

아몬드 분말을 현미, 멥쌀, 찹쌀로 대체한 마카롱의 품질 특성

황 미 현¹ · 김 미 리^{2*}

¹충남대학교 식품영양학과 박사과정, ²충남대학교 식품영양학과 교수

Quality Characteristics of Macarons with Brown Rice, Nonglutinous Rice and Glutinous Rice Replaced for Almond Powder

Mee Hyun Hwang¹ and Mee Ree Kim^{2*}

¹Doctoral Student, Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

ABSTRACT

This study evaluated the standard recipes of macarons with rice powder substituted for almond powder and the quality characteristics of macarons by this method. Instead of almond powder (Control), macarons were made by adding brown rice powder (BR), nonglutinous rice powder (NR), and glutinous rice powder (GR). The moisture content, volume, sugar content, reducing sugar, pH, acidity, color, and texture were measured to assess the quality characteristics of the macaron samples. The moisture content of the macaron samples increased in the order of control, GR, NR, BR. The volume in the BR was highest. The sugar content and reducing sugar content of the control macarons were higher than those of GR, NR, BR. The pH of macarons substituted with NR was higher than that of the others. In Hunter's color system, the L(lightness) values increased in the order of macarons samples added with Control, BR, GR, and NR. The a(redness) and b(yellowness) values were highest in BR. In texture properties by TPA, the hardness, and chewiness increased in the order of the BR, NR, GR, and Control. In the sensory test, the score of overall preference was highest in the GR macarons. Based on these results, the macaron substituted with GR may be the best for quality properties and sensory test.

Key words: macaron, nonglutinous rice powder, almond powder, glutinous rice powder, quality characteristics

서 론

최근 식생활의 서구화와 간편식의 도입과 건강식품에 관한 소비자 인식과 소비 확대, 가공식품의 소비 증가 등 식문화가 빠르게 변화하고 있다(Lee GI 등 2017). 서양의 디저트 종류의 하나인 마카롱은 고소하고 부드러운 조직감이 우수한 디저트류로서 아몬드 분말을 주재료로 하여 만들어지며(Lee MW 등 2015) 달걀흰자, 분당, 설탕으로 만드는 과자로 바삭하면서 쫄득한 식감이 특징이다(Koo SH 2014). 마카롱은 이탈리아에서 프랑스로 전파되어 대중들의 관심을 받으면서 최근에는 전 세계에서 사랑받는 고급 디저트이다(Kim JI 2015). 아몬드는 풍부한 영양소 공급원으로 알려져 있으며, 최근 연구 결과에서 일정량을 섭취 시 콜레스테롤을 낮춰주고 노화 예방에 도움을 주는 것으로 알려져 있다(Choi SY 등 2015). 이러한 아몬드 대부분은 수입에 의존하고 있는데 우리나라 아몬드 수입량은 약 90% 이상을 미국산이 차지

하고 있으며(Lee CH 2016), 우리나라는 쌀이 주식이지만 쌀 소비가 감소하고 밀가루의 소비가 증가하면서 각종 성인병의 발병률이 증가하고 있다(Goufo P & Trindale H 2014). 쌀은 우리나라 및 아시아권의 주식으로 이용되는 대표적인 식품으로, 현미에는 지방과 콜레스테롤이 없으며, 비타민 B 복합체와 비타민 E, 엽산 등의 영양소뿐만 아니라, GABA(γ -aminobutyric acid), 저항전분 등과 같이 다양한 생리활성물질을 함유하고 있으며, 장내 균총 개선 효과, 항비만 효과, 항암 효과 등을 기대할 수 있다(Dziedzic JD 1991; Chae JC 2004; Kahlon TS & Smith GE 2004).

통계청 자료에서 우리나라의 1인당 쌀 소비량은 연간 2011년 71.2 kg에서 2019년 59.2 kg으로 계속 감소하고 있다(KOSTAT 2020). 우리의 식생활이 서구화, 다양화됨에 따라 모든 연령층에서는 쌀밥보다는 서구화된 식생활을 선호하는 경향을 보이며, 가정이나 외식 산업체에서도 쌀의 이용이 감소하고 있어 소비자가 선호하는 식품과 음식에 쌀의 활용을 점차 증가시키면서 쌀을 주재료로 하는 식품에 적응이 되도록 하는 것도 중요한 일이 되었다. 반면, 아몬드는 대부분 수

* Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel: +82-42-821-6837, Fax: +82-42-821-8671, E-mail: mrkim@cnu.ac.kr

입에 의존하고 있어 원가가 높아 마카롱의 가격이 높게 측정되는 이유가 되며, 아몬드 는 가식 부위 100 g당 583 kcal인데 반해, 현미는 344 kcal, 멥쌀은 365 kcal, 찹쌀은 359 kcal로 (NIAS 2016) 낮다. 따라서 마카롱 제조 시 아몬드 분말을 곡물로 대체하였을 때 칼로리도 낮출 수 있으며, 아몬드 분말이 수입이 안 되거나 대체품이 필요할 때 꼭 견과류가 아닌 곡물류로 대체하여 프랑스의 디저트 마카롱을 우리나라의 마카롱으로 재탄생시키면 쌀소비를 촉진하고, 원가를 절감할 수 있을 것으로 사료된다.

마카롱에 관한 연구로는 마카롱의 제조연구로 고추와 가바 쌀을 첨가한 기능성 마카롱 개발에 관한 연구(Yoo KM 2015), 자일로스 와 들깨를 이용한 기능성 마카롱 개발 및 생리활성 품질 분석(Lee MW 등 2015), 양배추 분말을 첨가한 마카롱의 품질 특성 및 항산화 활성(Kim KJ 2017), 한련초 마카롱(Kim JY 2015), 가시파래 분말 첨가 마카롱의 이화학적 특성 및 항산화 활성(Baek SY 등 2019), 땅콩 분말을 첨가한 마카롱의 품질 특성(Park YM 등 2020) 등 쌀 첨가 마카롱에 관한 연구는 미비하기에 쌀가루를 이용한 마카롱을 만들어 보고자 한다.

따라서 본 연구는 우리나라에서 생산되는 쌀소비의 도움을 주고자 아몬드 분말을 현미, 멥쌀, 찹쌀로 대체하고, 원가 절감을 위한 마카롱 제조를 통하여 기능성 식품으로 개발 가능성을 알아보고자 하였으며, 마카롱의 품질 특성과 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하여 최적의 제품을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 마카롱 제조시 아몬드 분말(곡물 연가(주), 청주, 한국), 건식 멥쌀가루(함양농업, 함양, 한국), 건식 찹쌀가루(성진식품, 광주, 한국), 건식 현미 쌀가루(새롬푸드(주), 인천, 한국), 슈가파우더(새롬푸드(주), 인천, 한국), 설탕(제일푸드 CJ, 서울, 한국)을 재료로 사용하였다.

2. 마카롱의 제조

마카롱의 제조 방법은 Table 1과 같다. 마카롱 제조에 앞서 분량의 Tant Pour Tant(TPT 아몬드 분말과 슈가파우더를 1:1로 섞은 비율)로 재료를 계량하였고, stainless steel bowl에 각각의 시료와 슈가파우더와 함께 달걀흰자를 넣고 혼합하여 TPT를 만들었다. 한편, 머랭은 각 군별로 설탕과 물을 넣어 녹인 후 118℃까지 온도를 올려 시럽을 만든 후 흰자에 시럽을 부어 가면서 반죽기(KMC510, De'Longhi-Kenwood Appliance Co. Ltd, Dongguan, China)의 가장 빠른 회전속도

Table 1. Recipes of macarons replacing almonds with rice powder

Ingredients (g)	Sample			
	Control ¹⁾	BR	NR	GR
Almond powder	100			
Tant pour tant (TPT)				
Rice powder		100	100	100
Sugar powder	100	100	100	100
Egg white	42	42	42	42
Egg white	42	42	42	42
Meringue				
Sugar	110	110	110	110
Water	42	42	42	42
Total	436	436	436	436

¹⁾ Control: Macarons with almond powder.

BR: Almond powder substituted with brown rice powder.

NR: Almond powder substituted with nonglutinous rice powder.

GR: Almond powder substituted with glutinous rice powder.

10단으로 8분간 작동하여 80~90%의 머랭을 만들었다. TPT에 머랭을 각 처리군별로 혼합하여 주었다. 완성된 반죽은 짤주머니에 넣어 일정한 무게(8 g)로 반죽을 정해진 간격으로 철판에 테플론 시트를 깔고 짤 뒤, 실온에 30분 동안 방치하여 표면의 수분을 제거하였다. 마카롱 반죽은 윗불 160/아랫불 150℃로 예열된 오븐(FDO-7104, DaeYung Machinery Co. Seoul, Korea)에서 13분간 구워 실온에서 1시간 냉각 후, 밀봉한 뒤에 실험에 바로 사용하였다.

3. 마카롱의 수분함량

마카롱의 수분함량은 각 시료를 1 g 취하여 적외선 수분측정기(ISCO, US/Retriever 500S Sartorius, Frankfurt, Germany)에 3회 반복 측정하고, 그 평균값을 구하였다.

4. 마카롱의 부피

마카롱의 부피는 종자치환법(Pyler EJ 1979)에 의하여 비커에 좁쌀을 가득 담고 평평하게 한 뒤 마카롱을 넣고 떨어진 좁쌀을 눈금 실린더에 넣어 부피를 측정하였고, 한 시료당 3회 측정하고 그 평균값을 나타냈다.

5. 마카롱의 당도 및 환원당

당도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣고 Bag Mixer(Model 400, Interscience, Mourjou, France)의 speed를 7로 하여 2분간 균질화한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 취한 상층액을 당도계(Refractometer, SCM-1000, Hando, Daegu, Korea)를 사용하여 측정하였다. 환원당도 당도와 같은방법으

로 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 곡선은 glucose(Sigma Aldrich Co. St. Louis, MO, USA)를 농도별로 반응시켜 작성하였다(KFN 2000).

6. 마카롱의 pH 및 산도

pH는 AOAC법(AOAC 1990)에 따라 시료 4 g을 증류수 36 mL와 함께 넣고 Bag Mixer로 균질화(speed 7, 2 min)하였다. 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상층액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 측정하였고, 산도 또한 같은 시료 상층액 10 mL를 취하여 0.1 N NaOH를 첨가하였을 때 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH 양(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산 함량을 표시하였다.

7. 마카롱의 색도

색도는 시료 10 g을 분쇄기에 갈아서 페트리 디쉬(50 mm Φ × 12 mm)에 담고 색도를 측정하였다. 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)을 측정하였다. Standard color value는 L값 99.34, a값 -0.014, b값 -0.08을 표준으로 사용하였다.

8. 마카롱의 기계적 조직감

마카롱의 조직감 특성을 알아보기 위하여 Texture analyzer (TA/XT2, Stable Micro System Ltd., London, England)를 사용하여 probe(Φ 3 mm, cylinder type)를 연속 2회 압착하였을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 회복력(resilience)을 측정하였다. 마카롱의 크기는 지름 3 cm, 높이 1 cm로 일정하게 한 뒤 사용하였으며, 분석 조건은 pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 0.5 mm/s, post-test speed 3.0 mm/s, strain 50.0%, force 5 g으로 하여 측정하였다.

9. 마카롱의 관능적 특성

마카롱의 강도검사를 실시하여 관능검사(충남대학교 생명윤리위원회 생명윤리 면제심의 윤리면제 승인번호: 201907-SB-107-01)를 진행하였다. 강도검사는 검사 방법과 평가 특성을 교육과 예비검사를 통해 관능검사에 익숙한 충남대학교 식품영양학과 대학생과 대학원생 8명을 패널로 선정하여 7점 척도법으로 강도 (1점; 매우 약함, 7점; 매우 강함) 평가

를 하였다. 강도검사의 항목은 외부 갈변도, 곡물향, 고소한 향, 고소한 맛, 단맛, 쫄득한 정도, 경도, 씹힘성, 탄력성, 텁텁한 정도, 전반적인 수용도였으며, 시료는 세 자리 난수표를 부착한 일회용 접시에 제공하였고, 다음 시료 평가에 미치는 영향을 줄이기 위해 따뜻한 물과 함께 제공하였다.

10. 통계처리

본 연구의 모든 결과는 SPSS 24.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 나타내었다. 실험 결과는 모든 실험을 3번 반복하여 나온 값이며, 기술통계를 통해 ‘평균±표준편차’로 나타내었으며, 각 시료 간의 유의성 검정을 위해서는 분산분석(ANOVA)을 이용하여 유의성이 있는 경우 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan’s multiple range test)으로 시료 간의 유의차($p < 0.05$)를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 마카롱의 수분함량

마카롱의 수분함량은 Table 2와 같다. 수분함량은 대조군 10.92%, GR 11.95%, NR 14.03%, BR 14.07% 순으로 높았으며, 시료 간의 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 각각 시료의 수분함량을 측정된 결과, 아몬드 분말 7.3%, 찹쌀가루 10.7%, 멥쌀가루 11.89%, 현미 쌀가루 12.68% 순으로 높아 마카롱의 수분함량과 같은 경향이라고 사료된다. 밀가루, 쌀가루, 현미 가루, 발아 현미가루 및 흑미가루 등의 첨가가 스펀지 케이크 특성에 미치는 영향의 연구(Oh HJ 2019)에서도 쌀가루 스펀지케이크보다 현미 가루 스펀지케이크의 수분함량이 더 높아 비슷한 경향을 보였으며, 찹쌀 및 멥쌀가루 첨가에 따른 생면 품질 특성 연구(Kim MS 2016)에서도 일반성분에 찹쌀보다 멥쌀의 수분함량이 많았고, 찹쌀로 만든 면보다 멥쌀로 만든 면이 수분함량이 더 높아 본연구와 유사한 경향을 보였다.

2. 마카롱의 부피

마카롱의 부피를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 마카롱의 부피는 NR 24.07 mL, GR 24.17 mL, 대조군 25.17 mL, BR 26.57 mL로 BR이 가장 높았으며, 대조군과 실험군 간의 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 백미, 현미를 첨가한 파운드 케이크 제조 연구(Yoon HR 2007)에서도 백미보다 현미가 부피가 더 높았으며, 식이섬유 첨가로 부피가 감소한 선행 연구(Shudha ML 등 2006)와는 다른 결과이다. 도정도에 따른 쌀의 수화과 이화학적 특성(Kim KY & Jeon ER 1996)의 연구에서 현미는 백미에 비하여 외피가 두껍고 질기며 수분의

Table 2. Moisture content, volume, sugar content, reducing sugar content, pH and acidity of macarons replacing almonds with rice powder

Sample	Control ¹⁾	BR	NR	GR
Moisture content (%)	10.92±0.16c ²⁾³⁾	14.07±0.46 ^a	14.03±0.04 ^a	11.95±0.03 ^b
Volume (mL)	25.17±0.29 ^b	26.57±0.06 ^a	24.07±0.12 ^c	24.17±0.29 ^c
Sugar content (°Brix)	6.60±0.00 ^a	5.83±0.58 ^b	5.77±0.06 ^b	5.53±0.12 ^c
Reducing sugar content (%)	0.42±0.02 ^a	0.16±0.16 ^b	0.15±0.01 ^b	0.08±0.01 ^a
pH	7.66±0.04 ^b	7.59±0.01 ^b	7.89±0.07 ^a	7.88±0.03 ^a
Acidity (%)	0.0230±0.00030 ^b	0.0240±0.00040 ^a	0.0048±0.0003 ^d	0.0068±0.00035 ^c

¹⁾ Control: Macarons with almond powder.

BR: Almond powder substituted with brown rice powder.

NR: Almond powder substituted with nonglutinous rice powder.

GR: Almond powder substituted with glutinous rice powder.

²⁾ All values are mean±S.D.

³⁾ Different letters (^{a-d}) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

침투가 어려워 수분 흡수율이 낮아 현미 마카롱의 부피가 수분의 흡수율과 상관성이 있는 것으로 사료되어지며, 또한 pH는 난백의 기포 형성력에 영향을 미치는데, 난백이 알칼리성일 때 기포의 형성은 증가하지만 안정성은 저하되고, 난백이 등전점이 약산성(pH 6-7)일 때 기포의 형성력과 안정성이 같이 높아진다. 따라서 난백의 기포성을 이용한 제품을 만들 때는 소량의 산을 첨가해 pH의 등전점 부근으로 낮춰 기포가 잘 형성되고 안정성도 높아지도록 하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 BR군에서 측정된 pH 값이 가장 산성 부근에 근접하여 pH에 의해 기포 형성력과 안정성이 높아져 부피에 영향을 주었을 것이라고 결론지었다(Park YM 등 2020).

3. 마카롱의 당도 및 환원당

마카롱의 당도 및 환원당 함량은 Table 2와 같다. 당도는 GR 5.53 °Brix, NR 5.77 °Brix, BR 5.83 °Brix, 대조군 6.6 °Brix 순으로 당도가 높았으며, 이는 100 g당 당 함량이 찹쌀가루 0.08 g, 멥쌀가루 0.1 g, 현미 쌀가루 0.39 g, 아몬드 분말 4.28 g으로(NIAS 2016), 본 실험 당도의 경향과 일치하는 것으로 나타났으며, 대조군과 실험군 간의 유의적인 차이가 나타났다($p<0.05$). 환원당은 GR 0.08%, NR 0.15%, BR 0.16%, 대조군 0.42% 순으로 대조군과 쌀가루 마카롱의 당도가 높아질수록 환원당도 증가하였다.

4. 마카롱의 pH 및 산도

마카롱의 pH 및 산도는 Table 2와 같다. pH는 BR 7.59, 대조군 7.66, GR 7.88, NR 7.89 순으로 높았고, 산도는 NR 0.0048%, GR 0.0068%, 대조군은 0.023%, BR 0.024% 순으로 시료 간의 유의적인 차이가 있었으며($p<0.05$), 이는 pH 경향과 반비례 결과를 보였다. 제과에서 pH는(Kim CS 2015)

과일 케이크 pH 4.4를 제외하고 pH 7~9 사이이며, 밀가루, 쌀가루, 현미 가루, 발아 현미 가루 및 흑미 가루 등의 첨가가 스펀지케이크 특성에 미치는 영향 연구(Oh HJ 2019)에서 쌀가루의 pH는 5.25, 현미 쌀가루 5.01이고, 쌀가루를 첨가하여 구운 스펀지케이크의 pH 6.88, 현미 쌀가루 스펀지케이크 pH 6.51로 본 연구에서도 BR보다 NR이 pH가 더 높아 비슷한 경향을 나타내었다.

5. 마카롱의 색도

마카롱의 색도는 Table 3과 같다. L값은 대조군 68.93, BR 70.85, GR 79.94, NR 83.99 순으로 높았으며, 대조군과 실험군 간에 유의적으로 차이를 나타내었다($p<0.05$). a값은 NR -1.24, GR -1.11, 대조군 0.77, BR 1.34 순으로 가장 높았고, 대조군과 실험군 간에 유의적으로 차이가 있었다($p<0.05$). b값은 NR 10.17, GR 11.41, 대조군 15.17 BR 15.97 순으로 높았으며, 대조군과 실험군 간에 유의적으로 차이가 있었다($p<0.05$). 현미 가루로 제조한 제과제빵의 품질 특성(Yoon CS 2018)에서도 멥쌀이 L값이 높고 a값, b값은 현미가 높게 나와 같은 경향을 나타내었으며, 또한 백미, 현미를 첨가한 파운드 케이크 제조(Yoon HR 2007)에서도 멥쌀이 L값이 높고, a값은 현미가 높게 나와 경향이 비슷하다고 사료된다.

6. 마카롱의 기계적 조직감

쌀가루를 첨가한 마카롱의 기계적 조직감 측정은 경도, 부착성, 탄력성, 응집성, 씹힘성, 회복력의 6개 항목을 측정하였으며, 측정된 결과는 Table 4와 같다. 경도의 경우, BR 160.56 g, NR 164.92 g, GR 371.73 g, 대조군은 523.22 g의 순으로 높았으며, 시료 간에 유의적인 차이를 나타내었다

Table 3. Color values of replacing almonds with rice powder

Sample	L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)
Control ¹⁾	68.93±0.44 ^{d2)3)}	0.77±0.08 ^a	15.17±0.52 ^a
BR	70.85±0.49 ^c	1.34±0.12 ^a	15.97±0.12 ^a
NR	83.99±0.55 ^a	-1.24±0.57 ^b	10.17±0.83 ^c
GR	79.94±0.57 ^b	-1.11±0.16 ^b	11.41±0.42 ^b

¹⁾ Control: Macarons with almond powder.

BR: Almond powder substituted with brown rice powder.

NR: Almond powder substituted with nonglutinous rice powder.

GR: Almond powder substituted with glutinous rice powder.

²⁾ All values are mean±S.D.

³⁾ Different letters (^{a-d}) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

($p<0.05$). 쿠키의 경도는 아밀로오스 함량이 높을수록 낮아졌다고 보고하였는데(Kwon YR 등 2011), 아밀로오스 함량이 높은 백미와 현미의 경도가 찹쌀보다 낮았다. 또한, 마카롱의 수분함량이 높을수록 경도가 감소하였는데, 빵잎 가루, 백년초 가루 등을 첨가한 마카롱 특성 연구(Park YJ 2017)에서도 수분함량과 경도가 반비례 양상을 띠었다. 이는 기계적 조직감이 수분함량에 영향을 받은 것이라고 보여진다. 마카롱의 부착성, 응집성, 회복력은 대조군과 쌀가루 첨가에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 경도와 같은 경향을 보이는 항목으로는 탄력성과 씹힘성이었으며, 경도가 증가할수록 탄력성과 씹힘성이 증가하였고 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$).

7. 마카롱의 관능적 특성

쌀가루를 첨가한 마카롱의 강도검사 결과는 Table 5와 같다. 외부 갈변도는 GR 2.8, BR 3.8, 대조군은 4.3, NR 5.6 순이었으며, 대조군과 실험군 간에 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). 외부 갈변도는 멥쌀이 가장 높은 값을 나타내었는데, 멥쌀의 아밀로오스 함량은 20~25%, 찹쌀은 1~2%로 멥쌀의 아밀로오스 함량과 환원당으로 인한 Maillard reaction 반응으로 인하여 높은 값을 나타낸 것으로 사료된다(Lee JH 등 2016). 고소한 향은 NR 3.6, BR 4.1, GR 4.1, 대조군 5.7 순으로 높게 나타나 대조군과 실험군 간에 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). 곡물 향은 대조군 1.5, GR 4.3, BR 5.8, NR 6.4 순으로 높았으며, 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 고소한 맛은 NR 3.5, BR 3.9, GR 4.1, 대조군은 5.8로 높았으며, 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 이는 견과류인 아몬드 분말에 지방 성분이 100 g당 49.40 g(NIAS 2016)으로 높아 고소한 맛의 점수가 가장 높았던 것이라고 사료된다. 단맛은 GR 5.1, NR 5.3, BR 5.4, 대조군 6.4 순으로 높았으며, 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 당도측정에서의 당도와 관능검사의 강도에서 당도가 일치하는 것으로 나타났다. 쫄득한 정도는 NR 3.4, BR 3.9, GR 5.8, 대조군 6.1 순으로 높았으며, 대조군과 실험군 간의 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 이는 아몬드 분말의 일반성분에서 단백질 함량이 23.44%(NIAS 2016)로 단백질 함량이 쌀가루보다 많아 마카롱의 쫄득한 식감에 영향을 주었고, 찹쌀은 아밀로펙틴이 98~99%(Lee JH 등 2016)로 많이 함유되어 있어서 찹쌀가루가 쫄득한 식감에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 경도는 BR 3.8, NR 4.6, GR 5.4, 대조군 5.6으로 대

Table 4. Texture parameters of macarons replacing almonds with rice powder

Parameters	Control ¹⁾	BR	NR	GR
Hardness	523.22±27.32 ^{a2)3)}	160.56±31.12 ^c	164.92±10.68 ^c	371.73±32.28 ^b
Adhesiveness	-0.59±0.33 ^{ns4)}	-0.08±0.43	-0.19±0.28	-0.30±0.04
Springiness	0.76±0.02 ^a	0.40±0.22 ^b	0.62±0.03 ^a	0.73±0.06 ^a
Cohesiveness	0.33±0.04 ^{ns}	0.25±0.15	0.25±0.11	0.29±0.06
Chewiness	124.59±14.04 ^a	22.46±12.27 ^c	25.31±9.57 ^c	77.57±19.38 ^b
Resilience	0.12±0.004 ^{ns}	0.11±0.04	0.13±0.03	0.11±0.04

¹⁾ Control: Macarons with almond powder.

BR: Almond powder substituted with brown rice powder.

NR: Almond powder substituted with nonglutinous rice powder.

GR: Almond powder substituted with glutinous rice powder.

²⁾ All values are mean±S.D.

³⁾ Different letters (^{a-c}) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

⁴⁾ ns: not significant.

Table 5. Mean scores of intensity test of macarons replacing almonds with rice powder

Characteristics	Control ¹⁾	BR	NR	GR
Browning index	4.3±0.7 ^{b2,3)}	3.8±0.7 ^b	5.6±0.5 ^a	2.8±1.0 ^c
Smell of savory	5.7±1.3 ^a	4.1±0.8 ^b	3.6±0.7 ^b	4.1±1.1 ^b
Flavor of grain	1.5±0.5 ^c	5.8±0.7 ^a	6.4±0.7 ^a	4.3±0.7 ^b
Taste of savory	5.8±0.7 ^a	3.9±0.6 ^b	3.5±0.5 ^b	4.1±0.6 ^b
Sweetness	6.4±0.7 ^a	5.4±0.5 ^b	5.3±0.7 ^b	5.1±0.1 ^b
Gumminess	6.1±0.6 ^a	3.9±0.6 ^b	3.4±1.0 ^b	5.8±1.0 ^a
Hardness	5.6±0.5 ^a	3.8±0.6 ^c	4.6±1.1 ^{bc}	5.4±1.1 ^{ab}
Chewiness	5.6±0.7 ^a	4.0±0.8 ^b	4.1±0.6 ^b	5.4±0.7 ^a
Springiness	5.8±0.5 ^a	4.0±0.5 ^b	4.4±0.7 ^b	5.5±0.9 ^a
Dryness	1.6±0.7 ^c	4.9±0.4 ^a	5.4±0.5 ^a	3.1±0.6 ^b
Overall acceptance	6.3±0.5 ^a	3.9±0.8 ^b	3.3±0.7 ^b	6.6±0.5 ^a

¹⁾ Control: Macarons with almond powder.

BR: Almond powder substituted with brown rice powder.

NR: Almond powder substituted with nonglutinous rice powder.

GR: Almond powder substituted with glutinous rice powder.

²⁾ All values are mean±S.D.

³⁾ Different letters (^{a~d}) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

조군과 실험군 간의 유의적인 차이가 있었으며($p<0.05$), 씹힘성과 탄력성도 경도와 같이 증가하여 경도와 같은 경향을 보였다. 텁텁한 정도는 대조군이 1.6, GR 3.1, BR 4.9, NR 5.4 순으로 높았으며, 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 전반적인 수용도(overall acceptance)는 NR 3.3, BR 3.9, 대조군은 6.3, GR 6.6으로 나타나며, 시료 간에 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 대조군과 찹쌀가루 첨가군(GR)이 전반적인 수용도에서 높은 값을 보이며 유의적인 차이가 없었다. 마카롱에서 중요한 특징은 쫄쫄한 식감인데 찹쌀로 대체하였을 때 쫄쫄한 정도와 경도, 씹힘성, 탄력성은 대조군과 유의적인 차이가 나지 않았으며, 대조군보다 단맛이 적절한 수준이었고, 멍쌀이나 현미 첨가군에 비해 곡물 향과 텁텁한 맛이 많이 나지 않아서, 아몬드를 대체하여 찹쌀을 넣은 마카롱이 전체적인 수용도가 높았다고 사료된다.

요약 및 결론

본 실험에서는 마카롱의 아몬드 분말을 쌀가루로 대체하여 기능성을 부여하기 위하여 현미, 멍쌀, 찹쌀가루 첨가하여 마카롱을 제조하였다. 시료의 기능성을 알아보기 위하여 이화학적 품질 특성을 알아보았다.

먼저 품질 특성 중 수분함량과 부피는 BR이 가장 높았으며, 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이가 있었다. 당도와 환원당은 GR, NR, BR, 대조군 순으로 높았고, 시료 간 유의적인 차이가 있었으며, 당도가 증가할수록 환원당도 증가하였다. pH의 경우 NR이 가장 높았고, 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이가 있었다. pH와 산도는 서로 반대되는 경향을 보였다. 색도는 L 값은 NR이 높았고, a 값과 b 값은 BR이 가장 높았으며, 색도에서 대조군과 실험군 간의 L, a, b 값은 유의적으로 차이를 나타내었다. 기계적 조직감에서 경도는 대조군이 높았으며, 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이를 나타내었다. 부착성, 응집성, 회복력은 대조군과 실험군 간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 조직감에서 경도가 증가할수록 씹힘성과 탄력성이 증가하였다. 관능검사서 특성 강도 측정 결과, 외부 갈변도는 NR이 높았으며, 시료 간의 유의적 차이를 보였다. 곡물 향은 NR이 가장 높았고, 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이를 보였다. 고소한 향, 고소한 맛, 단맛은 대조군이 가장 높았으며 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이를 보였다. 쫄쫄한 정도와 경도는 대조군, GR 순으로 높았는데, 대조군과 GR군과의 유의적인 차이는 없었다. 텁텁한 정도는 NR이 가장 높았으며, 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이를 나타냈다. 전반적인 수용도에서는 대조군과 GR이 높은 값을 나타냈고, 유의적인 차이가 없이 높게 평가되었다. 마카롱은 프랑스의 고급 디저트로서 요즘 트렌드와 잘 맞는데, 우리나라에서도 다양한 식품으로 연구 개발하고 있어 본 연구에서는 건강에도 유익하고 쉽게 구할 수 있는 재료로 마카롱을 제조하여 연구하였으며, 쌀가루로 만든 마카롱은 텁텁할 것 같았지만 관능검사 결과 찹쌀로 만든 마카롱은 아몬드와 비슷한 식감과 대체할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 아몬드 분말을 쌀가루로 대체한 마카롱 중에 이화학적 검사와 강도검사를 바탕으로 찹쌀로 대체한 마카롱을 개발하면 좋을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- AOAC (1990) Official Methods of Analysis of AOAC International 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Baek SY, Sha SJ, Hwang MH, Kim MR (2019) Physicochemical properties and antioxidant activities of macarons added with *Enteromorpha prolifera* powder. Korean Soc Food Sci Nutr 48(12): 1373-1382.
- Choi SY, Lim SY, Jung WS, Yoo KM, Hwang IK. (2015) Studies on quality characteristics and biological activities of macarons supplemented with GABA (γ -aminobutyric

- acid) rice powder and xylose. *J East Asian Soc Diet Life* 25(5): 822-829.
- Chae JC (2004) Present situation, research and prospect of rice quality and bioactivity in Korea. *Food Sci Industry* 37(2): 445-452.
- Dziezak JD (1991) Romancing the kernel: A salute to rice varieties. *Food Technology* 45(6): 74-80.
- Goufo P, Trindade H (2014) Rice antioxidants: Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, gamma-oryzanol, and phytic acid. *Food Sci Nutr* 2(2): 75-104.
- Koo SH (2014) *Parisien Macaron*. Pampas Publishers, Korea. pp 18-20.
- Kim JY (2015) Physicochemical properties of macaroon prepared with *Eclipta alba*. MS Thesis Hansung University, Seoul.
- Kim CS (2015) *Written Test Questions for Baker*. Crown Publishing Co, Korea. pp 20-26.
- Kim KJ (2017) Quality characteristics and antioxidant activities of macaron with cabbage powder. *Korean Soc Food Eng* 21(4): 367-374.
- Kahlon TS, Smith GE (2004) Rice bran: A health-promoting ingredient. *Cereal Foods World* 49(4): 188-194.
- Kwon YR, Jung MH, Cho JH, Song YC, Kang HW, Lee WY (2011) Quality characteristics of rice cookies prepared with different amylose contents. *Korean J Sci Nutr* 40(6): 832-838.
- Kim MS (2016) Study on quality characteristics and improvement of preference for noodle by adding glutinous rice and rice flour. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 43.
- Kim KY, Jeon ER (1996) Physicochemical properties and hydration of rice on various polishing degrees. *Korean J Food Sci Technol* 28(5): 959-964.
- KOSTAT (2020) Annual Grain Consumption Per Capita. <http://kostat.go.kr/wnsearch/search.jsp> (accessed on 22. 4. 2020)
- Lee MW, Choi SY, Yoo KM, Lim SY, Jung WS, Hwang IK (2015) Development of value-added macaroon with *Perilla frutescens* powders and their physiological characteristics. *Korean J Food Nutr* 28(1): 66-72.
- Lee CH (2016) World Nuts Import Trend. World Agriculture. Korea Rural Economic Institute, Korea. pp 95-110.
- Lee JH, Kim ML, Min HS, Lee YE, Song YS, Kwon SJ, Kim MJ, Song HN (2016) *Food and Cooking Principles*. Gyomoon Publishing Co, Korea. pp 55, 366.
- Lee GI, Kim SH, Hoe SY, Lim SJ, Park IH (2017) Basic Analysis Report of Food Consumption Behavior Survey. Korean Rural Economic Institute, Korea. pp 358-385.
- National Institute of Agricultural Sciences (2016) *Korean Food Composition I*. 9th revision. National Institute of Agricultural Sciences, Korea. pp 40, 86.
- Oh HJ (2019) Quality characteristics of sponge cakes added with wheat flour, rice flour, brown rice flour, germinated brown rice flour and black rice flour. MS Thesis Seoul National University of Science and Technology, Seoul. p 20.
- Pyler EJ (1979) Physical and chemical test method. In: *Baking science and technology*. Pyler EJ (ed). Sosland Pub. Co., Merrian, Kansas. pp 891-895.
- Park YJ, Park MH, Lee SH, LEE SM (2017) A study on the macaron properties with centennial powder of mulberry leaf. *J East Asian Soc Diet Life*. 10: 207-207.
- Park YM, Kim SJ, Kim DH, Kim MR (2020) Physicochemical properties of macaron supplemented with peanut (*Arachis hypogaea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 49(4): 377-384.
- Shudha ML, Baskaran V, Leelavathi K (2006) Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chem* 104(2): 125-132.
- The Korea Society of Food Science and Nutrition (KFN) (2000) Food section. pp 151-152. In: *Handbook of experiments in food science and nutrition*. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea.
- Yoo KM (2015) Development of macarone with Korean red peppers (*Capsicum annum* L.) and GABA rice and evaluation of physiological characteristics. *Korean J Food Nutr* 28(3): 351-357.
- Yoon HR (2007) White rice, brown rice and germination rice flour characteristic and poundcake manufacturing. MS Thesis Chonnam National University, Gwangju. pp 1-66.
- Yoon CS, Hwang JI, Kim HA, Chang YH (2019) Quality characteristics of baking products made with resistant starch-enhanced brown rice. *Korean J Food Cook Sci* 25(4): 163-170.