

## 마른 김을 첨가하여 제조한 흑미 쿠키의 품질특성 및 항산화활성

황은선<sup>†</sup> · 뉴안도티  
한경대학교 영양조리학과

### Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Black Rice Cookies with Added Dried Laver (*Porphyra tenera*)

Eun-Sun Hwang<sup>†</sup> · Nhuan Do Tai

Department of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University, Gyeonggi-Do 456-749, Korea

#### Abstract

The objective of this study was to determine the quality, characteristics, and antioxidant activities of black rice cookies prepared with different amounts of dried laver powder. Flour was substituted with dried laver powder used in different amounts as follows: 1.25, 6.25, and 8.75%. The moisture, ash, and crude protein contents of cookies were increased when using higher amounts of dried laver powder. The total polyphenol contents increased with the increasing levels of dried laver powder. The antioxidant activity measured by DPPH and ABTS radical scavenging activities were significantly higher than the control, and it proportionally increased as the amount of dried laver powder increased. Finally, the sensory evaluation showed that the cookies made with 6.25% dried laver powder had the highest score. Based on these results, it was suggested that dried laver may be a useful ingredient for improving the quality and antioxidant potential of cookies.

**Key words:** dried laver, cookie, polyphenol, antioxidant, sensory evaluation

## I. 서론

김(laver)은 해의(海衣), 해태(海苔)라고도 부르며 우리나라, 중국, 일본 등지에서 가장 많이 소비되는 보라털목 보라털과 김속에 속하는 홍조류 중 하나이다(Jimenez-Escrig A와 Goni CI 1999). 김에는 단백질과 아미노산 함량이 풍부하며, 특히 감칠맛과 단맛을 나타내는 taurine, alanine, glutamic acid 등의 아미노산 함량이 높고 이들 아미노산은 김 특유의 맛과 향미에 기여한다(Hwang ES 2013). 김에 함유되어 있는 다당류와 단백질은 anionic carboxyl, sulphate, phosphate group을 포함하고 있고, 이들은 금속이온과 무기질을 잘 흡착하는 성질을 가지고 있다. 또한, 마른 김에는 칼륨, 인, 칼슘, 마그네슘 등의 다량 무기질과 망간, 아연, 구리, 요오드, 철, 코발트 등의 미량 무기질이 함유되어 있다(Hwang ES 2013). 김을 비롯한 홍조류에는 catechin, phlorotannin, fucoxanthin 등과 같은 폴리페놀 화합물이 풍부하므로 김의 섭취는 당뇨,

비만, 고지혈증과 같은 대사성 성인질환의 위험을 감소시킬 수 있다는 연구가 있다(Dawczynski C 등 2007, Larsen R 등 2011).

흑미(black rice)는 쌀겨층에 존재하는 cyanidin-3-glucoside와 malvidin-3-glucoside와 같은 anthocyanin 색소를 함유하고 있어 독특한 색을 가지며, ethanediol, guaiacol과 같은 alcohol 성분과 hexadecanoic acid, hexanal, acetic acid와 같은 ketone, aldehyde 및 유기산에 의해 특유의 향을 지닌다(Yoon HY 등 1997, Rhee CO 등 2000). 흑미에는 polyphenols, flavonoids,  $\gamma$ -oryzanol 등 항산화 활성이 우수한 생리 활성 성분들을 함유하고 있어 항균 활성, 항변이원성, 노화방지 효과, 혈전 용해 활성 등 다양한 생리 활성이 있는 것으로 보고되고 있다(Tsuda T 등 1994, Fardet A 등 2008, Park YS 등 2008). 최근에는 흑미를 식빵, 인절미, 절편, 식혜, 막걸리 등에 첨가하여 품질특성 및 항산화 활성을 향상시키려는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

쿠키는 밀가루, 유지, 설탕, 계란 등을 주원료로 수분함량이 낮아 미생물적인 변패 발생률이 낮고 저장성과 감미도가 우수하여 어린이와 젊은 여성의 간식으로 많이 이용되고 있다(Park BH 등 2005, Park YS 등 2008). 최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 소비자들의 욕구에 부응

<sup>†</sup>Corresponding author: Eun-Sun Hwang, Department of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University, Gyeonggi-Do 456-749, Korea  
Tel: +82-31-670-5182  
Fax: +82-31-670-5189  
E-mail: ehwang@hknu.ac.kr

할 수 있는 각종 베리류, 단호박, 인삼, 표고버섯 등과 같은 각종 기능성 소재를 이용한 쿠키가 많이 있다(Kang HJ 등 2009, Kim HS 등 2010, Ji JR과 Yoo SS 2010). 다양한 식품 소재들 가운데 해조류는 각종 성인병에 대한 예방효과가 실험을 통해 입증됨에 따라 이들의 생리활성 물질을 이용한 가공식품에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근에는 기능성을 향상시키기 위해 쿠키제조 시 새송이버섯 분말, 연근 분말, 비파잎 분말 등을 첨가하여 제조한 쿠키의 품질특성에 관한 연구가 수행되었다(Kim YJ 등 2010, Lee EJ 등 2011, Cho HS와 Kim KH 2013). 또한 미역, 다시마, 파래, 매생이, 톳 등과 같은 해조류를 첨가하여 제조한 쿠키의 품질특성에 관한 연구가 수행되었으나(Cho HS 등 2006, Lim EJ 2008, Pyo S 등 2010, Lee GW 등 2010, Jung KJ와 Lee SJ 2011), 아직까지 김을 이용한 쿠키의 제조에 관한 연구는 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 근래 소비가 늘고 있는 흑미가루에 김 분말을 첨가하여 쿠키를 제조한 후 이들 쿠키의 품질특성과 항산화 활성을 측정하여 기능성 쿠키를 개발하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용한 김은 2012년 12월 완도의 양식장에서 채취된 물길(*Porphyra tenera*)을 가공공장에서 건조 및 화입하여 마른 김으로 가공한 후 속 단위(100장)로 포장한 것을 직접 구입하였다. 마른 김은 잘게 믹서로 곱게 마쇄하여 분말형태로 제조한 후, 플라스틱 용기에 밀봉하여 공기와의 접촉을 차단하면서 -20°C에서 보관하였다. 박력분 밀가루(큐원, 아산, 한국), 흑미가루(태평양물산 주식회사, 안산, 한국), 버터(서울우유, 양주, 한국), 백설탕(CJ 제일제당, 인천, 한국), 소금(사조해표, 나주, 한국), 계란(풀무원, 음성, 한국)은 시판품을 구입하여 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 쿠키 제조

쿠키는 여러 차례 예비실험을 거쳐 Table 1과 같은 재료배합으로 제조하였다. 김 분말을 첨가하지 않고 제조한 쿠키를 대조군으로 하였고, 실험군은 밀가루에 대해 김 분말을 1.25%, 6.25%, 8.75%의 비율로 첨가하여 제조하였다. 정확히 계량한 버터를 반죽기(MUM54420, BOSCH, Munich, Germany)에 넣고 고속에서 부드럽게 혼합한 후 설탕과 소금을 넣어 혼합하여 크림상태로 만들고, 계란을 조금씩 혼합하면서 부드럽고 매끈한 반죽이 되도록 하였다. 체에 친 박력분 밀가루와 흑미가루를 넣어 날가루가

**Table 1.** Formular for black rice cookies containing various amount of dried laver powder

Ingredient (g)	Treatment			
	Control	1.25%	6.25%	8.75%
Flour	400	395	375	365
Black rice powder	100	100	100	100
Laver powder	0	5	25	35
Butter	325	325	325	325
Sugar	150	150	150	150
Egg	60	60	60	60
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5

없이 잘 섞은 후 김 분말을 첨가하여 고르게 분산되도록 반죽하였다. 완성된 반죽은 냉장고에서 2시간 동안 휴지시킨 후, 밀대를 이용하여 0.7 cm 두께로 균일하게 제조한 후 직경 5 cm의 원형 틀로 찍어 성형하였다. 성형한 반죽을 180°C 오븐에서 15분간 구웠다. 완성된 쿠키는 실온에서 1시간 동안 냉각시킨 후 각종 분석 및 관능평가의 시료로 사용하였다.

#### 2) 김과 쿠키의 일반성분 분석

제조한 쿠키의 일반성분은 AOAC official method (1995)에 따라 분석하였다. 수분함량은 105°C 상압가열건조법에 의해 측정하였고, 회분함량은 550°C에서 직접회화법에 의해 분석하였다. 조지방은 Soxhlet법으로 측정하였고, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 측정된 질소량에 질소계수 5.95를 곱하여 산출하였다.

#### 3) 쿠키 반죽의 pH 및 당도 측정

쿠키 반죽의 pH 측정을 위해 500 mL 비이커에 3 g의 시료와 10배의 증류수를 넣고 으깨어 10분 동안 40°C에서 sonication을 시켜준 다음, 7분 동안 stirrer에 올려놓고 균질하게 교반하였다. 교반 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 pH를 3회 반복 측정하고 평균값을 구하였다.

당도는 시료를 증류수로 5배 희석하여 균질화 하고 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 당도계(PR-201a Brix 0~32%, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다.

#### 4) 색도 측정

김의 첨가 정도를 달리하여 제조한 쿠키 표면의 색도 측정은 색차계(Chrome Meter CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 표시하였다. 각 시료 당 3회

반복 측정하여 그 평균값을 나타내었으며, 이때 표준백색 판의 L, a, b 값은 각각 97.10, +0.24, +1.75이었다.

### 5) 경도 측정

김 분말의 첨가량에 따른 쿠키의 경도 측정은 Texture analyzer(CT3 10K, Brookfield., Middleboro, MA, USA)를 사용하여 경도(hardness) 값을 나타내었다. 측정에 사용한 probe는 TA25/1000, test type: TPA, target type: % deformation, target value: 60%, trigger load: 6 g, test speed: 0.50 mm/sec, sample height: 7 mm, sample width: 25 mm, sample length: 25 mm이었다. 분석조건은 pre-test speed 3 mm/sec, test speed 0.5 mm/sec, return speed 1 mm/sec, test distance 10 mm로 하였다.

### 6) 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색으로 발색되는 원리를 이용한 Folin-Denis 방법에 따라 분석하였다. 쿠키 3 g에 12 mL의 메탄올을 가하여 40°C에서 5분간 sonication 한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 얻어 쿠키 추출물로 하였다. 쿠키 추출물 0.5 mL에 Folin 시액 0.5 mL을 혼합한 뒤 3분간 실온에서 반응시킨 후 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1.5 mL을 첨가한 뒤 2시간 동안 암소에서 반응시킨 뒤 760 nm에서 microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd., San Jose, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 시료에 함유된 총 폴리페놀 함량은 gallic acid(6.25~100 µg/mL)의 표준곡선을 통하여 시료 g당 gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

### 7) 항산화활성 측정

#### (1) DPPH 라디칼에 대한 전자공여능 측정

쿠키 추출물의 전자공여능을 DPPH assay로 측정하였다. 96-well plate에 농도별 추출물 100 µL와 0.2 mM DPPH 용액 100 µL를 첨가한 후 37°C에서 30분간 반응시켰다. Microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd., San Jose, CA, USA)를 사용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 DPPH 라디칼에 대한 전자공여능은 아래 식에 측정된 흡광도 값을 대입하여 산출하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = (1 - \text{시료첨가구의 흡광도} / \text{시료 무 첨가구의 흡광도}) \times 100$$

#### (2) ABTS 라디칼에 대한 전자공여능 측정

쿠키 추출물의 전자공여능을 ABTS assay로 측정하였다. 96-well plate에 농도별 추출물 100 µL와 0.2 mM ABTS 용액 100 µL를 첨가한 후 37°C에서 30분간 반응시켰다. Microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group

Ltd., San Jose, CA, USA)를 사용하여 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼에 대한 전자공여능은 아래 식에 측정된 흡광도 값을 대입하여 산출하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = (1 - \text{시료첨가구의 흡광도} / \text{시료 무 첨가구의 흡광도}) \times 100$$

### 8) 관능검사

영양조리과학을 전공하는 대학생 패널 20명을 대상으로 김의 첨가수준에 따른 쿠키의 관능적인 특성을 평가하였다. 동일한 크기의 쿠키를 무작위로 조합된 세자리 난수표로 구분하여 일회용 접시에 담아서 제시하였다. 각 시료의 특성은 9점 기호 척도를 이용하였으며, 특성이 좋을수록 높은 점수를 기록하는 방법으로 하였다. 검사항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 바삭거리는 정도(crispness) 및 전체적인 기호도(overall acceptance)로 하였다.

### 9) 통계 분석

모든 결과는 3회 반복실험에 대한 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 나타내었다. 실험결과에 대한 통계처리는 SPSS software package(Version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었고, 각 처리군 간의 유의성에 대한 검증은 ANOVA를 이용하여 유의성을 확인한 후( $p < 0.05$ ), Duncan's multiple test를 이용하여 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 일반성분 분석

쿠키 제조에 사용한 김의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 김의 수분과 회분 함량은 각각 9.37% 및 9.14%였으며, 조단백질과 조지방 함량은 35.38%와 0.71%로 나타났다. 이는 한국산업규격에서 규정하고 있는 마른김의 수분(9.96%), 회분(특급 9.0% 이하, 고급 9.5% 이하) 및 조단백질(특급 37% 이상, 고급 32% 이상) 함량 조건에 모두 부합하는 것으로 나타났다(Korean Industrial Standard 2004).

김 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 일반성분 분석 결과는 Table 3과 같다. 쿠키의 수분함량은 대조군에서는 2.86%로 가장 낮았고, 김 분말 첨가량이 증가할수록 3.52~4.84%로 높아지는 경향을 보였다. 이는 김 분

Table 2. Proximate content of dried laver (%)

	Moisture	Ash	Crude protein	Crude lipid
Dried laver	9.37±1.78 <sup>1)</sup>	9.14±0.22	35.38±1.56	0.71±0.03

<sup>1)</sup>Data represent the means±SD (n=3).

**Table 3.** Proximate content (%) of black rice cookies containing various amount of dried laver powder

Measurement	Treatment			
	Control	1.25%	6.25%	8.75%
Moisture	2.86±0.12 <sup>1)a2)</sup>	3.52±0.21 <sup>ab</sup>	3.68±0.06 <sup>ab</sup>	4.84±0.25 <sup>a</sup>
Ash	0.64±0.04 <sup>a</sup>	0.66±0.12 <sup>a</sup>	0.66±0.25 <sup>a</sup>	0.95±0.23 <sup>b</sup>
Crude lipid	34.25±2.06 <sup>a</sup>	34.17±4.55 <sup>a</sup>	34.55±4.02 <sup>a</sup>	34.31±0.40 <sup>a</sup>
Crude protein	9.52±0.44 <sup>a</sup>	9.71±0.08 <sup>a</sup>	10.69±0.09 <sup>b</sup>	11.29±0.45 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Data represent the means±SD (n=3).

<sup>2)</sup>Values with the same superscript within the same row are not significantly different at  $p<0.05$ .

말에 함유된 점질 다당류가 수분을 흡수하여 쿠키의 수분 함량이 증가한 것으로 사료된다. 다시마 분말을 첨가한 쿠키(Cho HS 등 2006)에서도 대조군의 수분함량(3.31%)에 비해 다시마 분말을 3~9% 첨가하여 제조한 쿠키의 수분함량(4.52~5.59%)이 높게 나타나 본 결과와 유사한 경향을 보였다. 회분의 경우, 김 분말을 1.25%와 6.25% 첨가한 쿠키는 대조군과 비교할 때 유의적인 차이를 보이지 않으나, 김 분말 8.75% 첨가군은 대조군에 비해 약 1.5배 높은 회분함량을 나타냈다. 쿠키의 조지방 함량은 대조군과 실험군 사이의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 모든 쿠키에서 34%로 높은 경향을 보였다. 이는 쿠키 제조에 325 g의 버터가 첨가되었으므로 다소 높은 지방 함량을 보인 것으로 사료된다. 쿠키의 조단백질 함량은 대조군에서는 9.52%로 나타났으며, 김 분말 첨가량이 1.25%에서 8.75%까지 증가함에 따라 9.71~11.29%로 증가하였다. 이는 김 자체에 함유된 아미노산 및 단백질 성분에 의한 것으로 사료된다. 마른김에는 taurine, alanine, glutamic acid 가 다량 함유되어 있으며, aspartic acid, asparagine, citrulline, isoleucine, alanine 등도 함유되어 있는 것으로 보고되고 있다(Hwang ES 2013). 또한, 마른 김에는 감칠맛을 나타내는 아미노산(glutamic acid, aspartic acid)과 단맛을 나타내는 아미노산(alanine, glycine, serine, threonine)이 다량 함유되어 김 특유의 맛에 기여하는 것으로 사료된다(Hwang ES 2013).

## 2. pH 및 당도 측정

김 분말 첨가 쿠키의 pH를 측정한 결과는 Table 4과 같다. 김 분말을 첨가하지 않은 대조군의 pH는 6.87로, 기능성 부재료를 첨가하지 않고 제조한 일반적인 쿠키의 pH가 6.72~7.13으로 보고된 선행연구와 유사하였다(Lee GW 등 2010, Jung KJ와 Lee SJ 2011). 김 분말 첨가량이 증가할수록 pH는 6.48~6.79로 감소하는 경향을 보였다. 이는 김 분말에 함유된 카르복실기와 황산기를 포함하는 해조 다당류 및 폴리페놀 화합물에 의한 것으로 사료된다. 이는 선행연구(Lee GW 등 2010, Jung KJ와 Lee SJ 2011)에서 보고된 미역과 매생이 분말 첨가량이 증가함

**Table 4.** pH and sugar contents of black rice cookies containing various amount of dried laver powder

Sample	pH	Sugar contents (°Brix)
Control	6.87±0.03 <sup>1)bc2)</sup>	1.80±0.0 <sup>a</sup>
1.25%	6.79±0.04 <sup>b</sup>	1.90±0.0 <sup>ab</sup>
6.25%	6.52±0.02 <sup>ab</sup>	1.90±0.0 <sup>ab</sup>
8.75%	6.48±0.05 <sup>a</sup>	2.00±0.0 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Data represent the means±SD (n=3).

<sup>2)</sup>Values with the different superscript within the same column are significantly different at  $p<0.05$ .

에 따라 쿠키의 pH가 대조군에 비해 낮아진다는 결과와 유사한 경향을 나타냈다.

김 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 당도 측정 결과는 Table 4과 같다. 김 분말을 첨가하지 않은 쿠키의 당도는 1.80°Brix를 나타냈고, 김 분말의 첨가량이 증가함에 따라 1.90~2.00까지 증가하는 경향을 보였다. 이는 김 분말에 함유된 당류에 의한 것으로 쿠키 제조시 첨가하는 밀가루를 김 분말로 대신하였기 때문에 김 분말 첨가량이 증가함에 따라 당도가 증가한 것으로 사료된다. 김에는 당질과 섬유질이 풍부하며, 김의 미끌미끌한 성분은 porphyran이라는 수용성 다당류로 알려져 있다(Hwang ES 2013).

## 3. 색도 측정

김 분말 쿠키의 색도 측정 결과는 Table 5와 같다. 쿠키의 밝은 정도를 나타내는 L값은 김 분말을 첨가하지 않은 대조군이 59.99로 가장 높게 나타났으며, 김 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 김 분말을 8.75% 첨가한 쿠키에서는 45.10으로 가장 낮게 나타냈다( $p<0.05$ ). 김 분말의 첨가량이 증가할수록 명도가 감소하는 것은 김 분말에 함유되어 있는 색소에 의한 것으로 사료된다. 적색도를 나타내는 a값(+red/-green)은 김 분말을 첨가하지 않은 쿠키에서는 9.35의 값을 나타냈다. 김 분말을 첨가한 쿠키에서는 녹색도를 나타내는 음의 값(-0.10 ~ -2.57)을 보였으며, 이는 김 분말이 지니는

**Table 5.** Hunter's color values of black rice cookies containing various amount of dried laver powder

Measurement	Treatment			
	Control	1.25%	6.25%	8.75%
L	59.99±0.92 <sup>1)c2)</sup>	53.42±0.10 <sup>b</sup>	45.71±0.39 <sup>a</sup>	45.10±0.68 <sup>a</sup>
a	9.35±0.12 <sup>d</sup>	-0.10±0.34 <sup>c</sup>	-1.17±0.10 <sup>b</sup>	-2.57±0.34 <sup>a</sup>
b	26.34±0.14 <sup>c</sup>	23.93±0.91 <sup>b</sup>	21.96±0.48 <sup>a</sup>	21.04±0.36 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Data represent the means±SD (n=3).

<sup>2)</sup>Values with the same superscript within the same row are not significantly different at  $p<0.05$ .

클로로필 등의 녹색 색소에 의한 것으로 사료된다. 쿠키의 황색도를 나타내는 b값은 김 분말을 첨가하지 않은 쿠키에서 26.34로 가장 높았고, 김 분말 첨가량이 증가함에 따라 23.93~21.04로 감소하였다. 쿠키의 표면색은 당에 의한 카라멜화 반응, 환원당에 의한 Maillard 반응 및 첨가되는 부재료에 의해 영향을 받는다(Park BH 등 2005). 선행연구(Cho HS 등 2006, Lee GW 등 2010)에서 다시마와 매생이 분말을 첨가하여 제조한 쿠키에서도 이들 분말의 첨가량이 증가할수록 명도(L)와 황색도(b)가 통계적으로 유의성 있게 감소하는 것을 확인하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

#### 4. 경도 측정

김 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 경도 측정 결과는 Table 6과 같다. 본 실험에 사용한 마른 김은 수분함량이 9.37%로 김 첨가량에 비례하여 쿠키의 경도가 증가함을 확인하였다. 김 분말을 1.25%와 6.25% 첨가한 쿠키의 경도는 각각 10.73 및 10.86으로 대조군(10.32)에 비해 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 김 분말을 8.75% 첨가한 쿠키의 경도는 11.42로 대조군에 비해 증가하였으며, 이는 밀가루보다 수분함량이 적은 김 분말이 8.75%나 첨가되었기 때문으로 사료된다. Cho HS 등(2006)은 다시마 분말을 3%와 6% 첨가한 쿠키는 대조군에 비해 경도가 증가하는 경향을 보이고, 다시마 분말을 9% 첨가한 쿠키는 대조군에 비해 경도가 3배 이상 증가하는 것을 확인하였다. 쿠키의 경도는 첨가되는 부재료의 수분 함량과 첨가량에 의해 가장 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 쿠키의 수분함량이 높을수록 쿠키의 경도는 감소하는 것으로 보고되어 있다(Kim JY 1998, Jeong E-J 등 2012). 구아바 분말, 새송이버섯 분말, 비파잎 분말 등과 같이 건조된 부재료

를 첨가하여 제조한 쿠키는 이들 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 경도가 증가하였다(Kim YJ 등 2010, Cho HS와 Kim KH 2013, Jeong E-J 등 2012). 반면에 흑마늘과 같이 완전히 건조되지 않은 부재료를 첨가하여 제조한 쿠키는 흑마늘 첨가량이 1~7%로 증가함에 따라 흑마늘 자체에 함유된 수분 함량으로 인해 쿠키의 경도가 감소했다고 보고되어 있다(Lee JO 등 2009).

#### 5. 총 폴리페놀 함량 분석

김 분말 첨가 쿠키의 총 폴리페놀 함량 분석결과는 Table 7과 같다. 김 분말을 첨가하지 않고 제조한 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 중량 1 g 당 gallic acid를 기준으로 8.5 mg이었으나 김 분말의 첨가량에 비례하여 쿠키에 함유된 총 폴리페놀 함량이 증가하였다. 즉, 김 분말을 1.25%, 6.25% 및 8.75% 첨가한 쿠키에서 총 폴리페놀 함량은 각각 11.4 mg, 12.5 mg 및 15.0 mg으로 이는 김 분말을 첨가하지 않은 쿠키에 비해 총 폴리페놀 함량이

**Table 7.** Total polyphenol contents, DPPH and ABTS radical scavenging activity (%) of black rice cookies containing various amount of dried laver powder

Treatment	Total polyphenol (mg GAE <sup>1)</sup> /g)	DPPH (%)	ABTS (%)
Control	8.5±0.2 <sup>2)a</sup>	18.4±1.5 <sup>a</sup>	27.1±1.2 <sup>a</sup>
1.25%	11.4±0.3 <sup>b</sup>	20.7±2.0 <sup>b</sup>	30.8±1.6 <sup>b</sup>
6.25%	12.5±0.5 <sup>c</sup>	29.1±2.7 <sup>c</sup>	47.7±4.0 <sup>c</sup>
8.75%	15.0±0.7 <sup>d</sup>	33.1±2.8 <sup>d</sup>	50.3±2.0 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Gallic acid was used as a standard. (GAE=gallic acid equivalent)

<sup>2)</sup>Data represent the means±SD (n=3).

<sup>a-d</sup>Values with the different superscript within the same column are significantly different at  $p<0.05$ .

**Table 6.** Hardness of black rice cookies containing various amount of dried laver powder

Measurement	Treatment			
	Control	1.25%	6.25%	8.75%
Hardness (kg)	10.32±0.33 <sup>1)a</sup>	10.73±0.54 <sup>a</sup>	10.86±0.67 <sup>a</sup>	11.42±0.82 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values with the different superscript within the same row are significantly different at  $p<0.05$ .

1.3~1.8배까지 증가한 수치였다. 김을 비롯한 홍조류에는 catechin, phlorotannin, fucoxanthin 등과 같은 폴리페놀 화합물이 풍부한 것으로 보고되고 있으며(Yan X 등 1996, Yan X 등 1999), 이들 폴리페놀 화합물이 김 분말 첨가 쿠키의 총 폴리페놀 함량을 증가시킨 것으로 사료된다.

### 6. 항산화활성 측정

김 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 항산화활성을 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능으로 측정하였고 그 결과는 Table 7에 나타내었다. DPPH radical 소거활성은 김 분말을 첨가하지 않은 대조군에서 18.4%로 나타났고, 김 분말을 1.25%, 6.25% 및 8.75%까지 첨가한 쿠키에서는 DPPH radical 소거활성이 각각 20.7%, 29.1% 및 33.1로 증가하였다. ABTS radical 소거활성도 김 분말 첨가량이 증가함에 따라 높게 나타났으며, DPPH radical 소거활성에 비해 높은 활성도를 보였다. 김 분말을 첨가하지 않은 쿠키의 ABTS radical 소거활성은 27.1%로 가장 낮은 값을 나타내었고, 김 분말 함량이 1.25%와 6.25% 쿠키에서는 각각 30.8%와 47.7%의 ABTS radical 억제활성을 나타냈다. 김 분말 함량이 8.75%인 쿠키에서는 50.3%의 ABTS radical 소거활성을 나타냈다.

DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 김 분말 함량이 증가할수록 높은 것으로 확인되었고, 쿠키의 항산화활성은 쿠키에 함유된 총 폴리페놀 함량에 비례하여 증가하는 것으로 나타났다. 이는 김에 함유된 다양한 폴리페놀 화합물에 기인하는 것으로 사료되며, 이들 생리활성 물질들에 의한 항산화, 암 예방, 염증 억제 등의 건강기능성이 보고되고 있다(Bocanegra A 등 2009, O'Sullivan AM 등 2011).

쿠키 제조시 기능성 물질을 첨가하면 생리활성 성분이 증가하고 이로 인하여 항산화활성이 높아질 수 있다. Lee GW 등(2010)은 매생이 분말을 3~7% 첨가하여 제조한 쿠키가 대조군에 비해 저장 기간 중 측정된 산가(acid value) 및 과산화물가(peroxide value)를 낮추는 것으로 나타나 지질 산화억제 효과가 있음을 보고하였다. Kim YJ 등(2010)은 새송이버섯 분말을 10~30% 첨가하여 제조한

쿠키는 대조군에 비해 DPPH radical 소거활성이 3~10배까지 증가했다고 보고하여 본 결과와 유사하게 나타났다.

### 7. 관능검사

김 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 색, 맛, 바삭거리는 정도, 향 및 전반적인 만족도에 대한 관능검사 결과는 Table 8과 같다. 색에 대한 선호도 측정 결과, 대조군에 비해 김 분말 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타냈다. 김 분말을 1.25%와 6.25% 첨가한 쿠키에서는 9점 만족도를 기준으로 각각 5.81 및 6.07을 나타냈고, 김 분말을 8.75% 첨가한 쿠키에서는 6.41로 가장 높은 값을 나타냈다. 이는 김의 고유한 색소가 쿠키의 색깔에 긍정적인 영향을 주어 선호도가 높아진 것으로 사료된다. 맛의 경우는 김 분말을 6.25% 첨가한 쿠키는 대조군에 비해 높은 값을 보였으나, 김 분말을 1.25% 또는 8.75% 첨가한 쿠키에서는 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ( $p<0.05$ ). 바삭거리는 정도는 대조군과 각 첨가군에서 유의적인 차이를 보였으며, 김 분말을 5% 첨가한 쿠키가 6.68로 가장 높은 점수를 나타냈다. 향은 김 분말을 첨가한 쿠키가 대조군에 비해 높은 선호도 점수를 보였다. 특히, 김 분말 6.25% 첨가군에서 가장 높은 점수를 보였다. 김 분말을 8.75% 첨가한 쿠키에서는 향에 대한 선호도가 6.25% 첨가군에 비해 다소 감소하였다. 전반적인 기호도는 대조군과 각 첨가군에서 유의적인 차이를 보였으며, 김 분말 6.25% 첨가군에서 7.41로 가장 높은 점수를 보였다. 김 분말을 8.75% 첨가한 쿠키에서는 색, 맛, 질감, 향 및 전반적인 만족도가 6.25% 첨가군에 비해 다소 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 쿠키에 김 분말을 첨가할 때는 밀가루 중량의 6.25% 수준에서 첨가하는 것이 색, 맛, 바삭거리는 정도, 향 및 전반적인 만족도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

## IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 김 분말의 첨가 비율을 달리하여 쿠키를 제조하여 이들 쿠키의 이화학적 제품특성 및 항산화

Table 8. Sensory evaluation scores of black rice cookies containing various amount of dried laver powder

Measurement	Treatment			
	Control	1.25%	6.25%	8.75%
Color	4.13±1.48 <sup>a1)</sup>	5.81±1.32 <sup>b</sup>	6.07±1.84 <sup>c</sup>	6.41±1.97 <sup>d</sup>
Taste	5.95±1.33 <sup>a</sup>	6.01±1.96 <sup>a</sup>	6.77±1.50 <sup>b</sup>	5.97±1.87 <sup>a</sup>
Crispness	5.92±1.91 <sup>a</sup>	6.43±1.02 <sup>b</sup>	6.68±1.90 <sup>bc</sup>	6.08±1.13 <sup>a</sup>
Flavor	5.51±1.68 <sup>a</sup>	6.07±1.95 <sup>b</sup>	6.96±1.41 <sup>c</sup>	6.25±1.08 <sup>b</sup>
Overall acceptance	5.91±1.95 <sup>a</sup>	6.68±1.28 <sup>b</sup>	7.41±1.78 <sup>c</sup>	6.53±1.88 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values with the different superscript within the same row are significantly different at  $p<0.05$ .

활성을 분석하였다. 김 분말 첨가 쿠키의 수분함량은 3.52~4.84%로 대조군에 비해 다소 높게 나타났다. 회분함량의 경우, 김 분말을 1.25%와 6.25% 첨가한 쿠키는 대조군과 비교할 때 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 김 분말 8.75% 첨가군은 대조군에 비해 약 1.5배 높은 회분함량을 나타냈다. 쿠키의 조지방 함량은 대조군과 실험군 사이의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 모든 쿠키에서 34%로 높은 경향을 보였다. 조단백질은 쿠키에 첨가하는 김 분말 함량이 증가할수록 높은 것으로 나타났다. 김 분말 첨가량이 증가할수록 pH는 6.79~6.48로 대조군(6.87)에 비해 다소 감소하는 경향을 보였고, 당도는 1.9~2.0°Brix까지 증가하였으며, 대조군과 첨가군 사이에 유의적인 차이를 보였다. 쿠키의 색도 측정에서 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b)는 김 분말 첨가량이 증가함에 따라 통계적으로 유의성 있게 감소하였다. 쿠키의 경도는 김 분말 함량이 증가함에 따라 대조군에 비해 증가하여 김 분말을 8.75% 첨가한 쿠키의 경도가 가장 높은 값을 보였다. 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 김 분말 첨가량에 비례하여 증가하였고, 대조군 및 각 실험군에서 통계적으로 유의성 있는 증가를 나타냈다. DPPH와 ABTS radical 소거능 역시, 김 분말 첨가군이 대조군에 비해 radical 소거활성이 높게 나타나 김 분말 첨가량이 증가할수록 항산화활성도 증가하는 것으로 보인다. 관능검사서 맛, 색, 바삭거리는 정도 및 전반적인 기호도 평가에서 김 분말을 6.25% 첨가한 쿠키가 가장 선호도가 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과를 통하여 김은 항산화 활성이 우수한 소재이며 김 분말을 첨가하여 쿠키를 제조할 때 첨가하는 적정 수준은 밀가루 중량 대비 6.25% 수준이 가장 적당할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 한식세계화용역연구사업(한식우수성 기능성 연구, 911051-1)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## References

- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed., Association of official analytical chemists. Washington, DC, USA. Ch. 3, pp 1-26
- Bocanegra A, Bastida S, Benedí J, Ródenas S, Sánchez-Muniz FJ. 2009. Characteristics and nutritional and cardiovascular health properties of seaweeds. *J Med Food* 12(2):236-258
- Cho HS, Kim KH. 2013. Quality characteristics of cookies prepared with Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(11):1799-1804
- Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *Korean J Food Culture* 21(5):541-549
- Dawczynski C, Schubert R, Jahreis G. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fiber in edible seaweed products. *Food Chem* 103(3):891-899
- Fardet A, Rock E, Remesy C. 2008. Is the *in vitro* antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected *in vivo*? *J Cereal Sci* 48(2):258-276
- Hwang ES. 2013. Composition of amino acids, minerals, and heavy metals in differently cooked laver (*Porphyra tenera*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(8):1270-1276
- Jeong E-J, Kim K-P, Bang B-H. 2012. Quality characteristics of cookies added with guava (*Psidium guajava* L.) leaf powder. *Korean J Food Nutr* 25(2):317-323
- Ji JR, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of cookies with varied concentration of blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(3):433-438
- Jimenez-Escrig A, Goni CI. 1999. Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds. *Arch Latinoam Nutr* 49(2):114-120
- Jung KJ, Lee SJ. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida* Suringer) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(10):1453-1459
- Kang HJ, Choi HJ, Lim JK. 2009. Quality characteristics of cookies with ginseng powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(11):1595-1599
- Kim HS, Shin ES, Lyu ES. 2010. Optimization of cookies prepared with *Hizikia fusiformis* powder using response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci* 26(5):627-635
- Kim JY. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30(6):1373-1380
- Kim YJ, Jung IK, Kwak EJ. 2010. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with *Pleurotus eryngii* powder. *Korean J Food Sci Technol* 42(2):183-189
- Korean Industrial Standard (KS). 2004. Dried laver (H6025)
- Larsen R, Eilertsen K-E, Elvevoll EO. 2011. Health benefits of marine foods and ingredients. *Biotechnol Advan* 29(5):508-518
- Lee EJ, Kim HI, Hong GJ. 2011. Quality characteristics of cookies added with *Nelumbo nucifera* G. powder. *Korean J Food Culture* 26(4):394-399
- Lee GW, Choi MJ, Jung BM. 2010. Quality characteristics and antioxidative effect of cookies made with *Capsosiphon fulvescens* powder. *Korean J Food Cook Sci* 26(4):381-389
- Lim EJ. 2008. Quality characteristics of cookies with added *Enteromorpha intestinalis*. *Korean J Food Nutr* 21(3):300-305
- O'Sullivan AM, O'Callaghan YC, O'Grady MN, Queguineur B, Hanniffy D, Troy DJ, Kerry JP, O'Brien NM. 2011. *In vitro* and cellular antioxidant activities of seaweed extracts prepared from five brown seaweeds harvested in spring from the west coast of Ireland. *Food Chem* 126(3):1064-

1070

- Park YS, Kim SJ, Chang H. 2008. Isolation of anthocyanin from black rice (*Heugjinjubyeo*) and screening of its antioxidant activities. *Korean J Microbiol Biotechnol* 36(1):55-60
- Park BH, Cho HS, Park SY. 2005. A study on the antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lycii fructus* powder. *Korean J Food Cook Sci* 21(1):94-102
- Pyo S, Lee SM, Joo N. 2010. Optimization of germinated brown rice cookie prepared with seatangle (*Lamiraria longissima*) powder. *Korean J Food Cook Sci* 26(5):617-626
- Rhee CO, Song SJ, Lee YS. 2000. Volatile flavor components in cooking black rice. *Korean J Food Sci Technol* 32(5):1015-1021
- Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Norinobu S, Kawakishi S, Choi SW, Osawa T. 1994. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O-β-D-glucoside and cyanidin. *J Agric Food Chem* 42(11):2407-2411
- Yan X, Chuda Y, Suzuki M, Nagata T. 1999. Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hijikia fusiformis*, a common edible seaweed. *Biosci Biotechnol Biochem* 63(3):605-607
- Yan X, Li X, Zhou C, Fan X. 1996. Prevention of fish oil rancidity by phlorotannins from *Sargassum kjellmanianum*. *J Appl Phycol* 8(3):201-203
- Yoon HY, Yoon JM, Cho MH, Hahn TR, Paik YS. 1997. Physicochemical stability of anthocyanins from Korea pigmented rice. *Korean J Food Sci Technol* 29(2):211-217

Received on July10, 2014/ Revised on Aug.6, 2014/ Accepted on Aug.8, 2014