J East Asian Soc Dietary Life
25(5): 822~829 (2015)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2015.10.25.5.822

마카롱 제조 시 가바쌀 가루와 자일로스의 첨가에 따른 품질 특성과 생리 활성에 대한 연구

최수영[1] · 임수연[2] · 정우석[2] · 유경미[3] · 황인경[1†]

[1]서울대학교 식품영양학과 · 생활과학연구소, [2]베이크 폴린, [3]숭의여자대학 식품영양과

Studies on Quality Characteristics and Biological Activities of Macaroons supplemented with GABA(ɣ-Aminobutyric Acid) Rice Powder and Xylose

Soo-Young Choi[1], Soo-Yeon Lim[2], Woo-Seok Jung[2], Kyung-Mi Yoo[3] and In-Kyeong Hwang[1†]

[1]Dept. of Food and Nutrition · Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, Seoul 08826, Korea
[2]Bake Pauline, Goyang 10401, Korea
[3]Dept. of Food and Nutrition, SoongEui Women's College, Seoul 04628, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the biological activities and quality properties of macaroons made with GABA rice powder and xylose. GABA rice powder was added to macaroons at weight percentages of 0, 2.5, and 3.5%. Hunter's color values (L*, a*, b*), total sugar contents, total phenolics, ABTS and DPPH radical scavenging activities, textures, and sensory characteristics supplemented with different xylose and GABA rice powder contents were measured. As the ratio of GABA rice powder in macaroons increased, total phenol contents and ABTS and DPPH radical scavenging activities increased. In the texture profile analysis, fracturability and brittleness were lower as GABA rice powder content increased. In the sensory evaluation, significant differences (p<0.05) were observed in color, sweetness, texture, and overall acceptability depending on the addition of GABA rice powder to macaroons. Overall qualities of macaroons were different from GABA rice powder and xylose added ones. Therefore, xylose and GABA rice powder may be used to make healthy macaroons.

Key words : Macaroon, GABA rice powder, xylose, antioxidant, texture profile analysis

서 론

통계청에 의하면 2014년 기준 우리나라의 과자류의 시장 점유율 및 증가율이 2009년에 비하여 20% 이상 증가하였다. 이 중 한국의 전통 디저트류에 속하는 것은 한과, 약과, 엿강정류였으며, 서양의 디저트류로는 마카롱, 초콜릿, 케이크류가 대표적인 품목이었다(National Statistical Office 2015).

우리나라는 쌀이 주식이나 쌀의 소비가 감소하고 밀가루의 소비가 증가되면서 만성퇴행성 질환 및 각종 성인병의 발병률이 증가되고 있다(Goufo P & Trindale H 2014). 쌀은 에너지 공급원뿐만 아니라, 단백질, 지방과 건강기능성분 등을 함유하여 비만방지, 콜레스테롤 저하 등 인체에 다양한 생체 조절기능을 가진 식품으로 알려져 있다(Choe JS *et al* 2002).

가바쌀(*Oryza sativa* L.)은 감마아미노부티르산(Gamma aminobutyric acid, ɣ-aminobutyric acid, GABA)의 함량이 높은 것이 특징으로, 혈관문제 개선 및 혈당 조절에 도움을 주는 대표적인 곡류이다. 따라서 성인병인 고혈압 및 당뇨병 환자들에게 추천되는 곡류중 하나이다(Kim EO *et al* 2008). GABA는 신경안정 효과가 높고, 고혈압을 낮추는 수용성의 기능성 아미노산으로, 현미를 발아시켜 발아현미를 만들 경우 그 양이 증가되는 것으로 보고되었다(Han SI *et al* 2014). 일반 현미의 수용성 당질의 함량은 0.88 mg/100 g으로 분석되었고, 흑미는 0 mg/100 g, 가바쌀은 1.83 mg/100 g이 함유되어 있다고 보고되었다. 또, GABA 함량은 일반현미 0.84 mg/100 g, 흑미 1.52 mg/100 g, 가바현미 6.65 mg/100 g인 것으로 보고되었고, 가바현미에 GABA 함량이 높아 곡류 중 영양적 우수성이 증명되었다(Kim EO *et al* 2008).

GABA의 기능성(Zhang H *et al* 2002; Zhang L *et al* 2005)이 알려지면서 가바쌀을 이용한 가공식품 개발이 이루어지고 있으나, 그 연구는 매우 미비한 상태이다. 가바쌀을 이용한 막걸리 개발(Shin SJ *et al* 2015), 가바쌀을 이용한 가바쌀차 개발(Kwak EJ 2010) 등이 연구된 바 있다.

서양의 대표적 디저트 마카롱은 고소한 맛과 부드러운 조

† **Corresponding author** : In-Kyeong Hwang, Tel: +82-2-880-5708, Fax: +82-2-882-5708, E-mail: ikhwang@snu.ac.kr

직감이 우수한 과자류로 주재료가 아몬드가루로 만들어지는 고가의 디저트이다(Lee MW *et al* 2015). 마카롱 반죽의 안정성은 아몬드가루와 형성된 머랭의 강도 간의 힘에 의해 이루어진다. 머랭을 만들 때에는 많은 양의 설탕이 사용되며, 설탕의 농도와 첨가 시기는 머랭 형성에 중요한 요인으로 작용한다.

오탄당인 자일로스는 설탕의 60%의 단맛을 가지면서 설탕이 흡수될 때 사용되는 수크라아제의 활성을 억제시키는 역할을 하여 혈당의 급격한 상승을 억제한다. 또한, 장내 유산균의 먹이가 되고, 충치를 예방하는 효과가 있는 당이다(Washburn C & Christensen N 2012). 본 연구에서는 머랭 제조 시 사용되는 설탕 중 일부를 자일로스로 대체하여 마카롱의 총 칼로리를 낮추고, 아몬드가루 대신 가바쌀을 첨가하여 마카롱의 물성을 개선함으로써 쌀을 이용한 기능성 디저트류 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

마카롱 제조에 사용된 재료 중 가바쌀(남농영농조합법인, 한국)은 2014년에 수확한 것을 구입하여 수분함량을 15% 이하로 건조시킨 후, 입자가 5 mm 이하로 될 수 있도록 분쇄한 뒤 체로 내려 사용하였다. 자일로스(제일제당, 한국), 설탕(제일제당, 한국), 아몬드가루(브레드가든, 한국), 달걀은 시중의 마트에서 구입하였다.

2. 마카롱 제조

자일로스와 가바쌀의 첨가량을 달리하여 제조한 마카롱은 Table 1과 같은 비율로 4개 조건으로 제조하였다(Fig. 1). 마카롱 제조에 앞서 분량의 Tant Pour Tant(T.P.T.) 재료를 계량하였고, 반죽 볼에 아몬드가루와 분당과 함께 계란 흰자를 넣어 총 300회 혼합하여 반죽을 만들었다. 한편, 머랭은 Fig. 1의 제조과정을 통해 제조하였다. 각 군별 설탕과 자일로스는 물에 넣어 녹인 후 121℃까지 온도를 올려 시럽을 만든 후 머랭에 천천히 부어가면서 반죽기(Kitchen Aid, USA)의 가장 빠른 회전속도(10단) 조건 하에서 머랭을 만들었다. 반죽된 머랭에 각 처리군별 T.P.T를 10회에 걸쳐 혼합하였다. 완성된 반죽은 짤주머니에 넣어 일정한 무게(20 g)로 반죽 트레이에 정해진 간격으로 짠 뒤, 실온에 30분 동안 방치하여 표면의 수분을 제거하였다. 마카롱 반죽은 130℃로 예열된 오븐(FDO-7104, DaeYung Machinery Co., Korea)에서 12분간 구워 냉장고에서 1시간 동안 방치한 후, 밀봉한 뒤에 실험에 바로 사용하였다.

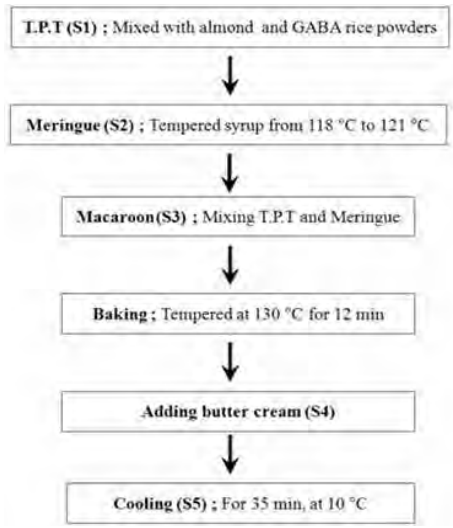

Fig. 1. Preparation flow of macaroon-making process.

3. 마카롱의 이화학적 및 관능적 특성 측정

1) 마카롱 가루 제조 및 추출방법

Table 1. Recipes of macaroons added with GABA rice and xylose (g)

Samples	Tant Pour Tant (T.P.T)				Meringue				Total
	Almond powder	GABA rice	Sugar powder	Egg white	Egg white	Sugar	Xylose	Water	
C	500	0	500	180	180	500	0	125	1,985
GABA0	500	0	500	180	180	450	50	125	1,985
GABA50	450	50	500	180	180	450	50	125	1,985
GABA70	430	70	500	180	180	450	50	125	1,985

C : Control (The macaroon without GABA rice and xylose).
GABA0 : The macaroon added with 50 g of xylose.
GABA50 : The macaroon added with 50 g GABA rice and 50 g of xylose.
GABA70 : The macaroon added with 70 g GABA rice and 50 g of xylose.

제조된 마카롱은 100 g씩 계량하여 블렌더(FM-910-T, Hanil Electric, Korea)를 이용하여 가루로 만들고, 500 μm 체로 내려 입자가 균일하게 되게 만든 후 실험에 사용하였다. 실험 방법은 선행연구를 일부 변형하여 수행하였다(Yoo KM *et al* 2011). 분쇄된 마카롱 가루를 70% 에탄올에 50 mg/mL로 희석하여 실온에서 3시간 동안 교반 후, 3000 × g에서 10분 간 원심분리하여 얻은 상층액을 취하였다. 해당 시료용액은 총 당 함량, 총 페놀 함량, ABTS, DPPH 자유기 소거능 측정에 시료로써 이용하였다(Miller KB *et al* 2006).

2) 색도

분쇄된 가루 10 g을 취하여 색차계(Colorimeter, CM S7W, Minolta, Japan)를 이용하여 색도를 측정하였다. Hunter's color space를 이용하여 마카롱의 색깔을 5회 반복하여 색도를 측정하였고, 이에 따른 결과치를 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)로 나타낸 뒤 색도 차이를 분석하였다.

3) 총 당 함량 측정

가바쌀 마카롱의 총 당 함량은 A.O.A.C.(A.O.A.C. 2000) 방법을 적용하여 측정하였다. 추출한 시료용액 200 μL에 5% phenol solution 200 μL와 황산 1 mL를 넣어 추출한 후 30분 간 암실에서 방치하였다. 방치한 상층액 1 mL를 1회용 cuvette에 담아 분광광도계(DU 530 spectrophotometer, Beckman, 4300N, Fullerton, USA)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준용액은 포도당을 농도별로 희석하여 사용함으로써 검량 곡선을 얻어 환산하여 총 당을 측정하였다.

4) 총 페놀 함량 측정

자일로스와 가바쌀을 사용하여 제조한 마카롱의 총 페놀 함량을 측정하기 위하여 Folin Ciocalteu법(Lee KW *et al* 2003)을 일부 변형하여 측정하였다. 추출액 50 μL와 물 300 μL를 넣어 혼합한 후, Folin Ciocalteu phenol reagent(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 300 μL를 첨가하여 5분 동안 교반하였다. 이후 7% Na_2CO_3 용액 900 μL를 가하여 교반한 다음, 증류수 250 μL로 희석한 후 반응액을 23℃에서 1시간 동안 실온에서 방치시켰다. 총 페놀함량은 분광 광도계(DU 530 spectrophotometer, Beckman, 4300N, Fullerton, USA)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였고, gallic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 0~500 μg/mL(r^2=0.999)의 범위에서 작성하여 표준용액 검량곡선을 만든 후 해당 반응식 계산에 의하여 총 페놀 함량을 계산하였다. 총 페놀 함량은 μg GAE(Gallic Acid Equivalent)/g으로 환산하여 표기하였다.

5) ABTS 자유기 소거능 측정

마카롱의 항산화적 특성을 조사하기 위하여 ABTS 자유기 소거능을 Yoo KM 등(2011)의 방법에 따라 측정하였다. 자유기 소거능을 측정하기 위하여 AAPH(2,2'-azobis-(2-amidinopropane) dihydrochloride)를 100 mM PBS(phosphate buffer saline)에 녹여 1.0 mM의 농도로 시약을 사용하였다. 1:1의 부피비로 ABTS와 AAPH를 섞은 뒤 70℃의 항온수조에서 40분 정도 반응시킨 뒤 분광광도계(DU 530 spectrophotometer, Beckman, 4300N, Fullerton, USA)를 이용하여 흡광도가 0.70±0.02가 되도록 조정하였다. 추출액 40 μL에 ABTS 용액 960 μL를 넣어 37℃ 항온수조에서 10분 간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 메탄올 40 μL 및 ABTS 용액 960 μL를 넣어 37℃ 항온수조에서 10분 간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS radical scavenging activity(%) =
1−(Sample absorbance/Control absorbance)×100

6) DPPH 자유기 소거능 측정

DPPH 자유기 소거능을 측정하기 위하여 4×10^4 M DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 용액을 만들어 사용하였다(Yoo KM *et al* 2011). 이때 추출한 용액 200 μL에 DPPH 용액 800 μL를 가하여 10초 간 방치하였다. 상온에서 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 메탄올 200 μL에 DPPH 용액 800 μL를 가하고, 상온에서 10분 간 방치한 후 517 nm에서 분광 광도계(DU 530 spectrophotometer, Beckman, 4300N, Fullerton, USA)로 흡광도를 측정하였다.

DPPH radical scavenging activity(%) =
1−(Sample absorbance/Control absorbance)×100

7) 조직감 특성 측정

마카롱의 조직감 특성은 Texture analyser(TA/XT2, Stable Microsystem, U.K.)를 이용하여 TPA(Texture Profile Analysis)에 의해 측정하였다. 마카롱의 크기(지름 4 cm, 높이 1 cm)를 일정하게 한 뒤 probe(P/75 "Compression platen" 75 mm radius)에 대해 pre-test speed와 test speed를 1 mm/s, post test speed를 5 mm/s의 속도로 설정하였고, trigger force는 15 g으로 설정하였다. 시료의 중심부를 기준으로 깨짐성(brittleness), 부서짐성(fracturability), 경도(hardness) 값을 5회에 걸쳐 반복 측정하였다.

8) 관능검사

식품영양학과에 재학 중인 대학생 13명을 평가자로써 모

집하여 훈련을 진행한 후, 사전검사를 거쳐 10명의 평가자를 선발하였다. 난수표를 이용하여 번호를 부여한 4가지의 시료를 평가자마다 순서를 달리하여 제시한 뒤, 한 시료의 평가가 끝날 때마다 입을 물로 헹구도록 하였다. 평가 항목으로는 총 5가지(마카롱의 색, 단맛, 고소한 맛, 조직감, 종합적 기호도) 특성을 7점 척도를 기반으로 한 묘사분석 방법을 이용하여 평가하였다. 종합적 기호도 항목은 점수가 높을수록 선호도가 높은 것으로 간주하였으며, 나머지 4가지 항목에 대해서는 1점으로 갈수록 약한 정도를, 7점으로 갈수록 강한 정도를 나타내도록 하였다.

4. 통계 처리

통계처리는 SAS/STAT TM User's guide 8.0판 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA analysis of variance)과 Duncan's multiple range test를 수행하였고, Probability values는 $p<0.05$, $p<0.01$ 수준에서 해석하였다.

결과 및 고찰

1. 색도 및 총 당 함량

자일로스와 가바쌀 가루의 함량을 달리한 마카롱을 제조하여 색도 및 총 당 함량을 측정한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 마카롱은 Tant Pour Tant(T.P.T., 마카롱 껍질 반죽)와 달걀 흰자를 거품화시킨 머랭을 서로 섞어 만드는 것으로, T.P.T.에는 머랭의 구조를 단단하게 지탱하는 설탕이 포함되어 있어 마카롱의 조직감에 많은 영향을 준다(Mcgee H 2004). 색도의 변화는 Table 2에서와 같이 대조군의 명도(lightness)가 93.2로 가장 밝게 분석되었고, 가바쌀 가루가 첨가되면서 명도가 낮아지는 경향을 나타냈다. GABA0의 명도는 85.1로 대조군에 비해 낮았는데, 이는 오탄당인 자일로스가 설탕보다 카라멜화 반응이 빨리 일어나는 당으로써(Maillard LC 1912) 머랭을 만들 때 갈변반응이 빠르게 진행되어 명도가 감소한 것으로 판단된다. 가바쌀 가루를 첨가하고 자일로스를 첨가한 GABA50, GABA70의 경우, 명도 값이 78.2, 78.4로 더 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이것은 마카롱을 오븐에서 가열할 시 첨가한 자일로스의 갈변반응과 일반미보다 색이 진한 유색미의 일종인 가바쌀이 제조한 마카롱의 명도를 감소시킨 것으로 보인다(Kim EO *et al* 2008). 적색도(a)의 경우, 대조군은 3.8, GABA0, 50, 70은 6.1, 4.4, 4.6의 적색도를 보여 머랭의 주재료인 설탕의 일부를 자일로스로 대체했을 때 적색도가 증가되는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 반면, 가바쌀과 자일로스를 함께 첨가하면 적색도가 감소되었다. 즉, 자일로스가 가바쌀 가루보다 마카롱의 적색도(a)에 더 많은 영향을 주는 것으로 보인다. 황색도(b)의 경우, 대조군은 29.1로 가장 낮은 황색도를 나타냈다. 자일로스로 설탕의 일부로써 대신 첨가한 경우 37.2로 대조군에 비해 높아지는 경향을 보였으나($p<0.05$), 자일로스와 가바쌀 가루를 동시에 첨가한 군에서는 33.1로 낮아지는 양상을 보였으므로, 자일로스와 가바쌀 가루의 첨가가 마카롱의 전체적인 색도에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다(Table 2). 식품의 갈색 변화에는 식품 성분 중 당 성분들의 반응인 카라멜 반응(caramelization)과 단백질의 아미노기와 당의 알데히드가 반응하여 갈색색소를 나타내는 마이얄 반응(Maillard reaction)(Maillard LC 1912)이 있다. 마카롱의 경우, 자일로스와 가바쌀의 첨가로 카라멜 반응과 단백질의 아미노기와 당의 알데히드기 간의 마이얄 반응이 촉진되어 마카롱의 색에 영향을 미치는 것으로 판단된다. Choi ID & Ahn MS(1995)는 자일로스와 포도당이 설탕보다 갈색화 반응이 빠르고, 더욱 많이 일어난다고 보고하였는데, 본 연구에서도 자일로스로 설탕 일부를 대체하여 제조한 마카롱이 설탕으로 제조한 마카롱보다 갈색화가 빠르게 일어났다. 또한 가바쌀 가루를 첨가할 경우, 가바쌀 가루가 함유한 아미노산이 아몬드가루의 아미노산보다 더 많아 마이얄 반응을 촉진시킨다는 연구(Fujimaki M *et al* 1986)를 함께 감안하였을 때, 가바쌀 가루의 아미노

Table 2. Hunter's color values and total sugar content of macaroons with different GABA rice and xylose contents

Samples	Color value			Total sugar content (mg glucose/g)
	L	a	b	
C	93.2±1.0[a1)]	3.8±0.2[c]	29.1±0.2[c]	722.14±28.25[a]
GABA0	85.1±1.0[b]	6.1±0.3[a]	37.2±1.1[a]	597.42±22.44[bc]
GABA50	78.2±0.7[c]	4.4±0.2[b]	32.4±1.0[b]	600.06±10.10[b]
GABA70	78.4±0.8[c]	4.6±0.1[b]	33.1±0.9[b]	558.25±23.11[c]

The abbreviation is same as Table 1.

[1)] Mean±standard deviation. n=5.

[a~c] Values in the same column that are followed by a different letter are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

부티르산은 마카롱 반죽 내 머랭의 자일로스 및 설탕과 반응하여 갈색물질을 생성하고, 가바쌀은 아미노산을 더 제공하여 마카롱의 갈변화를 촉진시키는 것으로 나타났다.

마카롱의 총 당 함량 결과, 대조군은 722.14 mg glucose/g 이었고, GABA0, GABA50, GABA70의 경우 597.42, 600.06, 558.25 mg glucose/g으로 설탕의 일부를 자일로스로 대체함에 따라 총 당이 감소하였다. 총 당은 포도당을 표준물질로 측정한 값으로, 설탕을 자일로스로 대체한 경우, 포도당 함량의 감소에 따라 총 당이 감소되었을 것으로 사료된다. Lee MW 등(2015)에 의하면 설탕 대신 저칼로리 당인 자일로스를 대체하였을 때 마카롱의 총 당 함량이 감소한다고 하였는데, 본 연구에서도 자일로스와 마찬가지로 가바쌀 가루의 첨가에 따라 총 당 함량이 감소되었다.

2. 총 페놀 함량

자일로스와 가바쌀 가루의 첨가수준을 달리한 마카롱의 총 페놀 함량 결과는 Table 4와 같다. 대조군(C)의 총 페놀 함량은 100.52 μg GAE/g, GABA0은 93.04 μg GAE/g, GABA50 138.73 μg GAE/g, GABA70 146.55 μg GAE/g으로 나타났다. 대조군에 비하여 설탕 대신 자일로스를 첨가하였을 때 총 페놀 함량이 약간 감소하였으나 유의적이지는 않았으며, 가바쌀 가루를 첨가함에 따라 총 페놀 함량이 비례적으로 증가하였다. 가바쌀 가루를 첨가한 마카롱이 대조군보다 총 페놀 함량이 높은 것으로 나타났으므로, 같은 양을 기준으로 비교하였을 때 가바쌀 가루가 아몬드 가루보다 총 페놀 함량이 높을 것으로 예상된다. 따라서 마카롱 제조 시 가바쌀과 같이 페놀 화합물을 지니고 있는 곡류를 사용하면 마카롱의 항산화성 향상에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

3. ABTS, DPPH 자유기 소거활성

Table 3. Texture profile analysis of various macaroons

Sample	Texture analysis value		
	Fracturability (g)	Brittleness (g/sec)	Hardness (g)
C	1,857.42±89.32[a1)]	3,777.55±351.11	4,534.51±312.00[bc]
GABA0	1,822.00±64.58[a]	3,872.54±328.26	4,501.33±111.13[c]
GABA50	1,699.77±58.17[b]	3,844.82±332.46	5,066.65±272.51[ab]
GABA70	1,631.61±23.65[b]	3,551.36±103.52	5,211.45±229.18[a]

The abbreviation is same as Table 1.
1) Mean±standard deviation. n=5.
a~c Values in the same column that are followed by a different letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Table 4. The total phenolics, ABTS, and DPPH radical scavenging activity of various macaroons

Samples	Total phenolics (μg GAE/g)[1)]	ABTS scavenging activity (%)[2)]	DPPH scavenging activity (%)[2)]
C	100.52±5.01[c3)]	50.3±1.9[c]	54.5±2.2[c]
GABA0	93.04±11.13[c]	50.2±1.2[c]	55.2±1.0[c]
GABA50	138.73±1.06[b]	63.0±1.0[b]	67.2±2.1[b]
GABA70	146.55±8.90[a]	69.5±5.0[a]	71.6±1.0[a]

The abbreviation is same as Table 1.
1) Total phenol content, expressed in micrograms of gallic acid equivalents per 1 g of each samples.
2) Means of ABTS and DPPH radical scavenging activity on 1 mg/mL of each extract. The abbreviation is same as Table 1.
3) Mean±standard deviation. n=3.
a~c Values in the same column that are followed by a different letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Fig. 2. Picture of macaroons made with GABA rice powder and xylose.
C: Control (The macaroon without GABA rice and xylose).
GABA0: The macaroon added with 50 g of xylose.
GABA50: The macaroon added with 50 g GABA rice and 50 g of xylose.
GABA70: The macaroon added with 70 g GABA rice and 50 g of xylose.

마카롱의 ABTS와 DPPH의 자유기 소거활성은 Table 4와 같다. 마카롱의 설탕 일부를 자일로스로 대체할 경우 ABTS와 DPPH 자유기 소거능은 대조군에 대해 유의적인 차이가 없었으나, 가바쌀 가루를 첨가함에 따라 측정값이 증가하는 경향을 보였다. 본 연구에서 ABTS의 측정 결과, 대조군은 50.3%, GABA0의 경우 50.2%, GABA50의 경우 63.0%, GABA70의 경우 69.5%로 분석되었다. 또한 DPPH 자유기 소거능은 대조군의 경우 54.2%이었으나, GABA0, GABA50과 GABA70의 경우에는 각각 55.2, 67.2, 71.6%로 증가하여 가바쌀 가루 함량이 증가함에 따라 유의적으로 높은 자유기 소거능 값을 보였다. 선행연구에 따르면 당의 종류는 항산화능에 영향을 주며, 설탕, 포도당, 자일로스의 순서로 항산화성이 감소한다

고 하였는데(Choi *et al* 1995), 본 연구에서도 설탕의 일부를 자일로스로 대체한 마카롱의 자일로스로 인한 항산화성 향상은 나타나지 않았으므로 같은 맥락인 것으로 사료된다. 반면, 가바쌀 가루를 첨가한 마카롱의 경우, 총 페놀 함량과 더불어 ABTS, DPPH 자유기 소거능도 높게 나타났으므로, 자일로스보다는 가바쌀 가루의 첨가가 마카롱의 항산화성 증가에 기여도가 높은 것으로 판단된다. 이러한 결과는 아몬드 가루의 일부를 들깨가루로 대체한 마카롱이 대조군에 비해 항산화성이 높게 나타났다는 결과(Lee MW *et al* 2015)와 일치하였다.

4. 조직감

자일로스와 가바쌀 가루를 첨가한 마카롱의 조직감을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 마카롱의 조직감은 부서짐성(fracturability), 깨짐성(brittleness), 경도(hardness)의 3가지 항목을 통해 측정하였다. 부서짐성의 경우, 대조군(C)이 1,857.42 g을 나타냈고, GABA0이 1,822 g, GABA50이 1,699.77 g, GABA70이 1631.61 g으로 분석되어 자일로스 및 가바쌀 가루를 동시에 첨가하는 경우에는 마카롱의 부서짐성이 낮아지는 것으로 분석되었다. 깨짐성은 자일로스 첨가군이 대조군에 비해 낮은 값을 보였고, GABA70의 경우에는 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과로부터 자일로스는 마카롱의 깨짐성을 증가시키는 영향을 주나, 일정량 이상의 가바쌀 가루를 첨가하는 경우에는 깨짐성을 감소시키는 경향을 보이는 것으로 사료되었다. 경도의 분석 결과, 대조군이 4,534.51 g으로 가장 낮은 분석치를 보였다. 자일로스와 가바쌀 가루를 함께 첨가하면 경도가 증가되어 GABA50은 4,866.65 g, GABA70은 5,111.45 g으로 증가하였다. 즉, 가바쌀 가루로 아몬드가루를 대체하면 부서짐성이 낮아지고, 경도는 증가함에 따라 대조군에 비해 전체 구조의 단단한 정도가 증가하는 양상을 보였다. Heinze P & Isengard HD(2001)은 전화당 시럽과 과당 시럽의 수분 함량은 각각 26.67%, 29.46%로, 이는 시료의 건조 전후의 중량 차이가 각 시럽을 구성하는 당의 수소(H) 개수의 차이에서 기인한다고 하였다. 과당과 포도당은 서로 화학식은 같으나, 구조가 다른 이성질체(isomer)인 것으로 알려져 있는데, 전화당에 함유된 과당과 포도당은 설탕이 효소(invertase)에 의해 가수분해되는 공정으로 인해 수소가 감소하게 되기 때문이다. 이러한 원리는 가바쌀 가루 첨가군이 대조군에 비해 부서짐성과 깨짐성이 낮고, 경도가 높게 나타났다는 결과와 종합적으로 분석할 필요가 있다. 즉, 설탕에 비해 수분 함량이 낮은 자일로스와 가바쌀 가루를 첨가한 마카롱의 경도가 증가하는 것은 마카롱의 반죽이 오븐에서 건조되는 동안 활발히 일어나는 표면의 경화 현상으로 인해 내부구조보다 외부구조가 단단해지는 데서 기인하는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 마카롱의 경도가 증가하게 되면 이로부터 도출되는 관능적 특성인 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness) 또한 높아진다는 선행연구를 감안하였을 때(Peom JW 2013), 가바쌀 가루의 첨가는 본 실험에서 측정하지 않은 다른 관능적 특성에 대해서도 영향을 줄 가능성이 있을 것으로 예상된다.

5. 관능검사

자일로스와 가바쌀 가루 첨가량을 달리한 4가지 마카롱에 대해 색(color), 단맛(sweetness), 고소한 맛(nutty), 조직감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)의 총 5가지 관능평가 항목을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 종합적인 결과에 따르면, 고소한 맛 항목을 제외한 4가지 항목에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 색의 경우, 대조군에 비해 GABA0이 가장 밝은 것으로 분석되었으나 유의적이지 않았고, 자일로스 첨가군 내에서는 가바쌀 가루가 가장 많이 첨가된 GABA70이 가장 어두운 것으로 분석되었다($p<0.05$). 이러한 결과는 유색미인 가바쌀 가루의 첨가에 따라 명도가 감소하고, 적색도와 황색도가 증가하는 것으로 나타난 색도의 분석 결과와 같은 맥락인 것으로 사료되었다. 단맛의 평

Table 5. Sensory evaluation scores of various macaroons

Samples	Sensory evaluation				
	Color	Sweetness	Nutty	Texture	Overall acceptability
C	5.9±0.3[a1)]	6.3±0.3[a]	5.5±0.2	6.1±0.2[a]	5.8±0.2[b]
GABA0	6.2±0.2[a]	5.7±0.1[b]	5.4±0.2	6.0±0.2[a]	5.3±0.2[c]
GABA50	4.8±0.8[b]	5.6±0.3[b]	5.6±0.1	5.7±0.2[ab]	6.4±0.3[a]
GABA70	4.7±0.4[b]	5.5±0.3[b]	5.5±0.1	5.5±0.2[b]	6.5±0.2[a]

The abbreviation is same as Table 1.
[1)] Mean±standard deviation. n=10.
[a~c] Values in the same column that are followed by a different letter are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

가는 머랭에 쓰이는 설탕의 일부를 자일로스로 첨가하는 실험인 것을 감안하였을 때 매우 중요한 관능평가 항목이라고 할 수 있다. 마카롱의 단맛을 분석한 결과, 자일로스 첨가군은 대조군에 비해 모두 유의적으로 낮은 값을 보였고, 가바쌀 가루의 첨가 여부는 단맛에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자일로스의 상대감미도가 설탕의 1/2 정도에 해당된다는 연구(Yoshida M 1986)와 같은 맥락인 것으로 사료된다. 고소한 맛은 대조군을 포함한 모든 시료들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으므로, 가바쌀 가루가 아몬드가루의 일부를 대체하는 경우에도 관능적으로 감지되는 고소한 맛은 감소하지 않는 것으로 사료되었다. 조직감은 GABA0과 대조군 간에 차이를 보이지 않았으므로, 자일로스의 첨가가 조직감의 변화에 영향을 주지 않는 것으로 생각되었다. 하지만 가바쌀 가루의 첨가에 따라 조직감의 강도가 감소하는 경향을 보였고, GABA70의 경우에는 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 이는 상기된 가바쌀 가루의 함량이 증가할수록 깨짐성과 부서짐성이 감소하고, 경도가 증가한다는 결과를 감안하였을 때, 마카롱의 외부구조의 단단함(경도)보다 내부구조의 단단함(깨짐성, 부서짐성)이 관능적으로 느껴지는 조직감에 더 많은 영향을 주는 것으로 사료되었다. 마지막으로 종합적 기호도의 분석 결과, 가바쌀 가루를 첨가하지 않고 설탕의 일부를 자일로스로 대체한 마카롱(GABA0)이 가장 낮은 값을 보였고, 50 g 이상의 가바쌀 가루를 첨가한 경우에는 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). GABA70이 종합적 기호도가 가장 높게 나타났으므로, 색이 어둡고 내부구조가 약하여 부드럽게 부서지는 특성을 지닌 마카롱이 가장 선호되는 것으로 사료되었다. 이러한 결과는 가바쌀 가루를 첨가한 마카롱이 대조군에 비해 관능적으로 우수하며, 기능성 성분이 함유된 곡류를 디저트의 재료로써 이용하여 제품을 개발할 수 있는 가능성이 있음을 시사한다.

요 약

본 연구는 자일로스와 가바쌀 가루를 첨가한 마카롱을 제조한 후 마카롱의 품질 특성과 생리 활성을 분석함으로써, 대체감미료와 곡류를 이용한 기능성 디저트류 개발을 위한 기반자료를 제공하고자 하였다. 색도의 분석 결과, 명도는 가바쌀 가루와 자일로스의 첨가에 따라 모두 감소하는 경향을 보였다. 또한, 자일로스와 가바쌀 가루를 첨가한 경우, 자일로스의 카라멜 반응과 가바쌀에 함유된 아미노부티르산의 마이얄 반응 촉진 작용으로 인해 갈변이 더 활발하게 일어남으로써 적색도와 황색도를 감소시키는 것으로 나타났다. 총 당 함량은 자일로스로 설탕을 일부 대체함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 마카롱에 대한 총 페놀 함량, ABTS 및 DPPH 분석 결과, 설탕의 일부만 자일로스로 대체한 군(GABA0)은 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 가바쌀 가루첨가군(GABA50, GABA70)은 가바쌀 가루에 함유되어 있는 페놀 화합물의 영향을 받아 첨가량에 따라 값이 증가하는 경향을 보였다. 조직감의 분석 결과, 자일로스와 가바쌀 가루를 첨가한 마카롱은 표면 경화 현상이 강화됨에 따라 대조군에 비해 부서짐성과 깨짐성이 낮아지고, 경도는 증가하는 것으로 나타났다. 관능검사 결과, 자일로스의 첨가는 단맛을 낮추고, 종합적 기호도를 감소시켰으나($p<0.05$), 가바쌀 가루의 첨가는 색을 어둡게 하고, 관능적으로 감지되는 조직감의 강도를 감소시키며, 종합적 기호도를 높이는 것으로 나타났다. 종합적으로, 자일로스와 가바쌀 가루를 모두 첨가함으로써 표면의 색이 어둡고, 부드러운 내부 구조를 지닌 GABA70이 가장 선호도가 높은 것으로 확인되었다. 이러한 연구결과는 가바쌀 가루와 자일로스를 이용하여 마카롱을 제조할 경우, 항산화성이 향상되고, 관능적으로 선호도가 높은 기능성 마카롱을 개발할 수 있음을 시사한다.

REFERENCES

A.O.A.C. (2000) Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington. DC. USA. pp 777-784.

Choe JS, Ahn HH, Nam HJ (2002) Comparison of nutritional composition in Korean rices. *Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 885-892.

Choi ID, Ahn MS (1995) A study on the reaction rate and the antioxidant effects of caramelization reaction mixtures. *Korean J Soc Food Sci* 11: 396-400.

Fujimaki M, Namiki M, Kato H (1986) Amino-carbonyl reactions in food and biological systems. Developments in Food Science, Vol. 13. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. pp 363-371.

Goufo P, Trindade H (2014) Rice antioxidants: Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, gamma-oryzanol, and phytic acid. *Food Science & Nutrition* 2: 75-104.

Han SI, Ra JE, Seo KH, Park JY, Seo WD, Park DS, Cho JH, Lee JH, Sim EY, Nam MH (2014) Effects of physico-chemical treatment on '*Nunkeunhukchal*' (black sticky rice with giant embryo) for the enhancement of GABA(γ-aminobutyric acid) contents. *Korean J Crop Sci* 59: 398-405.

Heinze P, Isengard HD (2001) Determination of water content

in different sugar syrups by halogen drying. *Food Control* 12: 483-486.

Kwak EJ (2010) Development of brown colored rice tea with high GABA content. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1201-1205.

Kim EO, Oh JH, 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.

Lee KW, Kim YJ, Lee HJ, Lee CY (2003) Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *J Agri Food Chem* 51: 7292-7295.

Lee MW, Choi SY, Yoo KM, Lim SY, Jung WS, Hwang IK (2015) Development of value-added macaroonè with *Perilla frutescens* powders and their physiological characteristics. *Korean J Food Nutr* 28: 66-72.

Maillard LC (1912) Action of amino acids on sugars; Formation of melanoidins by methodical way. Proceedings of the Academy of Sciences, Paris, France. pp 66-68.

Mcgee H (2004) On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen. Scribner, New York, USA. pp 108-110.

Miller KB, Stuart DA, Smith NL, Lee CY, Mchale NL, Flanagan JA, Ou B, Hurst WJ (2006) Antioxidant activity and polyphenol and procyanidin contents of selected commercially available cocoa-containing and chocolate products in the United States. *J Agric Food Chem* 54: 4062-4068.

NSO(National Statistical Office). http://kostat.go.kr/portal/index/statistics.action. Accessed April 5, 2015.

Peom JW (2013) Characteristics and manufacture of macaroon cookie prepared with black ginseng powder. *Master's Thesis* Hansung university, Seoul, Korea. pp 1-77.

Shin SJ, Kim SW, Chung HC, Han GD (2015) Characteristics of GABA rice *Makgeolli* made by Korean traditional rice wine method of *Geupchungju*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 573-578.

Washburn C, Christensen N (2012) Sugar Substitutes: Artificial Sweeteners and Sugar Alcohols. Utah State University Cooperate Extension, Utah, USA. pp 1-3.

Yoshida M (1986) A microcomputer (PC 9801/MS mouse) system to record and analyze time-intensity curves of sweetness. *Chemical Senses* 11: 105-118.

Yoo KM, Song MR, Ji EJ (2011) Preparation of sensory characteristics of chocolate with added coffee waste. *Korean J Food Nutr* 24: 111-116.

Zhang H, Yao HY, Jiang YR (2002) Development of the health food enriched with gamma-aminobutyric acid(GABA). *Food Ferment Ind* 28: 69-72.

Zhang L, Hu P, Tang S, Zhao H, Wu D (2005) Comparative studies on major nutritional components of rice with a giant embryo. *J Food Biochem* 29: 653-661.

Date Received Jun. 11, 2015
Date Revised Oct. 5, 2015
Date Accepted Oct. 8, 2015