HO, Ko JY, Han SS (2003) Chemical components and comparison of biological activities on the fruit of natural *bogbunga*. *Korean J Plant Res* 16: 109-117.
- Simon PW, Peterson CE, Lindsay RC (1980) Genetic and environmental influence on carrot flavor. *J Am Soc Hort Sci* 105: 416-423.
- Slinkard K, Singleton VL (1977) Total phenol analysis : Automation and comparison with manual method. *Am Ecol Vitic* 28: 49-56.
- Sung KH, Ko SH (2010) A study development of teriyaki sauce with added pomegranate concentrate. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 439-444.
- Yoon I, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Jang MY, Ahn TH, Park

- KH (2002) Identification and activity of antioxidative compounds from *Rubus coreanum* fruit. *Korean J Food Sci Technol* 34: 898-904.
- Yoon SR, Jeong YJ, Lee GD, Kwon JH (2003a) Changes in phenolic compounds properties of *Rubi fructus* extract depending extraction condition. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 338-345.
- Yoon I, Wee JH, Moon JH, Ahn TH, Park KH (2003b) Isolation and identification of quercetin with antioxidative activity from the fruits of *Rubus coreanus* Miquel. *Korean J Food Sci Technol* 35: 499-502.
-

Date Received Sep. 18, 2014
Date Revised Apr. 11, 2015
Date Accepted Apr. 20, 2015