

흑미 미강 쿠키의 항산화활성 및 품질특성

주신윤¹ · 최해연^{2*}

¹숙명여자대학교 식품영양학과
²공주대학교 교육대학원 가정교육

Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Black Rice Bran Cookies

Shin Youn Joo¹ and Hae-Yeon Choi^{2*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea
²Home Economics Education, Graduate School of Education, Kongju National University, Chungnam 314-701, Korea

Abstract

Black rice bran powder has potential medical uses and functionality. In this study, we assessed the antioxidant activity and quality characteristics of cookies containing various concentrations (0, 1, 3, 5, 7, and 9%) of black rice bran powder. To analyze quality characteristics, proximate composition, fatty acid composition, amino acid composition, bulk density and pH of the dough, spread factor, loss rate, leavening rate, color, texture profile analysis, and sensory evaluations were measured. Black rice bran cookies (7%) contained more crude protein ($10.67 \pm 0.33\%$) compared to control ($5.84 \pm 0.06\%$). The total unsaturated fatty acid contents of the control and 7% black rice bran cookies were 30.44 and 30.81%, respectively. The amino acid content of 7% black rice bran cookie was higher than that of control. Bulk density of the dough, moisture, spread factor, total polyphenol content, and DPPH free radical scavenging activity of the cookies significantly increased with increasing content of black rice bran powder, whereas pH of the dough, loss rate, leavening rate, and L values of the cookies decreased. Additionally, consumer acceptability scores for the 7% black rice bran cookie group ranked significantly higher than those of the other groups in terms of appearance, taste, flavor, texture, and overall preference. Taken together, the results of this study suggest that black rice bran powder is an effective ingredient for increasing the consumer acceptability and functionality of cookies.

Key words: antioxidant activity, black rice bran, cookie, fatty acid composition, amino acid composition

서 론

미강은 우리나라 주요 식량자원인 벼를 도정하여 얻어지는 부산물로 배아, 호분층 및 과피를 포함하고 있다(1). 쌀에는 tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol, 피틴산 등의 항산화 성분(2,3)과 식이섬유, γ -aminobutyric acid 등 다양한 생리 활성 성분이 함유되어 있는데 이들 대부분이 미강층에 분포되어 있다(4,5). 특수미라고 불리는 유색미 중 하나인 흑미는 본초강목에 음을 자양하고 신장을 보호하며 허리를 튼튼히 하고 간을 따뜻하게 하고 눈을 맑게 하며 피를 맑게 하는 작용이 있다고 밝혀져 있다(6,7). 흑미 미강의 에탄올 추출물과 색소 분획물의 항산화, 항암 및 항염증 활성이 백미보다 우수하다는 결과를 보여주었다(8,9). 또한, 적갈색미에 비하여 흑자색 유색미에서 더 높은 항산화 능력을 지니며, 이는 안토시아닌이 강력한 항산화제로 작용하기 때문인 것으로 알려져 있다(10,11). 유색미에 함유된 안토시아닌(cyanidin,

pheonidin, malvidin, pelargonidin, delphinidin flavylum 및 이들의 배당체)은 α -tocopherol과 유사한 항산화능을 지니고 있다고 보고하였으며, 흑미에서 분리 동정된 allantoin, oryzafuran, quercetin, vanillic acid, protocatechuic acid는 항산화능이 우수하고 피부질환의 치료에 효과가 높다고 알려졌다(12-14).

흑미의 가공에 관한 선행연구는 흑미가루를 첨가한 쿠키의 품질특성 연구(15), 흑미를 첨가한 인절미의 품질특성에 관한 연구(6), 흑미를 첨가하여 항산화성이 강화된 배추김치의 개발 및 품질특성(16), 흑미가루를 첨가한 밀가루 반죽의 물리적 특성(7), 쌀 배아와 흑미 미강 색소 첨가 배아젤리라고콜레스테롤 식이 흰쥐의 지질대사와 항산화 효소 활성에 미치는 영향(17), 흑미 미강 색소 분획의 쌀 배아 산패 억제 효과(18) 등이 보고되어 있다. 그러나 다양한 생리활성 성분이 함유되어 있는 흑미 미강에 대한 기초연구와 흑미 미강을 식품에 응용한 연구는 부족한 실정이다.

*Corresponding author. E-mail: prochoi@kongju.ac.kr
Phone: 82-41-850-8520, Fax: 82-41-850-8520

최근 식생활 패턴이 서구화되고 간편화되면서 빵과 과자에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한 유기농 식품, 기능성식품 등의 웰빙 식품에 대한 관심이 증대되면서 기능성이 첨가된 부재료를 활용한 식품을 개발하기 위해 많은 노력을 하고 있다(19). 쿠키는 수분 함량이 적어 저장성이 우수한 식품으로 먹기에 간편하고 맛이 좋아 현대인들의 주된 간식으로 애용되고 있으며, 쿠키에 기능성을 가진 천연 소재를 첨가하여 건강에 유익한 쿠키를 제조하는 연구가 활발히 진행되고 있다(20). 이와 관련된 기능성 쿠키에 대한 연구에는 청국장 쿠키(19), 모시잎 첨가 쿠키(21), 솔잎 쿠키의 항산화 활성(22), 아스파라거스 분말 첨가 쿠키(23), 참당귀 추출물을 첨가한 쿠키(24), 울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 활용한 아메리칸 쿠키(25) 등이 있다. 그러나 이들의 연구는 대부분 기능성 소재를 넣은 쿠키의 품질특성을 연구한 것으로, 제조된 쿠키의 생리활성을 함께 측정하는 연구는 미흡하다.

그러므로 본 연구에서는 여러 생리활성 물질이 함유되어 있다고 알려진 흑미 미강 분말을 쿠키에 첨가하여 흑미 미강 쿠키를 제조하고 그 품질특성과 항산화 활성을 측정함으로써 맛과 품질이 우수한 기능성 쿠키를 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

충남 서천에서 2010년 수확하여 2011년 9월에 탈곡한 흑미를 분쇄기로 미세 분쇄하여 40 mesh의 표준망체에 내린 다음 폴리에틸렌 백에 넣어 -40°C deep freezer(DFU-128E, Operon Co., Kimpo, Korea)에 보관하면서 사용하였다. 박력분과 설탕은 씨제이 제일제당(주), 버터는 서울우유, 소금은 해표 꽃소금에서 제조 시판하는 것을 구입하여 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), Folin & Ciocalteu 시약, gallic acid 등의 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였고 그 외의 시약은 1급을 사용하였다.

쿠키의 제조

쿠키는 Lim 등(26)의 제조방법을 참고하여 Table 1과 같은 재료와 분량으로 제조하였다. 계량된 버터, 설탕, 소금을 반죽기(model K5SS, kitchen Aid Co., Joseph, MI, USA)에 넣어 2단으로 작동시키고 난황을 조금씩 넣어가며 5분간 혼합하여 크림상태로 만들었다. 여기에 체로 친 박력분과 흑미

미강 가루를 넣고 혼합한 후 냉장고에서 1시간 휴지시켰다. 휴지시킨 반죽을 5 mm 두께로 만든 후 직경 40 mm의 원형 쿠키 틀로 찍어 성형하여 170°C의 오븐(G-501P, LG, Changwon, Korea)에서 12분간 구웠다. 완성된 쿠키는 실온에서 1시간 방냉 한 후에 실험의 시료로 이용하였다.

흑미 미강 분말과 쿠키의 일반성분 분석

본 실험에서 기능성 소재로서 쿠키에 첨가한 흑미 미강 분말과 흑미 미강 무첨가 쿠키, 항산화 활성이 높고 관능평가에서 가장 우수한 점수를 받은 7% 흑미 미강 첨가 쿠키를 일반성분 분석의 시료로 사용하였다. 이들 시료의 일반성분으로 수분, 조지방, 조회분, 조단백질, 조섬유를 AOAC법(27)에 준하여 분석하였다. 즉, 수분함량은 105°C 상압건조법을 이용하여 측정하였고, 조지방 정량은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다. 조회분은 건식회화법, 조단백질은 micro Kjeldahl 법, 조섬유는 Henneberg-Stohmann법으로 정량하였다.

흑미 미강 분말과 쿠키의 지방산 분석

추출된 유지시료(흑미 미강 분말, 흑미 미강 무첨가 쿠키, 7% 흑미 미강 첨가 쿠키) 약 20 mg을 마개가 있는 시험관에 취하여, 메탄올에 녹인 0.5 N 수산화나트륨 용액 2 mL를 첨가한 후, 100°C heating block에서 5분간 가열한 뒤 실온으로 냉각시켰다. 여기에 14% BF₃-methanol 2 mL를 가하고 다시 5분간 반응시킨 후, 내부표준물질 1 mL와 이소옥탄 1 mL를 넣고 격렬히 진탕하였다. 반응이 끝나면 시료가 든 튜브에 포화식염수 2 mL를 넣은 다음 무수황산나트륨을 통과시켜 탈수시켰다. 탈수된 지방산 메틸 에스테르 시험액을 받아 GC(gas chromatography flame ionization detector, HP-6890GC FID, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 분석하였다.

흑미 미강 분말과 쿠키의 아미노산 분석

시료(흑미 미강 분말, 흑미 미강 무첨가 쿠키, 7% 흑미 미강 첨가 쿠키)를 분쇄한 후, 1 g를 취하여 ampule에 넣고 6 N HCl 15 mL를 가한 다음 N₂로 치환하여 신속하게 밀봉하였다. 이를 105°C 오븐에서 24시간 가수분해 시킨 후에 방냉하여 탈이온수로 50 mL 플라스크에 정용 후 0.2 µm membrane 필터로 여과하였다. 여액 2 mL를 취해 25 mL 정용한 후, 이를 AccQ-Tag 방법(28)으로 유도체화 시키고 아미노산 분석기(pump PU-980, detector FP-920, autosampler AS-950-10, Jasco, Osaka, Japan)를 이용하여 분석하였다.

흑미 미강 분말과 쿠키의 총페놀 화합물 및 항산화 활성 측정

시료액 조제: 흑미 미강 1 g에 ethanol 99 mL를 가하고, 24시간(20°C) 동안 100 rpm으로 shaking incubator(SI-900R, Jeio Tech, Kimpo, Korea)에서 추출한 여과액을 2배 희석하여 시료액으로 사용하였고, 쿠키는 10 g에 ethanol을 90 mL를 가하여 24시간(20°C) 동안 100 rpm으로 shaking incubator에서 추출한 후 여과하여 시료액으로 사용하였다.

Table 1. Ingredients of black rice bran cookies (g)

Ingredients	Black rice bran cookies					
	Control	1%	3%	5%	7%	9%
Flour	100	99	97	95	93	91
Black rice bran	0	1	3	5	7	9
Butter	65	65	65	65	65	65
Sugar	30	30	30	30	30	30
Egg	12	12	12	12	12	12
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

총 페놀화합물 함량 측정: 총 페놀 화합물의 함량은 Folin-Denis's phenol method(29)에 준하여 측정하였다. 시료액 150 μ L에 2400 μ L의 증류수와 2 N Folin-Ciocalteu reagent 150 μ L를 가한 후 3분간 방치하고 1 N sodium carbonate (Na_2CO_3) 300 μ L를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co.)를 사용하여 검량선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량은 시료 100 g 중의 mg gallic acid(mg GAE/100 g)로 나타내었다. 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

항산화 활성 측정: 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 대조군과 흑미 미강 첨가군 간의 상대적인 비교로 나타내었다. 항산화 활성은 Lee 등(30)의 방법에 따라 DPPH radical에 대한 소거활성을 측정하여 비교, 분석하였다. 즉, 시료액 4 mL에 DPPH solution(1.5×10^{-4}) 1 mL를 가하여 교반한 다음 암소에서 30분간 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신 에탄올을 가한 대조군의 흡광도를 함께 측정하여 DPPH free radical 소거활성을 백분율로 나타내었고 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

흑미 미강 쿠키의 품질평가

반죽의 밀도, pH 측정: 쿠키 반죽의 밀도는 50 mL 메스 실린더에 증류수 30 mL를 넣고 5 g의 쿠키반죽을 넣었을 때 늘어난 부피를 측정하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 계산하였다. pH는 반죽 5 g과 증류수 45 mL를 넣고 교반시킨 후 여과(Whatman NO. 2)한 여액을 pH meter(Corning 340, Mettler Toledo, Burington, UK)로 측정하였다. 반죽의 밀도, pH는 각각 5회씩 측정하였다.

쿠키의 퍼짐성, 손실율, 팽창율 측정: 쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 쿠키의 직경(mm)과 쿠키 6개의 높이(mm)를 각각 측정한 후 AACC Method 10-50D의 방법(27)을 이용하였다. 쿠키의 직경은 쿠키 6개를 가로로 정렬해 그 길이를 측정한 후 각각의 쿠키를 90°로 회전시켜 다시 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값을 계산하였다. 두께는 6개의 쿠키를 세로로 쌓아올려 높이를 측정한 후 해체해 쌓아 올린 순서를 바꾸어 다시 쌓아올려 높이를 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값을 얻었다. 손실율과 팽창율은 쿠키의 굽기 전과 구운 후, 대조군 및 실험군의 중량을 각각 측정하여 그 차이에 대한 비율로 산출하였고 5회 반복 측정하였다.

$$\text{Spread factor} = \frac{\text{쿠키 6개에 대한 평균 넓이(mm)}}{\text{쿠키 6개에 대한 평균 두께(mm)}}$$

$$\text{Loss rate} = \frac{\text{굽기 전후 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 반죽 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

$$\text{Leavening rate} = \frac{\text{굽기 전후의 실험군 쿠키의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전후의 대조군 제품의 중량 차(g)}} \times 100$$

쿠키의 색도 측정: 색도 측정은 색도계(Colorimeter,

CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L값(lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)으로 나타내었다. 사용한 표준 백색판(standard plate)은 L=97.26, a=-0.07, b=+1.86이었으며 각 실험은 5회 반복하여 얻은 평균값과 표준편차로 나타내었다.

쿠키의 경도 측정: 제조한 쿠키의 조직감은 Texture Analyser(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, UK)로 측정하여 경도(hardness) 값을 나타내었다. Hardness는 그래프 중 최고 피크점을 기준으로 하였으며 각 실험군별로 25회 반복하여 측정된 값의 평균값과 표준편차로 나타내었다. 시료는 직경 45 mm 높이 4.5 mm로 하였으며 probe는 3 mm cylinder probe를 사용하였다. 분석조건은 pre-test speed 3.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, return speed 5.0 mm/sec, test distance 3.0 mm, trigger force 5 g으로 하였다.

관능검사: 제품의 관능검사는 30명의 검사요원들을 대상으로 실험목적 및 평가항목들에 대해 설명하였고 훈련과정을 거친 다음 관능평가에 임하게 하였다. 시료의 평가는 제조 후 1시간 동안 방냉한 것을 이용하였고, 시료번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 표시하였다. 모든 시료는 동시에 제공하여 7점 척도법으로 관능특성을 평가하도록 하였다. 일정한 크기(직경 4.5 cm, 높이 0.45 cm)의 쿠키를 흰색 폴리에틸렌 1회용 접시에 담아 제공하였고 한 개의 시료를 먹고 난 다음 물로 헹군 뒤 평가하도록 하였다. 소비자 기호도 평가항목은 전반적인 기호도(overall preference), 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 색(color)으로서 매우 좋다 7점, 매우 싫다 1점으로 하였고 특성강도의 평가항목은 흑미 미강 향(black rice bran flavor), 느끼한 향(oily flavor), 고소한 맛(roasted nutty), 부드러운 정도(tenderness), 삼킨 후의 느낌(after taste)을 아주 강하다 7점, 아주 약하다 1점으로 하였다.

통계처리

본 연구의 모든 결과는 통계분석용 프로그램인 SPSS (12.0 version, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 각 실험군의 평균치간 차이의 유의성은 Student's *t*-test로 검정하였다. 또한 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

결과 및 고찰

흑미 미강 분말과 쿠키의 일반성분 분석

흑미 미강 분말과 쿠키의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 흑미 미강의 조섬유는 $29.13 \pm 0.12\%$, 조지방은 $14.74 \pm 0.03\%$, 수분은 $10.01 \pm 0.02\%$, 조단백질은 $8.65 \pm 0.39\%$ 인 것으로 나타났다. Cho 등(18)은 미강의 조지방, 수분, 조단백질의 함량이 각각 22.8 ± 0.1 , 8.6 ± 0.1 , $9.4 \pm 0.1\%$

Table 2. Proximate composition of black rice bran and black rice bran cookies (%)

Composition	Black rice bran	Black rice bran cookies	
		Control	7%
Moisture	10.01±0.02 ¹⁾	4.98±0.00**	5.35±0.01
Carbohydrate ²⁾	58.35±0.36	64.66±1.37	58.97±1.36
Crude lipid	14.74±0.03	24.05±1.30	24.22±1.04
Crude ash	8.27±0.02	0.47±0.01*	0.80±0.00
Crude protein	8.65±0.39	5.84±0.06*	10.67±0.33
Crude fiber	29.13±0.12	2.28±0.06*	3.47±0.01

¹⁾Mean±SD (n=5).

²⁾The percentage of carbohydrate calculated by 100% sub total (%).

Means between two groups (control and 7% black rice bran cookies) are significantly different at *p<0.05 and **p<0.01 by Student's *t*-test.

로 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과치보다 다소 높은 함량을 보여주었다. 대조군과 흑미 미강 7% 첨가 쿠키를 비교했을 때 7% 첨가군의 수분, 회분, 단백질, 섬유소의 함량이 대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 이는 흑미 미강 분말이 쿠키에 부족하기 쉬운 단백질과 섬유소를 보충해주는 효과를 나타내어 바람직한 영향을 줄 것으로 생각된다.

흑미 미강 분말과 쿠키의 지방산 분석

흑미 미강 분말과 쿠키의 지방산 조성은 Table 3에 제시하였다. 흑미 미강에는 oleic(38.76%), linoleic(36.29%) 및 palmitic acid(17.52%)가 전체 지방산의 92% 이상을 차지하고 있었으며 그 외에 stearic acid, lignoceric acid, linolenic

acid가 각각 1.77, 1.56, 1.45%로 소량 함유되어 있다. 이러한 결과는 Cho 등(18)의 미강 연구 결과와 일치하는 것으로, 흑미 미강은 약 80%의 불포화지방산과 약 20%의 포화지방산으로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 쿠키의 경우 두 시료 모두에서 65%의 포화지방산과 30%의 불포화지방산을 나타내어 포화지방산의 함량이 높게 나타났다. 이러한 결과는 쿠키 제조 시 첨가하는 버터에 함유된 포화지방산이 영향을 미친 것으로 판단된다. 대조군과 시료 첨가 쿠키의 지방산 조성에서 큰 차이를 나타내지는 않았지만, 7% 첨가군의 경우 대조군에 비해 linoleic acid의 함량이 유의적으로 증가하였다. 이는 쿠키 제조 시 흑미 미강 분말을 첨가할 경우 건강에 유익한 지방산의 함량을 높여주어 바람직한 것으로 사료된다.

흑미 미강 분말과 쿠키의 아미노산 분석

흑미 미강 분말과 쿠키의 아미노산 조성은 Table 4에 제시하였다. 흑미 미강에는 glutamic acid 및 aspartic acid와 같은 산성아미노산의 함량이 각각 1164.05±10.37, 846.97±9.36 mg%로 가장 많이 함유되어 있으며, 그 다음으로 arginine, leucine, alanine, lysine이 각각 631.88±19.36, 572.50±6.86, 535.17±5.03, 524.85±8.89 mg% 순으로 낮았다. 이러한 결과는 흑미에 glutamic acid와 aspartic acid가 가장 높게 나타났다고 보고한 Kim 등(31)의 연구결과와 일치하였다. Choi 등(32)은 아미노산 중 glutamic acid와 aspartic acid, arginine의 함량이 많을수록 밥맛이 좋다는 연구결과

Table 3. Fatty acid composition of black rice bran and black rice bran cookies (%)

Fatty acid composition	Black rice bran	Black rice bran cookies	
		Control	7%
Saturated fatty acid			
Caproic acid (C6:0)	—	0.91±0.01 ¹⁾	1.01±0.01
Caprylic acid (C8:0)	—	1.00±0.08	1.04±0.01
Capric acid (C10:0)	—	2.16±0.01*	2.01±0.01
Lauric acid (C12:0)	—	6.07±0.00*	5.88±0.01
Myristic acid (C14:0)	0.39±0.00	11.95±0.02	11.70±0.07
Palmitic acid (C16:0)	17.52±0.01	32.16±0.01	32.19±0.01
Stearic acid (C18:0)	1.77±0.00	11.52±0.01	11.57±0.02
Arachidic acid (C20:0)	0.81±0.00	0.18±0.02	0.20±0.01
Behenic acid (C22:0)	0.70±0.01	—	—
Lignoceric acid (C24:0)	1.57±0.01	—	—
Total	22.76±0.02	65.99±0.12**	65.49±0.10
Unsaturated fatty acid			
Myristoleic acid (C14:1)	—	1.04±0.01	0.96±0.01
Palmitoleic acid (C16:1)	0.17±0.01	1.83±0.01	1.73±0.01
Oleic acid (C18:1)	38.76±0.01	24.04±0.01	23.92±0.01
Linoleic acid (C18:2)	36.29±0.00	2.72±0.00**	3.40±0.01
Linolenic acid (C18:3)	1.45±0.00	0.72±0.01	0.72±0.00
Gadoleic acid (C20:1)	0.59±0.02	0.09±0.01	0.08±0.01
Total	77.26±0.02	30.44±0.04	30.81±0.01
Unknown	0.0±0.00	3.61±0.01	3.59±0.01
Total	100	100	100

¹⁾Mean±SD.

Means between two groups (control and 7% black rice bran cookies) are significantly different at *p<0.05 and **p<0.01 by Student's *t*-test.

Table 4. Amino acid composition of black rice bran and black rice bran cookies (mg%)

Amino acid composition	Black rice bran	Black rice bran cookies	
		Control	7%
Aspartic acid	846.97±9.36	230.58±3.09 ^{1)***}	360.98±1.54
Threonine	310.69±4.08	127.57±3.14 ^{***}	187.85±1.11
Serine	378.73±4.55	219.23±3.42 ^{***}	312.51±0.54
Glutamic acid	1164.05±10.37	1478.19±24.29 ^{***}	1994.65±14.93
Proline	368.82±10.82	450.72±5.25 ^{***}	616.26±10.37
Glycine	466.77±5.53	154.48±3.08 ^{***}	232.65±2.40
Alanine	535.17±5.03	164.74±1.27 ^{***}	248.76±1.01
Valine	451.32±5.02	207.75±3.73 ^{***}	306.33±0.47
Methionine	43.61±1.08	62.80±8.71	86.80±3.57
Isoleucine	274.56±3.72	167.42±1.86 ^{***}	234.31±1.09
Leucine	572.50±6.86	329.36±1.19 ^{***}	454.26±5.88
Tyrosine	159.62±6.62	38.67±3.54	111.83±615
Phenylalanine	367.26±5.87	226.95±4.86 ^{***}	324.46±3.08
Lysine	524.85±8.89	126.06±3.31 ^{***}	198.37±2.65
Histidine	259.07±5.14	99.73±4.32 ^{***}	147.35±4.17
Arginine	631.88±19.36	141.12±10.71 [*]	251.71±3.94
Total	7202.86±325.12	4104.07±110.47 ^{***}	6013.17±72.93

¹⁾Mean±SD.

Means between two groups (control and 7% black rice bran cookies) are significantly different at * $p<0.05$ and *** $p<0.0001$ by Student's *t*-test.

를 나타내어, 흑미 미강의 첨가가 영양의 보충뿐만 아니라 관능적 특성도 좋게 할 것으로 사료된다. 흑미 미강 7% 첨가 쿠키의 경우 glutamic acid, proline, leucine이 각각 1994.65±14.93, 616.26±10.37, 454.26±5.88 mg%로 높게 나타났으며 대조군의 경우도 7% 첨가군과 같은 경향을 나타내었다. 흑미 미강 7% 첨가 쿠키와 대조군에 함유된 아미노산의 함량을 비교해본 결과, 대부분의 아미노산이 7% 첨가 쿠키에서 유의적으로 높게 측정되었으며 전체 아미노산 함량도 유의적으로 높게 나타났다. 따라서 흑미 미강에는 arginine, leucine, lysine, valine 등의 필수아미노산이 골고루 많이 분포되어 있어 주요한 아미노산 공급원으로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

흑미 미강 분말과 쿠키의 총 페놀 화합물 함량

흑미 미강 분말 첨가 쿠키의 총 페놀 화합물의 함량은 Fig.

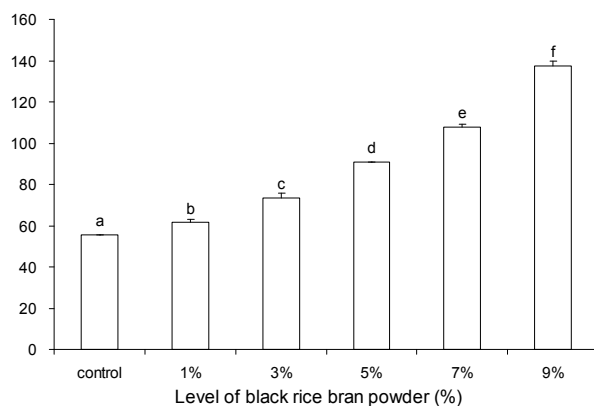


Fig. 1. Content of total polyphenol in black rice bran cookies. Different superscripts (a-f) indicate significant differences at $p<0.001$ by Duncan's multiple range test.

1에 제시하였다. 흑미 미강 분말의 총 페놀 화합물 함량은 11.81±0.03 mg GAE/g으로 측정되었다. Chung과 Lee(33)의 연구에서 흑미의 페놀 화합물은 50% 이상이 tannin으로 구성되어 있고, 분자량이 큰 flavanol 및 flavonoid의 함량은 비교적 낮은 것으로 나타났다.

대조군의 총 페놀 화합물의 함량은 55.65±0.11 mg GAE/100 g으로 흑미 미강 쿠키의 총 페놀 화합물의 함량인 61.80±1.06~137.49±2.08 mg GAE/100 g에 비해 낮게 나타났으며, 흑미 미강 분말의 첨가량이 증가함에 따라 총 페놀 화합물이 유의적($p<0.001$)으로 증가하였다. Adom 등(34)은 밀가루에 함유된 ferulic acid, flavonoid, lutein, zeaxanthin, β -cryptoxanthin 등의 phytochemical이 항산화능에 영향을 준다고 보고하여 흑미 미강이 첨가되지 않은 대조군에도 페놀 화합물이 존재함을 확인하였다. Seo 등(35)의 연구에서는 일반 백미에 비해 특수미는 그 종류에 따라 약 2~9배의 높은 total polyphenol을 함유하는 것으로 나타났으며 이는 특수미에 함유된 상당량의 anthocyanin에서 기인된 것으로 보고하였다. 또한 쌀에는 insoluble polyphenol이 총 polyphenol의 25~47% 정도를 차지하는 것으로 나타나 이는 polyphenol이 다당류 및 올리고당과 함께 존재하기 때문이라고 하였다. 이에 본 연구에서는 여러 문헌을 바탕으로 기대했던 페놀 함량에 비해 흑미 미강의 총 페놀 함량이 적게 나온 것은 총 페놀 중 insoluble polyphenol이 증류수에 용해되지 못하여 발생한 결과라고 생각된다.

흑미 미강 분말과 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능

흑미 미강 분말 첨가 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능에 대한 결과는 Fig. 2에 제시하였다. 흑미 미강 분말의 유리 라디칼 소거능은 100 μ g/mL 수준에서 35.33±0.74%로 나타났다.

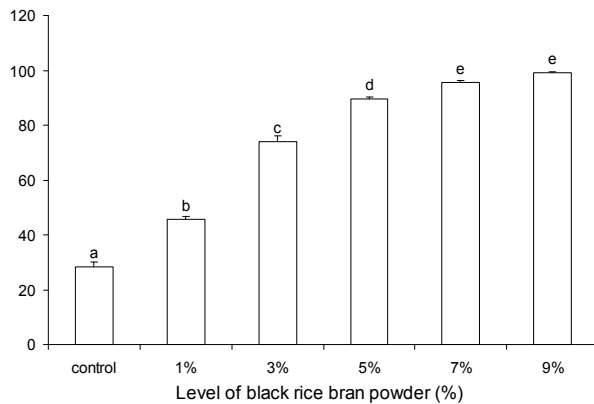


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of black rice bran cookies. Different superscripts (a-e) indicate significant differences at $p < 0.001$ by Duncan's multiple range test.

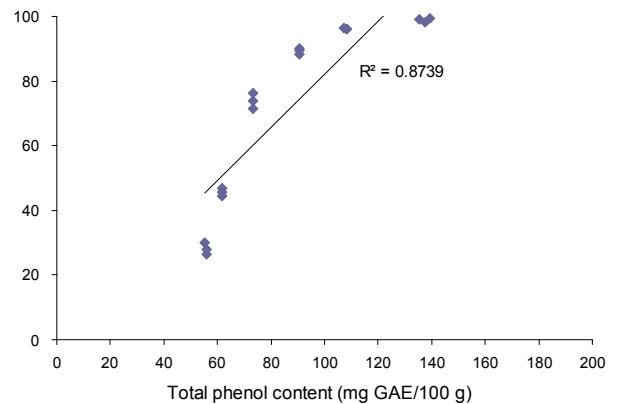


Fig. 3. Correlation between total phenol content (mg GAE/100 g) and DPPH radical scavenging activity (%) of black rice bran cookies. $r^2=0.8739$ (Pearson correlation; $p < 0.001$).

Kang 등(36)의 연구에서 최근 항산화제로 알려진 phytic acid의 함량을 쌀의 종류에 따라 측정하였으며, 그 결과 백미, 적색미, 흑미 순으로 phytic acid의 함량이 높은 것으로 나타났다. Phytic acid는 체내물질의 산화에 촉매 작용을 하는 전이금속 이온을 효과적으로 제거하는 물질이라고 알려져 있다. 이러한 항산화 물질이 본 연구의 흑미 미강 분말에도 다량 함유되어 있을 것으로 사료된다. 흑미 미강 첨가 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 $45.67 \pm 1.17 \sim 98.97 \pm 0.56\%$ 로 대조군의 $28.16 \pm 1.81\%$ 에 비해 높은 라디칼 소거능을 나타내었으며, 시료의 첨가량이 증가할수록 그 활성이 높아지는 결과를 보여주었다($p < 0.001$). 이러한 결과는 Choi(22)와 Lee 등(25)의 연구에서도 나타났는데, 항산화 활성을 가진 솔잎 분말을 쿠키에 첨가하였거나 울무 청국장과 밀겨 분말을 혼합하여 쿠키에 첨가한 경우 시료의 첨가량에 따라 쿠키의 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 것으로 보고하였다.

본 연구의 결과에서 흑미 미강 쿠키의 총 페놀화합물 함량과 DPPH 라디칼 소거능은 모두 흑미 미강 첨가량에 비례해서 증가하였다. 이는 페놀화합물의 함량이 항산화능에 관계하고 있음을 알 수 있는 결과라고 생각되어 둘의 상관관계를 분석한 결과 서로 양의 상관관계($r^2=0.8739$, $p < 0.001$, Fig. 3)를 나타내었다. 이러한 결과는 Choi(22)의 연구와 Lee 등

(25)의 연구에서도 보고된바 있다.

흑미 미강 쿠키의 품질특성

반죽의 밀도 및 pH: 흑미 미강 쿠키 반죽의 밀도와 pH를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 반죽의 밀도는 팽창 정도를 나타내고 완성된 쿠키의 향과 색깔에 영향을 미칠 수 있으며 (37,38), 밀도가 낮으면 쿠키가 딱딱하여 기호도가 감소하게 되며, 높을 경우 쉽게 부서지는 성질을 나타내어 상품성이 저하된다(24). 본 연구에서는 흑미 미강 분말을 첨가한 반죽의 밀도가 $1.10 \pm 0.01 \sim 1.20 \pm 0.03$ g/mL로 시료의 첨가량이 많을수록 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.01$). 쿠키 제조 시 식이섬유소가 함유된 첨가물을 넣을 경우 첨가물의 식이 섬유에 의해 반죽의 수분 흡수율이 증가하고 식이섬유소와 단백질의 상호작용이 반죽의 밀도를 높이는 결과를 가져올 수 있다는 연구(22)가 있다. 본 연구에서도 흑미 미강 분말에 함유된 식이섬유소로 인해 반죽의 밀도가 증가한 것으로 생각된다.

쿠키 반죽의 pH를 측정된 결과 흑미 미강 분말을 1~9% 첨가하였을 때 쿠키 반죽의 pH는 $5.36 \pm 0.05 \sim 5.82 \pm 0.02$ 의 범위로 대조군(6.07 ± 0.11)에 비해 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.001$). 이러한 결과는 본 연구의 흑미 미강 아미노산 분

Table 5. Quality characteristics of black rice bran cookies prepared with different addition of black rice bran powder

Item	Black rice bran cookies						F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	9%	
Bulk density (g/mL)	$1.10 \pm 0.01^{1a2)}$	1.13 ± 0.02^a	1.14 ± 0.03^a	1.15 ± 0.01^a	1.19 ± 0.03^b	1.20 ± 0.03^b	7.48**
pH	6.07 ± 0.11^d	5.82 ± 0.02^c	5.69 ± 0.09^b	5.64 ± 0.04^b	5.47 ± 0.06^a	5.36 ± 0.05^a	40.85***
Moisture contents (%)	4.98 ± 0.00^a	5.05 ± 0.03^a	5.14 ± 0.07^b	5.26 ± 0.04^c	5.35 ± 0.01^d	5.41 ± 0.02^d	44.65***
Spread ratio (%)	6.36 ± 0.09^a	6.36 ± 0.05^a	6.46 ± 0.02^b	6.47 ± 0.04^b	6.69 ± 0.03^c	6.93 ± 0.04^d	126.05***
Loss rate (%)	10.37 ± 0.26^{bc}	10.86 ± 1.07^{cd}	11.59 ± 0.89^d	9.22 ± 0.49^a	9.50 ± 0.50^{ab}	9.24 ± 0.96^a	9.12***
Leavening rate (%)	100.00 ± 2.16^b	102.72 ± 9.75^b	115.78 ± 4.75^c	94.23 ± 9.18^{ab}	95.35 ± 5.69^{ab}	89.19 ± 9.16^a	9.44***
Color L value	94.64 ± 7.09^f	75.04 ± 1.89^e	63.19 ± 1.71^d	55.47 ± 1.15^c	49.75 ± 1.49^b	45.64 ± 0.82^a	510.09***
a value	0.20 ± 0.53^a	9.01 ± 0.34^b	12.87 ± 0.22^c	13.14 ± 0.19^d	13.63 ± 0.26^c	13.41 ± 0.27^c	4089.59***
b value	0.41 ± 2.13^d	-16.29 ± 0.85^c	-21.40 ± 0.33^a	-20.93 ± 0.44^{ab}	-20.47 ± 0.35^b	-20.80 ± 0.35^{ab}	1142.86***
Hardness	811.35 ± 143.20^d	693.98 ± 151.34^c	579.40 ± 204.83^b	455.24 ± 138.81^a	423.06 ± 88.98^a	379.44 ± 77.01^a	25.21***

¹⁾ Mean \pm SD (n=5, but n=25 for hardness). ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

²⁾ Different superscripts (a-f) in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

석에서 그 함유량이 높게 나타나 흑미 미강첨가에 의해 증가한 유리 아미노산의 영향으로 pH가 감소하였다고 사료된다. Cho 등(18)의 보고에서도 미강에 다량의 단백질 성분이 함유되어 있고 그중 약 10% 함유되어 있는 유리아미노산의 영향으로 pH가 감소하였다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 또한 미강에 함유되어 있는 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid 등의 지방산의 존재도 결과에 영향을 준 것으로 보인다. 이러한 연구결과는 흑미쿠키(15), 마늘 첨가 쿠키(39), 유자 과피 가루 첨가 쿠키(40), 연잎 분말 첨가 쿠키(41)에서도 보고된 바 있다.

쿠키의 수분함량: 흑미 미강 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 수분함량은 Table 5와 같다. 쿠키의 수분함량은 $4.98 \pm 0.00 \sim 5.41 \pm 0.02\%$ 로 흑미 미강 분말의 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 실험에 사용된 흑미 미강 분말의 수분함량이 $10.01 \pm 0.02\%$, 밀가루 수분함량이 $13.23 \pm 0.03\%$ 로 흑미 미강 분말이 쿠키의 수분함량에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 그러나 흑미 미강에 함유된 많은 식이섬유소는 수분을 보유하는 성질을 가지고 있으며, 이에 흑미 미강의 첨가량에 따라 수분 보유력이 커졌기 때문에 첨가된 쿠키의 수분함량에 유의적인 차이가 나타났으리라 생각된다. 미강 첨가 쿠키(42)에서 첨가량이 증가할수록 수분함량이 유의적으로 감소하였음을 보고한 연구결과와 다른 경향을 나타낸 것이며, 울무 청국장 분말과 밀겨 분말 혼합 첨가 쿠키(25)에서 시료의 첨가량이 많을수록 수분함량이 유의적으로 높게 나타났다고 보고한 연구결과와 유사하였다.

쿠키의 퍼짐성, 손실율 및 팽창율 측정: 쿠키의 품질 요인 중에서 매우 중요한 인자로 작용하는 쿠키의 퍼짐성은 재료들을 반죽하고 성형하여 오븐에서 굽는 과정에서 쿠키의 반죽의 두께가 감소하고 직경이 커지는 현상을 뜻하며(43), 이러한 퍼짐성이 크거나 직경이 넓은 쿠키가 좋은 제품으로 인식되고 있다(44). 흑미 미강 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 퍼짐성, 손실율 및 팽창율은 Table 5와 같다. 흑미 미강 쿠키의 퍼짐성은 흑미 미강 분말의 첨가량이 증가될수록 대조군에 비해 유의적($p < 0.001$)으로 증가하는 경향을 보였다. Chang 등(45)은 미강 첨가 식빵의 제조 시 미강 10% 첨가 식빵까지는 미강 첨가에 의해 비용적이 증가한다고 하였다. 이러한 결과는 미강에 함유된 약 20%의 지방 때문이며, 미강의 monoglycerides 및 diglycerides가 제빵 과정에서 유화제 역할을 하여 비용적의 증가가 일어난다고 보고하였다. 본 연구에서도 흑미 미강에 함유된 지방 성분으로 인해 쿠키 재료간의 유화를 도와 퍼짐성이 증가한 결과가 나타났을 것으로 사료된다. Kim(46)은 부분팽화현미의 첨가량이 증가할수록 쿠키의 퍼짐성이 증가하였는데 이는 수분함량의 증가에 기인한다고 보고하였고, 본 연구의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 쿠키의 퍼짐성에 영향을 미치는 다른 요인으로는 여러 연구결과에서 확인할 수 있다.

Lim 등(26)의 부추첨가 쿠키 제조에 관한 연구에서 부추 첨가 비율이 증가할수록 반죽 내 섬유소 함량 증가로 퍼짐성이 감소하였다고 보고하였고, Lee와 Ko(47)의 연구에서 쿠키 제조 시 박력분을 딸기 분말로 대체함으로써 단백질 함량이 감소되어 결과적으로 대체량이 많을수록 퍼짐성 지수가 증가하였다고 보고하였다. 또한 자일리톨 첨가 sugar cookie 제조 시 다른 당알코올에 비해 자일리톨의 용해도와 수분 친화력의 차이에 의해 오븐 안에서의 수분 증발이 지연되고 남아있는 수분이 많아져서 퍼짐성이 줄어들었다고 보고(48)하여, 반죽에 부재료를 첨가할 경우 부재료의 이화학적 특성이 반죽의 퍼짐성에 많은 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있었다.

손실율은 대조군에 비해 흑미 미강 1%와 3%에서 높았으며, 5~9%는 낮게 나타났다. 이는 3% 첨가군까지는 퍼짐성이 증가함에 따라 표면적이 증가하여 오븐 안에서의 수분 증발이 용이해지기 때문인 것으로 생각되며 5% 이상의 첨가군에서는 반죽 내 함유된 섬유소에 의한 반죽의 수분 흡수율 증가 등으로 손실율이 다소 감소한 것으로 사료된다. 팽창율은 1%와 3% 첨가군에서 $102.72 \pm 9.75\%$ 와 $115.78 \pm 4.75\%$ 로 다소 증가하였으나, 5% 이상의 첨가군에서는 $89.19 \pm 9.16 \sim 94.23 \pm 9.18\%$ 로 첨가량에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 경향은 부추 분말 첨가 쿠키(26)의 연구결과와 일치하였다.

쿠키의 색도: 흑미 미강 분말 첨가 쿠키의 색도 측정 결과는 Table 5와 같다. 쿠키의 명도를 나타내는 L값은 흑미 미강 분말의 첨가량이 증가할수록 명도가 유의적으로 감소하여 점점 어두워지는 경향을 보였다($p < 0.001$). 이는 흑미 미강 자체의 색소의 영향인 것으로 생각되며, 청국장 분말을 첨가한 쿠키(19)의 연구에서도 같은 경향을 나타내었다. 흑미 미강 분말 첨가 쿠키의 a값은 흑미 미강이 지니는 붉은색에 기인하여 적색도를 나타내는 양의 값을 보였으며 첨가량이 많아질수록 양의 값이 높아지는 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 황색도를 나타내는 b값은 시료 첨가군에서 음의 값을 보여 흑미 미강의 첨가량이 증가할수록 청색도가 유의적으로 증가하는 것을 알 수 있었다($p < 0.001$). 흑미 가루를 첨가한 쿠키의 연구(15)에서 대조군이 유의적으로 가장 높게 평가되었고 흑미 가루를 첨가할수록 b값이 낮게 측정되었다는 결과와 일치하였다. 쿠키의 색은 일정한 조건하에서 주로 당에 의한 영향이 크고, 환원당에 의한 비효소적 갈변인 메일라드 반응, 열에 불안정한 당에 의한 카라멜화 반응에 의해 크게 영향을 받게 되며, 이 반응들은 쿠키를 굽는 과정에서 높은 온도에 의해 반응을 일으켜 쿠키의 색도에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(49). 따라서 본 연구에서 흑미 미강 분말의 첨가량이 증가할수록 L값과 a값이 증가하고 b값이 감소하는 것은 첨가하는 재료 자체의 색도에 의한 영향과 메일라드 반응, 카라멜화 반응 등에 기인하는 것으로 생각된다.

Table 6. Sensory evaluation of black rice bran cookies prepared with different addition of black rice bran powder

		Black rice bran cookies						F-value
		Control	1%	3%	5%	7%	9%	
Consumer acceptability	Overall preference	4.25±1.28 ^{1)a2)}	4.22±0.83 ^a	4.67±1.30 ^a	5.17±1.11 ^{ab}	5.89±1.10 ^b	5.00±0.71 ^{ab}	3.05*
	Appearance	4.56±1.01 ^a	4.18±1.08 ^a	4.30±1.25 ^a	4.92±0.86 ^{ab}	5.55±0.69 ^b	4.82±1.17 ^{ab}	2.59*
	Flavor	4.50±1.27 ^a	4.63±0.74 ^{ab}	4.75±0.62 ^{ab}	5.08±0.67 ^{abc}	5.56±0.53 ^c	5.30±0.67 ^{bc}	2.62*
	Taste	4.25±1.58 ^a	4.40±1.17 ^{ab}	4.72±1.00 ^{ab}	5.42±0.90 ^{bc}	6.11±0.93 ^c	5.14±0.90 ^{abc}	3.73**
	Texture	4.80±1.48	4.89±1.27	4.75±0.89	5.08±0.90	5.00±0.00	4.25±0.89	0.69
	Color	3.50±1.07 ^a	3.75±1.04 ^a	4.27±1.10 ^a	5.25±0.89 ^b	6.13±0.64 ^{bc}	6.22±0.67 ^c	13.74***
Characteristic intensity rating	Black rice bran flavor	1.27±0.47 ^a	2.64±1.08 ^b	3.15±1.21 ^{bc}	3.77±1.24 ^{cd}	4.46±1.33 ^{de}	4.85±1.41 ^e	14.76***
	Oily flavor	5.50±0.76 ^c	4.00±1.00 ^b	3.64±0.81 ^{ab}	3.20±0.79 ^{ab}	3.13±0.99 ^{ab}	2.90±0.99 ^a	9.64***
	Roasted nutty	3.33±1.50 ^a	3.29±1.27 ^a	4.07±1.00 ^{ab}	4.57±1.34 ^{bc}	5.14±0.53 ^c	5.30±1.06 ^c	6.90***
	Tenderness	3.25±1.21 ^a	3.75±1.29 ^{ab}	4.42±0.90 ^{bc}	5.08±0.90 ^{cd}	5.45±0.82 ^d	5.90±0.99 ^d	10.88***
	After taste	3.00±1.10 ^a	3.42±1.24 ^{ab}	4.18±1.25 ^{bc}	4.64±0.81 ^c	4.80±0.92 ^c	4.50±0.53 ^c	5.29***

¹⁾Mean±SD (n=30). *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

²⁾Different superscripts (a-e) in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

쿠키의 경도: 흑미 미강 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 조직감을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 흑미 미강 쿠키의 경도는 흑미 미강 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮게 나타났다. 쿠키의 경도는 여러 인자의 영향을 받는데 부재료의 수분함량이 적을 경우, 부재료의 첨가량이 많을 경우, 반죽의 밀도가 낮을 경우 상승하는 것으로 알려져 있다. 마늘 첨가 쿠키에 관한 연구(39)에서는 마늘 첨가량의 증가에 따라 수분함량이 높아져 쿠키의 경도가 감소한다고 보고되었고, 부추 분말 쿠키(26)에서는 부추 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽 내 섬유소 함량의 증가에 기이한 수분함량 증가가 쿠키를 부드럽게 한다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 본 연구에서 흑미 미강 분말 첨가량에 따라 쿠키의 경도가 감소하는 것은 흑미 미강에 함유된 약 15%의 지방이 반죽의 글리아딘과 글루테닌의 결합을 방해하고, 이미 형성된 글루텐 사이에 기름 막을 형성하여 글루텐끼리의 결합도 방해하여 나타난 결과라고 생각된다. 또한 첨가량이 증가된 흑미 미강 분말이 반죽 형성에 필요한 수분과 결합하여 글루텐 형성을 억제하고 그 결과 쿠키를 부드럽게 하는 연화작용이 일어났을 것이라 사료된다.

쿠키의 관능적 특성: 흑미 미강 분말 첨가 쿠키의 기호도와 특성강도 검사결과는 Table 6과 같다. 전반적인 기호도, 외관, 향, 맛에서 7% 첨가 쿠키의 점수가 가장 높았으며 조직감에서는 5% 쿠키가 5.08±0.09, 7% 쿠키가 5.00±0.00으로 보통 이상의 점수가 나타났다. 색의 기호도에서는 흑미 미강 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.001). Jang 등(42)의 연구에서 미강 첨가량이 증가할수록 쿠키 색상의 선호도가 낮아지는 경향을 나타내어 본 실험과는 다른 결과를 보여주었다. 기호도 측정의 결과에서 대조군에 비해 시료 첨가군의 점수가 높은 경향을 나타내어, 흑미 미강을 쿠키에 첨가할 경우 소비자의 기호도를 증진시킬 것으로 사료된다. 흑미 미강 9% 첨가군은 가장 기호도가 좋게 평가되었던 7% 첨가군에 비해 다소 낮은 점수를 받았지만 조직감

을 제외하고는 높은 기호도를 나타내어 조직감을 개선시킬 수 있는 요인을 찾는다면 상품성이 증가될 것으로 생각된다. 흑미 미강 특성 강도에서는 흑미 미강 향, 고소한 맛, 부드러운 정도에서 9% 첨가군이 유의적으로 가장 강하다고 하였으며 느끼한 향은 대조군이 유의적으로 가장 강하다는 결과를 얻었다. 삼킨 후의 느낌은 흑미 미강 분말을 첨가한 쿠키에서 높게 나타났다. 이러한 결과로 보아 쿠키에 흑미 미강 분말을 7% 첨가하는 것이 생리활성 기능과 기호도가 높아 바람직할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 흑미 미강 분말을 첨가(0, 1, 3, 5, 7, 9%)한 쿠키를 제조하여 쿠키의 항산화 활성을 입증하고 품질특성을 측정하였다. 흑미 미강 분말의 총 페놀화합물 함량은 11.81±0.03 mg GAE/g이며, 이를 쿠키에 첨가한 경우 시료의 첨가량에 비례하여 증가하였다. 제조된 쿠키의 DPPH radical 소거능을 측정된 결과 흑미 미강 분말의 첨가량에 따라 항산화 활성도 유의적으로 증가하는 결과를 나타내었다. 항산화 활성의 기능성과 함께 제품의 적합성 판단을 위해 흑미 미강 분말과 쿠키의 품질평가를 실시하였다. 일반성분 분석의 결과 흑미 미강에는 섬유소와 지방의 성분이 많은 부분을 차지하고 있음을 알 수 있었다. 지방산의 분석에서 흑미 미강은 약 80%의 불포화지방산을 함유하고 있었으며 그 성분은 주로 oleic acid와 linoleic acid로 나타났다. 또한 아미노산의 분석에서 대조군에 비해 7% 첨가 쿠키가 높은 아미노산 함량을 나타내었다. 반죽의 밀도는 흑미 미강 첨가량이 증가할수록 높게 나타났고 pH는 감소하였다. 쿠키의 수분함량에는 유의적 차이가 나지 않았으며, 퍼짐성 지수는 흑미 미강 분말의 첨가량이 많아질수록 증가하였고, 손실율과 팽창률은 감소하였다. 쿠키의 색도는 흑미 미강 분말의 첨가량이 증가할수록 L값과 b값이 낮아지고, a값이 높아졌

으며, 경도는 감소하는 경향을 나타내었다. 쿠키의 기호도 검사(전반적인 기호도, 외관, 향, 맛, 조직감)에서 5%와 7% 흑미 미강 쿠키가 유의적으로 높게 나타났다. 특성 강도 검사(흑미 미강 향, 고소한 맛, 부드러운 정도, 삼킨 후의 느낌)에서는 흑미 미강을 첨가한 쿠키에서 유의적으로 높은 강도를 보였으며, 느끼한 향은 대조군이 유의적으로 가장 강하다는 결과를 얻었다. 이러한 결과로 보아 쿠키에 흑미 미강 분말을 첨가하는 것은 쿠키의 기호도를 증가시켜주고 동시에 총 페놀함량과 DPPH 라디칼 소거능을 높여주어 쿠키의 가치를 높일 수 있어 바람직할 것으로 사료되며, 쿠키 제조 시 기호도가 가장 높고 항산화능이 좋았던 7% 흑미 미강 분말을 첨가하는 것이 적합할 것으로 생각된다.

문 헌

- Kim JH. 2006. The application of a pigmented rice-bran extract as a plan for maximizing the development of rice-processed food. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, Korea. p 3-6.
- Muramoto G, Kawamura S. 1991. Rice protein and anti-hypertensive peptide from rice. *Nippon Shokuhin Kougyo* 34: 18-26.
- Park KY, Kang CS, Cho YC, Lee YS, Lee YH, Lee YS. 2003. Genotypic difference in tocotrienol contents of rice bran. *Korean J Crop Sci* 48: 469-472.
- Kim SR, Ahn JY, Lee HY, Ha TY. 2004. Various properties and phenolic acid contents of rices and rice brans with different milling fractions. *Korean J Food Sci Technol* 36: 930-936.
- Nam SH, Cho SP, Kang MY, Koh HJ, Kozukue N, Friedman M. 2006. Antioxidant activities of bran extracts from twenty one black rice cultivars. *Food Chem* 94: 613-620.
- Cho JA, Cho HJ. 2000. Quality properties of *injulmi* made with black rice. *Korean J Soc Food Sci* 16: 226-131.
- Jung DS, Eun JB. 2003. Rheological properties of dough added with black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35: 38-43.
- Nam SH, Kang MY. 1997. In vitro inhibitory effect of colored rice bran extracts carcinogenicity. *Agric Chem Biotechnol* 40: 307-312.
- Nam SH, Kang MY. 1998. Comparison of effect of rice bran extracts of the colored rice cultivars on carcinogenesis. *Agric Chem Biotechnol* 41: 78-83.
- Kahkonen MP, Heinonen M. 2003. Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycons. *J Agric Food Chem* 51: 628-633.
- Satue-Gracia MT, Heinonen M, Frankel EN. 1997. Anthocyanins as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin-liposome systems. *J Agric Food Chem* 45: 3362-3367.
- Wang H, Cao G, Prior RL. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *J Agric Food Chem* 45: 304-309.
- Cho MH, Paik YS, Yoon HH, Hahn TR. 1996. Chemical structure of the major color component from a Korean pigmented rice variety. *Agric Chem Biotechnol* 39: 304-308.
- Rye SN, Park SZ, Ho CT. 1998. High performance liquid chromatographic determination of anthocyanin pigments in some varieties of black rice. *J Food Drug Anal* 6: 729-736.
- Moon BK, Kim EA, Park MS, Lee DK, Lee MS, Choi BR. 2007. Quality characteristics of cookies with black rice powder. *J Hum Ecol* 26: 21-28.
- Mo EK, Kim SM, Yang SA, Jegal SA, Choi YS, Ly SY, Sung CK. 2010. Properties of baechu kimchi treated with black rice water extract. *Korean J Food Preserv* 17: 50-57.
- Cho MK, Kim MH, Kang MY. 2008. Effects of rice embryo and embryo jelly with black rice bran pigment on lipid metabolism and antioxidant enzyme activity in high cholesterol-fed rats. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 51: 200-206.
- Cho MK, Kim SH, Kang MY. 2008. Application of rice polishing by-products to processed rice food (1): antioxidative effect of black rice bran pigment fraction on rice embryo lipid oxidation. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 361-367.
- Bang BH, Kim KP, Kim MJ, Jeong EJ. 2011. Quality characteristics of cookies added with *Chungkukjang* powder. *Korean J Food & Nutr* 24: 210-216.
- Lee JA, Park GS, Ahn SH. 2002. Comparative of physicochemical and sensory quality characteristics of cookies added with barleys and oatmeals. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 238-246.
- Paik JE, Bae HJ, Joo NM, Lee SJ, Jung HA, Ahn EM. 2010. The quality characteristics of cookies with added *Boehmeria nivea*. *Korean J Food Nutr* 23: 446-452.
- Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1414-1421.
- Yang SM, Kim SH, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ. 2010. Quality characteristics of cookies added with asparagus powder. *Journal of Agriculture & Life Science* 44: 67-74.
- Moon YJ, Jang SA. 2011. Quality characteristics of cookies containing powder of extracts from *Angelica gigas* Nakai. *Korean J Food & Nutr* 24: 173-179.
- Lee HJ, Pak HO, Jang JS, Kim SS, Han CK, Oh JB, Do WY. 2011. Antioxidant activity and quality characteristics of American cookies prepared with job's tears (*Coix lachryma-jobi* L.) *chungkukjang* powder and wheat bran powder. *Korean J Food & Nutr* 24: 85-93.
- Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR. 2009. Physical and sensory characteristics of cookies with added leek (*Allium tuberosum* Rottler) powder. *Korean J Food & Nutr* 22: 1-7.
- AACC. 2000. *Approved methods of the AACC*. 10th ed. American Assoc. Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Method 10-50D.
- Waters *AccQ-Tag Amino Acid Analysis System*. 1993. Operator's manual, Manual number 154-02TP REV O June. Milford, MA, USA.
- Swain T, Hillis WE, Oritega M. 1959. Phenolic constituents of *Ptunus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10: 83-88.
- Lee YU, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT-Food Sci Technol* 40: 823-833.
- Kim EO, Lee KT, Im JG, Kim SS, Suh HS, Choi SW. 2008. Chemical compositions and antioxidant activity of the colored rice cultivars. *Korean J Food Preserv* 15: 118-124.
- Choi HC, Hong HC, Nahm BH. 1997. Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in japonica rice. *Korean J Beed* 29: 15-27.
- Chung YA, Lee JK. 2003. Antioxidative properties of phenolic compounds extracted from black rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 948-951.
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. 2005. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J Agric Food Chem* 53: 2297-2306.

35. Seo SJ, Choi YM, Lee SM, Kim KJ, Son JB, Lee JS. 2007. Determination of selected antioxidant compounds in specialty rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 499-502.
36. Kang MY, Nam YJ, Nam SH. 2005. Screening of anti-oxidation-related functional components in brans of the pigmented rices. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 233-239.
37. Park BH, Cho HS, Park SH. 2005. A study on the anti-oxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lycii fructus* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 92-102.
38. Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *J Korean Food Culture* 21: 541-549.
39. Kim HY, Jeong SJ, Heo MY, Kim KS. 2002. Quality characteristics of cookies prepared with varied levels of shredded garlics. *Korean J Food Cookery Sci Technol* 34: 637-641.
40. Kim HY, Kong HJ. 2006. Preparation and quality characteristics of sugar cookies using citron powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 712-719.
41. Kim GS, Park GS. 2008. Quality characteristics of cookies prepared with lotus powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 398-404.
42. Jang KH, Kwak EJ, Kang WW. 2010. Effect of rice bran powder on the quality characteristics of cookie. *Korean J Food Preserv* 17: 631-636.
43. Finney KF, Morris VH, Yamazaki WT. 1950. Micro versus macro cookies baking procedures for evaluation the cookies quality of wheat varieties. *Cereal Chem* 27: 42-49.
44. Doescecher LC, Hosenev RC, Millken GA, Rubenthaler GI. 1987. Effect of sugar and flours on cookies spread evaluated by time-lapse photography. *Cereal Chem* 64: 163-167.
45. Chang KH, Byun GI, Park SH, Kang WW. 2008. Dough properties and bread qualities of wheat flour supplemented with rice bran. *Korean J Food Preserv* 15: 209-213.
46. Kim HY, Lee IS, Kang JY, Kim GY. 2002. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 642-646.
47. Lee JH, Ko JC. 2009. Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. *Food Eng Prog* 13: 79-84.
48. Shin IY, Kim HI, Kim CS, Whang K. 1999. Characteristics of sugar cookies with replacement of sucrose with sugar alcohols organoleptic characteristics of sugar alcohol cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 850-857.
49. Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Kwen OC. 2007. Quality characteristics of cookies prepares with fresh and steamed garlic powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1048-1054.

(2011년 12월 6일 접수; 2012년 1월 2일 채택)