

초석잠(*Stachys sieboldii* Miq.) 분말의 첨가량을 달리한 쌀 영양바의 품질특성

주신윤·최혜연[†]

대진대학교 식품영양학과, ¹공주대학교 식품과학부 외식상품학과

Quality Characteristics of Rice Nutritional Bars Containing Different Levels of Chinese Artichoke (*Stachys sieboldii* Miq.) Powder

Shin-Youn Joo · Hae-Yeon Choi^{1†}

Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, Gyeonggi 11159, Korea

¹Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

Abstract

Purpose: The aim of this study was to evaluate the quality characteristics of rice nutritional bars prepared by adding Chinese artichoke (CA) powder to the rice powder. **Methods:** CA rice nutritional bars were prepared with various levels of CA powder (0%, 5%, 10%, 15%, and 20%) and designated as CA0 (without CA powder), CA5, CA10, CA15, and CA20, respectively. The total phenolic content, DPPH free radical scavenging activity, moisture content, pH, baking loss rate, leavening rate, volume, color, texture analysis, and sensory evaluations of rice nutritional bars were performed. **Results:** The total phenolic content and DPPH free radical scavenging activity exhibited an increase with increase in the substitute amount of CA powder. The results showed that the pH of rice nutritional bars decreased in all sample groups as the content of CA powder increased. The volume of the sample group with CA powder was higher than that of CA0. As the content of CA powder increased, lightness of the rice nutritional bars crumbs decreased while redness and yellowness increased. The texture analysis of rice nutritional bars showed that hardness, gumminess, and chewiness were the highest in CA0 while springiness and cohesiveness were the lowest in CA0. With respect to characteristic intensity rating, the taste, flavor, and softness of rice nutritional bars increased with increasing amounts of CA powder. In terms of consumer acceptability, CA15 and CA20 received the highest scores with respect to texture. **Conclusion:** Therefore, the results of this study indicate that replacing 15% of the rice powder with CA led to an efficient enhancement in the antioxidant and nutritional values of rice nutritional bars as well as the sensory quality.

Key words: Chinese artichoke, rice nutritional bar, total phenolic content, DPPH radical scavenging activity

I. 서론

쌀은 세계 3대 식량 작물 중 하나로 아시아권 대부분의 국가에서 쌀을 주식으로 사용하고 있다(Lee YS 등 2013). 쌀에 함유된 복합 탄수화물은 혈당이 급격하게 올라가는 것을 억제하여 당뇨병, 비만 등의 질병을 예방하고 항혈전 효과, 항산화 활성, 간 기능 개선효과 등의 효능을 나타낸다(Ardiansyah 등 2006). 또한 쌀가루는 밀가루의 글루텐이 셀리악병(celiac disease)의 원인으로 알려지면서 밀가루를 대체할 수 있는 소재로 관심을 받고 있

다(Lee NY 2012). 편리함을 추구하는 현대인들의 기호를 충족할 수 있는 베이커리 제품에 쌀을 적용하려는 시도는 쌀의 소비를 증가시킬 수 있는 좋은 방안이 될 수 있다(Park MK 등 2006). 소비자들의 건강에 대한 관심이 증가하면서 기존의 베이커리 제품에 다양한 기능성 소재를 첨가한 건강기능성식품에 대한 소비자들의 수요가 증가하고 있으며(Jung SJ 2006), 글루텐이 없는 글루텐프리 식품에 대한 관심 또한 높아지고 있다. 쌀을 이용한 베이커리 제품개발에 관한 선행연구는 솔잎분말과 생즙 첨가 쌀 마들렌(Kim WJ 등 2014), 머루 분말 첨가 쌀 시폰 케

[†]Corresponding author: Hae-Yeon Choi, Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, 54, Daehak-ro, Yesan-gun, Chungnam 32439, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4569-7924>

Tel: +82-41-330-1505, Fax: +82-41-330-1509, E-mail: prochoi@kongju.ac.kr



이크(Bing DJ & Chun SS 2015), 분질미, 연질미 및 경질미를 이용한 잉글리쉬 머핀(Choi OJ 등 2015), 해나루찰 첨가 식빵(Ju HW & Lee KS 2016) 등이 있다.

초석잠(*Stachys sieboldii* Miq.)은 중국의 전통적인 건강 채소로서 Chinese artichoke로 불리며, 여름에는 잎이 무성하고 겨울에는 그 뿌리의 형태가 누에와 닮아 ‘식물 동충하초’라고도 불린다(Stadhouders PJ 1990, Ryu BH 등 2002). 초석잠의 기능으로는 항균, 항산화 및 항암작용이 알려져 있고(Ryu BH & Park BG 2002, Ryu BH 등 2002, Baek HS 등 2003), 초석잠에 함유된 올리고당은 프로바이오틱스 작용을 한다고 보고되었다(Yin J 등 2006). 또한 초석잠에서 분리한 페놀성 화합물인 4'-methyl ether 7-O-β-(6''-O-acetyl-2''-allosyl) glucoside, isoscutellarein 7-O-β-(6''-O-acetyl-2''-allosyl) glucoside, acteoside는 hyaluronidase 활성을 저해하여 염증을 억제한다고 알려져 있다(Takeda Y 등 1985). 이와 같이 다양한 생리활성을 나타내는 초석잠을 식품에 적용한 최근 연구로는 초석잠 두부(Lee JE 등 2014), 초석잠 쌀कु키(Chung MJ 등 2014), 초석잠 쌀 머핀(Park YI 등 2014), 초석잠 식빵(Jeon KS & Park SI 2015) 등이 있다. 초석잠은 우리나라 전국각지에서 자생하고 재배가 쉬운 장점이 있으며, 생리활성이 높은 반면 부작용이 없어 유럽 등에 수출할 경우 식품산업의 경쟁력을 강화시키는 방안이 될 수 있을 것으로 사료되지만 아직 대중적 인지도가 낮아 방치되고 있는 실정이다(Ryu BH 등 2002). 이에 본 연구에서는 여러 효능이 있다고 알려진 초석잠을 건강기능성소재로서 쌀 영양바에 첨가하여 그 품질특성을 살펴보고, DPPH 라디칼 활성, 총 페놀 함량을 측정함으로써 초석잠 분말의 활용성 증대 및 건강기능 식품으로서의 활용 가능성을 확인하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 영양바 제조

쌀 영양바 제조에 첨가한 초석잠(Jecheon, Korea)은 수세하여 동결건조(TD5508 Freeze dryer, Inshin Lab. Co., Ltd., Seoul, Korea)한 후 마쇄하고 표준망체(40 mesh)에 내려 사용하였다. 그 외에 실험에 사용된 쌀 분말(Nabigolnonghyup,

Jeonnam, Korea), 달걀(Moguchon, Seoul, Korea), 설탕(Cheiljedang Corporation, Seoul, Korea), 우유(Seoulmilk, Yangju, Korea), 버터(Seoulmilk, Yangju, Korea), 베이킹파우더(Poongjeon, Jecheon, Korea), 소금(Haepyo, Seoul, Korea)은 마트에서 구입하였다.

초석잠 첨가 쌀 영양바의 배합비율은 Table 1과 같으며, 쌀 분말 총량을 기준으로 초석잠 분말 0%, 5%, 10%, 15%, 20%를 첨가하여 쌀 영양바를 제조하였다. 실험에 앞서 쌀 영양바의 주재료인 쌀 분말과 초석잠 분말이 영양바에 영향을 줄 수 있는 특성들을 평가하여 Table 2에 나타내었다. 초석잠 쌀 영양바의 제조방법은 다음과 같다. 먼저 버터는 반죽기(5K5SS, Kitchenaid, Joseph, MI, USA)를 이용하여 1분간 풀어주고 설탕을 넣은 후 4분간 크림화하였다. 여기에 달걀을 3회로 나눠 넣으며 2분 동안 믹싱한 후 체친 쌀 분말, 초석잠 분말, 베이킹파우더, 소금을 넣어 섞어주었다. 마지막으로 우유를 넣고 부드럽게 섞어 반죽을 완성하였다. 완성한 반죽은 25 g씩 계량하여 팬(가로 8 cm×세로 4 cm×높이 2 cm)에 담고, 180°C

Table 1. Formulations of rice nutritional bar added with Chinese artichoke powder

Ingredient (g)	Sample ¹⁾				
	CA0	CA5	CA10	CA15	CA20
Chinese artichoke powder	0	10	20	30	40
Rice powder	200	190	180	170	160
Sugar	100	100	100	100	100
Milk	90	90	90	90	90
Egg	80	80	80	80	80
Butter	75	75	75	75	75
Baking powder	4	4	4	4	4
Salt	2	2	2	2	2

¹⁾ CA0: rice powder without Chinese artichoke powder; CA5: rice powder with 5% Chinese artichoke powder; CA10: rice powder with 10% Chinese artichoke powder; CA15: rice powder with 15% Chinese artichoke powder; CA20: rice powder with 20% Chinese artichoke powder.

Table 2. The moisture content, pH, color values, total phenolic content and DPPH radical scavenging activity of Chinese artichoke and rice powder

Sample	Moisture content (%)	pH	Color value			Total phenolic content (mgGAE/g)	DPPH radical scavenging activity (%)
			L	a	b		
Chinese artichoke powder	2.96±0.25 ¹⁾	6.68±0.05	78.42±0.06	2.00±0.02	13.34±0.06	15.40±0.08	61.35±0.49
Rice powder	8.61±0.14	6.01±0.04	94.52±0.10	-1.40±0.03	4.74±0.02	0.22±0.01	58.96±0.28

¹⁾ Data are mean±SD.

로 예열된 오븐(FDO-7102, Daeyoung, Daejeon, Korea)에서 13분간 구워준 후 실온에서 1시간 방냉하여 시료로 사용하였다(Cho SA 등 2013).

2. 총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량을 측정하기 위한 추출물의 제조 방법은 다음과 같다. 용기에 90 mL의 ethanol(Duksan, Asan, Korea)과 10 g의 시료를 넣고 homogenizer(Polytron PT-MR 2100, Kinematica, Luzern, Switzerland)를 이용하여 30초 동안 15,000 rpm에서 분쇄한 후 20°C의 shaking incubator(SI-900R, Jeio Tech, Kimpo, Korea)에서 150 rpm으로 하루 동안 추출하였고, 그 여과(Whatman No. 2, Whatman Int. Ltd., Maidstone, UK)액을 시료액으로 사용하였다.

총 페놀 함량은 test tube에 0.1 mL의 시료액, 0.2 mL의 2 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 및 2 mL의 증류수를 넣고 혼합한 후 3분 동안 반응시켰다. 이 반응액에 2 mL의 10% Na₂CO₃(Duksan)를 넣고 혼합하여 다시 1시간 동안 반응시킨 후 765 nm에서 흡광도(Jasco V-530, Jasco Co., Ltd., Kyoto, Japan)를 측정하였다. 총 페놀 함량의 측정 결과는 시료 100 g 중의 mg gallic acid(Sigma Aldrich Chemical Co.)로 나타내었다(Lin JY & Tang CY 2007).

3. DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능을 측정하기 위한 추출물의 제조 방법은 다음과 같다. 용기에 99 mL의 ethanol과 1 g의 시료를 넣고 homogenizer(Kinematica)를 이용하여 30초 동안 15,000 rpm에서 분쇄한 후 총 페놀 함량의 시료액과 같은 조건으로 추출하여 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능은 test tube에 4 mL의 시료액과 1 mL의 DPPH solution(1.5×10⁻⁴ M)(Sigma Aldrich Chemical Co.)을 넣고 혼합하여 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도(Jasco Co., Ltd.)를 측정하였다(Lee YL 등 2007). 다음의 계산식을 이용하여 라디칼 소거능을 산출하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Blank absorbance} - \text{Sample absorbance}}{\text{Blank absorbance}} \times 100$$

4. 수분함량 및 pH 측정

수분함량은 초석잠 영양바의 껍질과 내부를 섞어 분쇄한 시료 1 g을 적외선 수분측정기(MB45, Ohaus Corp., Zurich, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. pH는 10 g의 시료에 90 mL의 증류수를 가하여 30초 동안 10,000 rpm에서 균질화(Kinematica)시킨 후 여과(Whatman Int. Ltd.)하여 pH meter(Corning 340, Mettler Toledo, Leicester, UK)를 사

용하여 측정하였다.

5. 굵기 손실률 및 부피 측정

굵기 손실률(baking loss rate)은 굵기 전 쌀 영양바 반죽의 무게와 오븐에 구워 1시간 방냉한 쌀 영양바의 무게를 이용하여 다음의 식에 의하여 계산하였고(Joo SY & Choi HY 2012), 부피(volume)는 종자치환법을 이용하여 측정하였다(AACC 1995).

$$\text{Baking loss rate (\%)} = \frac{\text{굽기 전·후 영양바 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 영양바 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

6. 색도 측정

색도는 색도계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L값(명도), a값(+적색도/-녹색도), b값(+황색도/-청색도)의 각 평균으로 나타냈고, 사용한 표준백색판(standard plate)은 L=97.26, a=-0.07, b=+1.86이었다. 쌀 영양바는 가로 30 mm, 세로 30 mm, 높이 15 mm로 절단하여 껍질(crust)과 내부(crumb)의 색을 모두 측정하였다.

7. 조직감 측정

조직감은 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 이용하여 가로 20 mm, 세로 20 mm, 높이 15 mm의 쌀 영양바를 측정하였고, 측정 항목은 경도(hardness, kg), 탄력성(springiness, %), 응집성(cohesiveness, %), 검성(gumminess, kg), 씹힘성(chewiness, kg)이었다. 조직감 측정 시 pre-test speed는 2.0 mm/sec, test speed는 1.0 mm/sec, post-test speed는 5.0 mm/sec, test distance는 8.0 mm, trigger force는 5 g의 조건을 사용하였으며, probe는 지름 75 mm의 round probe를 사용하였다.

8. 관능검사

관능검사는 식품영양학과 학생 20명을 관능요원으로 하였고, 평가항목과 평가기준에 대해 잘 인지할 수 있도록 충분히 설명한 후 실시하였다. 시료는 오븐에 구워 1시간 방냉한 쌀 영양바를 가로 30 mm, 세로 30 mm, 높이 15 mm로 잘라 일정한 크기로 제공하였으며, 시료의 기호도와 특성강도를 7점 척도법(1점: 아주 나쁘다/아주 약하다, 7점: 아주 좋다/아주 강하다)으로 평가하였다. 쌀 영양바 특성강도의 평가항목으로는 초석잠 맛(chinese artichoke taste), 초석잠 향(chinese artichoke flavor), 부드러움(softness), 삼킨 후의 느낌(after taste)을 측정하였고, 기호도의 평가항목으로 전반적인 기호도(overall preference), 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감

(texture)을 측정하였다.

9. 통계처리

초석잠 쌀 영양바의 실험결과는 SPSS Statistics(ver. 21.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 각 시료의 평균과 표준편차로 나타내었다. 각 처리군 간 유의적 차이($p < 0.05$)를 검증하기 위해 분산분석(ANOVA test)을 실시하였으며, 사후검정으로 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 총 페놀 함량

초석잠 분말과 쌀 분말의 총 페놀 함량 측정 결과는 Table 2와 같다. 초석잠 분말의 총 페놀 함량은 15.40 mgGAE/g이었고, 쌀 분말의 총 페놀 함량은 0.22 mgGAE/g으로 나타났다. Chung MJ 등(2014)은 초석잠 분말의 총 페놀 함량이 24.58 mgGAE/g이라고 보고하였고, Lee JE 등(2014)은 초석잠 분말의 총 페놀 함량이 38.62 mgGAE/g이라고 보고하여 본 연구의 결과보다 높은 수치를 나타냈다. Kim IS 등(2009)은 총 페놀 함량은 시료 추출온도가 높아지거나 시료에 대한 용매의 비가 높아질 때 증가하는 경향이 있다고 보고하였고, Jeon KS & Park SI (2015)는 시료의 재배 환경, 추출 용매의 종류 등에 따라 총 페놀 함량에 차이를 나타낸다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구의 결과가 다른 선행연구와 차이를 나타낸 것은 시료의 재배 환경 및 추출조건의 차이에 기인한 것으로 사료된다. 초석잠 분말의 첨가량에 따른 쌀 영양바의 총 페놀 함량 측정 결과는 Table 3과 같다. CA0의 총 페놀 함량은 30.08 mgGAE/100 g으로 가장 낮았고, CA5-CA20이 각각 64.21, 93.68, 141.35, 190.55 mgGAE/100 g으로 나타나 초석잠 분말 첨가량에 비례하여 총 페놀 함량이 증가하는 것을 알 수 있었다($p < 0.05$). 이러한 결과는 초석잠 분말 첨가 식빵의 항산화 연구(Jeon KS & Park SI 2015), 초석잠 분말 두부의 연구(Lee JE 등 2014)에서도 유사하게 나타났다.

2. DPPH 라디칼 소거능

초석잠 분말과 쌀 분말의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과는 Table 2와 같다. 초석잠 분말은 1 mg/mL의 농도에서 61.35%의 DPPH 라디칼 소거능을 나타냈고, 쌀 분말은 10 mg/mL의 농도에서 58.96%의 라디칼 소거능을 나타냈다. Chung MJ 등(2014)은 초석잠 분말의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 0.5 mg/mL의 농도에서 85.57%의 활성이 나타났다고 보고하여 본 연구 결과와 차이를 보였다. 초석잠 분말의 첨가량에 따른 쌀 영양바의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과는 Table 3과 같다. 초석잠 쌀 영양바의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 초석잠 분말 첨가량에 따라 그 활성도 증가하였다($p < 0.05$). CA0는 8.82%의 활성을 보인 반면 CA5-CA20은 25.23-82.59%의 활성을 나타내어, CA20의 경우 CA0에 비해 9배 이상의 높은 라디칼 소거 활성을 나타냈다. 머루 분말 쌀 시폰 케이크 연구(Bing DJ & Chun SS 2015), 초석잠 분말 첨가 식빵의 항산화 연구(Jeon KS & Park SI 2015), 초석잠 분말 두부의 연구(Lee JE 등 2014)에서도 같은 경향을 나타내었으며, 머루 분말 쌀 시폰 케이크 연구의 경우 대조군이 2.52%, 12% 머루 분말 첨가군이 40.42%를 보여 약 16배의 높은 활성을 보여주었다.

3. 수분함량 및 pH

초석잠 분말과 쌀분말의 수분함량 및 pH 측정 결과는 Table 2에 나타내었고, 초석잠 영양바의 수분함량 및 pH 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 초석잠 분말의 수분함량은 2.96%로 쌀분말의 8.61%보다 낮은 함량을 보여주었다. 초석잠 쌀 영양바의 수분함량은 초석잠 분말 첨가량이 증가할수록 다소 낮아지는 경향을 보였지만 유의적인 차이는 없었다. 초석잠 분말 첨가 쌀쿠키의 연구(Chung MJ 등 2014)에서 시료 첨가량에 따라 수분함량이 증가한다고 보고하였고, 초석잠 분말 첨가 식빵의 연구(Jeon KS 등 2015)에서는 시료 첨가량이 증가하면 식빵의 수분 함량이 감소한다고 보고하여 본 연구 결과가 차이를 보였다. 초석잠 분말의 pH는 6.68, 쌀분말의 pH는

Table 3. Total phenolic content and DPPH radical scavenging activity of rice nutritional bar added with Chinese artichoke powder

Parameter	Sample ¹⁾				
	CA0	CA5	CA10	CA15	CA20
Total phenolic content (mgGAE/100 g)	30.08±4.13 ^{2)c}	64.21±4.31 ^d	93.68±4.57 ^c	141.35±7.76 ^b	190.55±6.13 ^a
DPPH radical scavenging activity (%)	8.82±1.15 ^d	25.23±2.41 ^c	51.53±1.96 ^b	81.60±0.41 ^a	82.59±0.39 ^a

¹⁾ Abbreviations are referred to Table 1.

²⁾ Data are mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

6.01로 나타났으며, 영양바의 경우 CA0이 7.48로 가장 높았고 초석잠 분말 첨가량이 증가할수록 낮아져 CA20이 pH 6.68을 나타냈다($p<0.05$). Lee JE 등(2014)은 초석잠 분말의 첨가가 두부의 pH를 감소시킨다고 보고하였고, Cho JS & Kim HY(2014)는 보리순 분말 첨가가 머핀의 pH를 감소시킨다고 보고하여 시료 첨가량에 따라 pH가 낮아지는 유사점이 나타났다.

4. 굽기 손실률 및 부피

초석잠 쌀 영양바의 굽기 손실률 및 부피를 측정한 결과는 Table 4에 나타났다. 굽기 손실률은 CA10에서 12.38%로 가장 높았지만 시료 간에 뚜렷한 경향은 보이지 않았고($p<0.05$), 부피는 CA0에 비해 CA5-CA20에서 높게 나타났다. CA0이 36.50으로 가장 낮은 부피를 나타냈고 CA5와 CA10은 각각 41.00, 40.60, CA15와 CA20은 각각 45.17, 44.83을 나타내어 시료 첨가량에 따라 부피가 증가하는 것을 볼 수 있었다. Park YI 등(2014)은 쌀 머핀에 초석잠 분말을 첨가하면 머핀의 부피가 감소된다고 보고하여 본 연구 결과와 다르게 나타났다. 본 연구에서 영양바 제조에 사용된 쌀분말은 멥쌀이었고, 초석잠 쌀 머핀에 사용된 쌀분말은 찹쌀분말과 멥쌀분말을 혼합한 것으로 찹쌀의 비율이 멥쌀의 3배 이상 높았다. 따라서 초석잠 분말이 멥쌀과 찹쌀에 미치는 영향에 따른 차이가 있었을 것으로 생각된다. 여러 선행연구(Ryu SY 등 2008, Kim KJ & Chung HC 2010, Cho JS & Kim HY 2014)에서 밀가루를 이용한 베이커리 제품에 기능성 소재를 첨가할 경우 부피팽창이 억제된다고 보고하였는데, 초석잠 쌀 영양바의 경우 이러한 경향을 보이지 않았다. 쌀분말 첨가량에 따른 자색고구마 머핀의 연구(Park GS 등 2012)에서 밀가루 100% 머핀과 쌀분말 100%의 머핀의 부피는 각각 124.33 mL, 141.67 mL로 쌀분말 100%의 머핀이 높은 부피를 나타냈다고 보고하였다. 또한 Park GS 등(2012)은 분말 시료를 첨가하여 제조한 머핀의 부피를 측정한 경우 분말 시료의 첨가량이 증가할수록 머

핀의 부피도 증가했다고 보고하였으며, 이는 분말의 첨가량이 많을수록 머핀의 기공형성이 크게 되어 내부조직이 커져 나타난 결과라고 보고하였다. 이에 본 연구에서 초석잠 쌀 영양바의 부피가 증가된 것은 밀가루가 아닌 쌀 분말을 이용한 것과 초석잠 분말의 첨가량이 영향을 준 것으로 생각된다.

5. 색도

초석잠 분말을 첨가하여 제조한 쌀 영양바의 색도 측정 결과는 Table 5와 같다. 초석잠 쌀 영양바 껍질(crust)의 색도를 측정한 결과 명도인 L값은 CA0이 80.67로 높았고 시료 첨가량의 증가에 따라 어두워져 CA20에서는 55.72를 나타냈다($p<0.05$). 적색도 a값은 초석잠 분말이 증가할수록 높아져 CA20이 가장 높았으며, 황색도 b값은 CA0이 28.22로 가장 낮았고 5%의 시료 첨가로 인해 높은 황색을 나타내다가 시료 첨가량이 증가할수록 초석잠 영양바의 황색도는 감소하는 경향을 나타냈다($p<0.05$). 쌀 영양바 내부(crumb) 색도의 경우, 명도와 적색도는 쌀 영양바 껍질의 색도와 같은 경향을 나타냈으며, 황색도는 시료 첨가량이 증가함에 따라 황색도도 함께 증가하였다($p<0.05$). 초석잠 분말과 쌀 분말의 색도는 Table 2에 나타냈는데, 초석잠 분말은 명도 78.42, 적색도 2.00 및 황색도 13.34였고, 쌀 분말은 명도 94.52, 적색도 -1.40, 황색도 4.74로 나타났다. 초석잠 분말 첨가 식빵 연구(Jeon KS 등 2015)에서 시료 첨가량이 증가할수록 명도는 감소하고 적색도와 황색도가 유의적으로 증가한 것은 초석잠 분말의 색에 기인한 결과라고 보고하였고, 보리순 가루 첨가 머핀 연구(Cho JS & Kim HY 2014)에서는 보리순 가루 첨가량에 따라 명도, 적색도, 황색도가 유의적인 차이를 나타낸 것은 보리순가루 특유의 엷록소 색소의 영향 때문인 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구에서 초석잠 첨가량에 따라 쌀 영양바의 명도는 감소하고 적색도와 황색도가 유의적으로 증가한 것은 초석잠의 색의 영향으로 사료된다.

Table 4. The moisture content, pH, baking loss rate and volume of rice nutritional bar added with Chinese artichoke powder

Parameter	Sample ¹⁾				
	CA0	CA5	CA10	CA15	CA20
Moisture content (%)	25.00±0.36 ²⁾	25.05±0.32	25.54±0.33	24.96±0.47	24.69±0.30
pH	7.48±0.03 ^a	7.14±0.03 ^b	7.13±0.23 ^b	7.06±0.01 ^b	6.68±0.09 ^c
Baking loss rate (%)	11.93±0.43 ^b	11.82±0.20 ^b	12.38±0.23 ^a	11.79±0.42 ^b	11.78±0.32 ^b
Volume (mL)	36.50±3.51 ^c	41.00±2.10 ^b	40.60±0.23 ^b	45.17±2.93 ^a	44.83±2.04 ^a

¹⁾ Abbreviations are referred to Table 1.

²⁾ Data are mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Color values of rice nutritional bar added with Chinese artichoke powder

Parameter	Sample ¹⁾					
	CA0	CA5	CA10	CA15	CA20	
Crust	L	80.67±1.63 ^{2)a}	67.40±0.67 ^b	59.45±1.02 ^c	57.12±1.57 ^d	55.72±0.58 ^e
	a	-4.07±0.11 ^d	-3.93±0.32 ^d	-3.30±0.42 ^c	-2.56±0.19 ^b	-1.75±0.18 ^a
	b	28.22±0.82 ^d	31.38±0.73 ^a	30.12±0.73 ^b	29.08±0.69 ^c	29.12±0.88 ^c
Crumb	L	80.56±1.49 ^a	63.04±1.05 ^b	55.16±1.72 ^c	54.82±1.42 ^c	55.22±1.13 ^c
	a	-4.44±0.11 ^e	-4.12±0.17 ^d	-3.95±0.16 ^c	-3.76±0.16 ^b	-2.89±0.15 ^a
	b	25.20±0.69 ^e	27.51±0.76 ^d	29.34±0.63 ^c	29.95±0.70 ^b	31.88±0.81 ^a

¹⁾ Abbreviations are referred to Table 1.

²⁾ Data are mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

6. 조직감

초석잠 분말 첨가수준을 달리한 쌀 영양바의 조직감 측정 결과는 Table 6과 같다. 경도 측정 결과 CA5-CA20이 CA0에 비해 낮은 경도를 나타냈고($p<0.05$), 탄성과 응집성은 시료 첨가군 사이에 유의적인 차이는 없었지만 CA5-CA20이 CA0보다 높게 나타났고($p<0.05$). 검성과 씹힘성은 경도와 유사한 경향을 나타내어 시료 첨가군에 비해 CA0이 높은 수치를 나타냈으며, 씹힘성의 경우 초석잠 분말 첨가량이 증가할수록 쌀 영양바의 씹힘성이 다소 낮아지는 경향을 나타냈다($p<0.05$). 초석잠 분말 첨가 쌀 머핀의 품질특성 및 최적화 연구(Park YI 등 2014)에서 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 탄력성은 감소하였고, 씹힘성과 검성은 감소하다가 일정한 수준이상에서 다시 증가하는 경향을 나타냈다고 보고하여 본 연구 결과와 다소 차이를 보였다. Jeon KS 등(2015)은 초석잠 분말을 식빵에 첨가할 경우 응집성은 감소하였으며 검성 및 씹힘성은 증가했다고 보고하였고, Bing DJ & Chun SS(2015)

는 머루 분말 첨가 쌀 시폰 케이크 연구에서 머루 분말이 첨가됨에 따라 부피가 감소하여 케이크 조직의 기공이 작아지고 조밀하게 형성된 결과, 경도, 검성 및 씹힘성을 증가시켰다고 보고하였다. 본 연구에서 초석잠 분말의 첨가는 쌀 영양바의 부피를 증가시켰고 이로 인해 영양바 조직의 기공이 커지고 성글게 되어 CA5-CA20의 조직적 특성이 CA0과 차이를 보인 것으로 사료된다.

7. 관능검사

초석잠 분말 첨가수준을 달리한 쌀 영양바의 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 쌀 영양바의 특성강도 검사 결과는 초석잠 맛, 초석잠 향 및 부드러움에서 유의적인 차이를 보여주었다($p<0.05$). 쌀 영양바에 초석잠 분말의 첨가량을 증가시킬 경우 초석잠의 맛과 향, 부드러움이 증가되었고, 삼킨 후의 느낌에는 영향을 주지 않았다. Jeon KS 등(2015)은 초석잠 분말의 첨가가 식빵의 속질 색을 증가시키고 아린향과 촉촉함을 강하게 하였으며, 담백한 맛과 단맛을 증가시켰다고 보고한바 있다.

Table 6. Texture analysis of rice nutritional bar added with Chinese artichoke powder

Parameter	Sample ¹⁾				
	CA0	CA5	CA10	CA15	CA20
Hardness (kg)	3.73±0.36 ^{2)a}	2.06±0.61 ^b	2.13±0.47 ^b	1.81±0.58 ^b	1.76±0.42 ^b
Springiness (%)	0.66±0.03 ^b	0.78±0.04 ^a	0.78±0.03 ^a	0.79±0.04 ^a	0.77±0.03 ^a
Cohesiveness (%)	0.39±0.02 ^b	0.44±0.04 ^a	0.46±0.03 ^a	0.47±0.04 ^a	0.46±0.02 ^a
Gumminess (kg)	1.45±0.11 ^a	0.90±0.21 ^b	0.97±0.17 ^b	0.83±0.22 ^b	0.80±0.17 ^b
Chewiness (kg)	0.95±0.08 ^a	0.69±0.13 ^{bc}	0.74±0.11 ^b	0.64±0.14 ^{bc}	0.61±0.10 ^c

¹⁾ Abbreviations are referred to Table 1.

²⁾ Data are mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 7. Sensory evaluations of rice nutritional bar added with Chinese artichoke powder

Parameter	Sample ¹⁾					
	CA0	CA5	CA10	CA15	CA20	
Characteristic intensity rating	Chinese artichoke taste	2.40±0.94 ^{2d}	3.38±1.12 ^c	4.33±1.11 ^b	4.81±0.81 ^{ab}	5.05±1.20 ^a
	Chinese artichoke flavor	2.25±0.97 ^e	3.43±0.93 ^b	4.29±1.15 ^a	4.57±1.33 ^a	4.81±1.08 ^a
	Softness	3.43±1.75 ^e	3.29±1.55 ^{bc}	4.05±0.86 ^{abc}	4.29±1.42 ^{ab}	4.52±1.03 ^a
	After taste	3.81±1.33	3.65±1.35	3.95±1.53	3.89±1.24	4.00±1.00
Acceptability	Overall preference	4.33±1.08	4.15±1.04	4.42±0.84	4.50±1.19	4.25±1.21
	Appearance	4.57±1.09	4.52±1.33	4.55±0.83	5.19±1.17	4.55±1.23
	Color	4.37±1.67	4.24±1.26	4.48±1.12	4.95±1.28	4.80±1.36
	Flavor	4.44±1.54	4.52±1.36	4.48±1.12	4.67±1.28	4.61±1.28
	Taste	4.26±0.87	4.24±1.04	4.24±1.26	4.53±0.96	4.31±1.02
	Texture	3.94±1.09 ^b	3.94±1.18 ^b	4.32±1.11 ^{ab}	4.73±0.89 ^a	4.88±0.78 ^a

¹⁾ Abbreviations are referred to Table 1.

²⁾ Data are mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

쌀 영양바의 기호도 검사 결과는 조직감 항목에서 유의적인 차이를 보여 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 쌀 영양바 조직감의 기호도가 증가하는 것을 알 수 있었다($p<0.05$). 기계적 조직감 측정 시 경도와 검성, 씹힘성이 낮았던 CA15와 CA20이 조직감 기호도에서 가장 높은 점수를 받은 것으로 보아 초석잠 분말의 첨가가 쌀 영양바의 조직감을 부드럽게 하여 기호도를 증가시킨 것으로 사료된다. 전반적인 기호도, 외관, 색, 향미, 맛의 항목에서 CA15의 기호도가 다른 쌀 영양바에 비해 높은 점수를 받았지만 유의적인 차이는 보이지 않았다. 초석잠 분말 첨가 식빵의 연구(Jeon KS 등 2015)에서 초석잠 분말 첨가량이 많아질수록 전반적인 기호도가 높아졌다고 하였고, 초석잠 분말 쌀쿠키의 연구(Chung MJ 등 2014)에서 초석잠 분말의 첨가는 쿠키의 전반적인 기호도를 증가시킨다고 보고하였다. 또한 초석잠 분말 첨가 두부의 연구(Lee JE 등 2014)에서 0.4%의 초석잠 분말 첨가는 외관, 색, 향미, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에서 대조군에 비해 높은 기호도를 나타냈다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 이에 초석잠 분말을 식품에 첨가할 경우 소비자의 관능적 기호도를 증가시킬 수 있어 바람직할 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 쌀 분말 총량을 기준으로 초석잠 분말 0%(CA0), 5%(CA5), 10%(CA10), 15%(CA15), 20%(CA20)가 첨가된 쌀 영양바를 제조하여 그 품질특성을 조사하였다. 쌀 영양바의 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과, 시료 첨가량에 비례하여 유의적으로 증

가하였다. 쌀 영양바의 pH는 시료 첨가량이 증가할수록 낮아졌고, 부피는 CA0에 비해 CA5-CA20에서 높게 나타났다. 쌀 영양바 내부 색도는 시료 첨가량의 증가에 따라 L값은 감소하고 b값과 a값은 증가하였다. 기계적 조직감 측정결과, 초석잠 분말이 쌀 영양바에 첨가되면서 경도, 검성, 씹힘성이 낮아졌고, 탄성과 응집성이 높아졌다. 관능검사 결과에서는 초석잠 분말의 첨가량에 비례하여 초석잠의 맛과 향, 부드러움의 강도가 증가되었고, CA15와 CA20이 가장 좋은 조직감의 기호도를 보여주었다. 따라서 쌀 영양바의 항산화 효과, 품질특성 및 관능검사 결과를 고려할 때 쌀 분말 대체 초석잠 분말 첨가량은 15%가 가장 적합한 것으로 사료된다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was supported.

References

- AACC. 1995. Approved methods of the AACC. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Method 02-52, 72-10.
- Ardiansyah, Shirakawa H, Koseki T, Ohinata K, Hashizume K, Komai M. 2006. Rice bran fractions improve blood pressure, lipid profile, and glucose metabolism in strokeprone spontaneously hypertensive rats. *J Agric Food Chem* 54(5):1914-1920.
- Baek HS, Na YS, Ryu BH, Song SK. 2003. Antioxidant activities of *Stachys sieboldii* Miq. stalks. *Korea J Biotechnol Bioeng*

- 18(4):266-271.
- Bing DJ, Chun SS. 2015. Quality characteristics and antioxidant properties of rice chiffon cakes with wild grape powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(1):118-127.
- Cho JS, Kim HY. 2014. Quality characteristics of muffins by the addition of dried barley sprout powder. *Korean J Food Cook Sci* 30(1):1-10.
- Cho SA, Yoo KM, Lee S, Kim KT, Hwang IK. 2013. Quality characteristics of nutrition bar substituted with defatted ginseng seed meal. *Korean J Food Cook Sci* 29(3):249-256.
- Choi OJ, Shim KH, Ma EB, Lee SU, Son KS, Jung HN. 2015. Quality characteristics of English muffin with powdered, soft and hard type rice flour by different grinding methods. *Korean J Food Cook Sci* 31(5):544-550.
- Chung MJ, Lee SM, Joo NM. 2014. Optimization of rice cookies prepared with Chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq.) powder using response surface methodology and quality characteristics. *Korean J Food Nutr* 27(4):435-446.
- Jeon KS, Lee NH, Park SI. 2015. Quality characteristics of white pan bread with chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq.) powder. *Korean J Culin Res* 21(4):1-15.
- Jeon KS, Park SI. 2015. Antioxidative properties of Chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq.) added white bread. *Korean J Culin Res* 21(6):120-132.
- Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies with chestnut inner shell. *Korean J Food Nutr* 25(2):224-232.
- Ju HW, Lee KS. 2016. Quality characteristics of white pan bread with *Haenaru* rice flour. *Korean J Culin Res* 22(2):44-56.
- Jung SJ. 2006. Plan of information service publicity through the survey on the consumer's usage and recognition of functional foods. Master's thesis. Chung-ang University, Seoul, Korea. pp 9-12.
- Kim IS, Park KS, Yu HH, Shin MK. 2009. Antioxidant activities and cell viability against cancer cells of *Adenophora remotiflora* leaves. *J East Asian Soc Diet Life* 19(3):384-394.
- Kim KJ, Chung HC. 2010. Quality characteristics of yellow layer cake containing different amounts of chlorella powder. *Korean J Food Cook Sci* 26(6):860-865.
- Kim WJ, Kim JM, Cheong HS, Huh YR, Shin MS. 2014. Antioxidative activity and quality characteristics of rice madeleine added with pine needle powder and extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(3):446-453.
- Lee JE, Jin SY, Han YS. 2014. Antioxidant activities and quality characteristics of tofu supplemented with Chinese artichoke powder. *Korean J Food Nutr* 27(1):10-21.
- Lee NY. 2012. Starch and pasting characteristics of various rice flour collected from markets. *Korean J Food Preserv* 19(2):257-262.
- Lee YL, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT-Food Sci Technol* 40(5):823-833.
- Lee YS, Kim HN, Eom TK, Kim SH, Chio GP, Kim MS, Yu S, Jeong Y. 2013. Quality characteristics of Korean traditional rice wine with glutinous rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(11):1829-1836.
- Lin JY, Tang CY. 2007. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chem* 101(1):140-147.
- Park GS, Kim KE, Park SY. 2012. Quality characteristics of purple sweet potato muffins containing rice flour. *Korean J Food Preserv* 19(6):833-840.
- Park MK, Lee KH, Kang SA. 2006. Effect of particle size of rice flour on popping rice bread. *Korean J Food Cook Sci* 22(4):419-427.
- Park YI, Lee SM, Joo NM. 2014. Quality characteristics and optimization of rice muffin containing Chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq.) powder using response surface methodology. *J Korean Diet Assoc* 20(3):212-226.
- Ryu BH, Park BG. 2002. Antimicrobial activity of hexane extract of *Stachys sieboldii* Miq. leaf. *Korea J Life Sci* 12(6):803-811.
- Ryu BH, Park BG, Song SK. 2002. Antitumor effects of the hexane extract of *Stachys sieboldii* Miq. *Korean J Biotechnol Bioeng* 17(6):520-523.
- Ryu SY, Jung HS, Park SH, Shin JH, Jung HA, Joo NM. 2008. Optimization of muffins containing dried leek powder using response surface methodology. *J Korean Diet Assoc* 14(2):105-113.
- Stadhouders PJ. 1990. Elsevier's dictionary of horticultural and agricultural plant production. 20th ed. Elsevier Science Publication, New York, NY, USA. p 72.
- Takeda Y, Fujita T, Satoh T, Kakegawa H. 1985. On the glycosidic constituents of *Stachys sieboldii* Miq. and their effects on hyaluronidase activity. *Yakugaku Zasshi* 105(10):955-959.
- Yin J, Yang G, Wang S, Chen Y. 2006. Purification and determination of stachyose in Chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq.) by high-performance liquid chromatography with evaporative light scattering detection. *Talanta* 70(1):208-212.

Received on Sep.30, 2016/ Revised on Oct.24, 2016/ Accepted on Oct.26, 2016