



Research Article

Effect of acai berry powder addition on the quality characteristics and antioxidant activities of *cheongpomuk*

아사이베리 분말 첨가가 청포묵의 품질 특성 및 항산화 활성에 미치는 영향

Yeon Sil Choi, Shin Youn Joo*

최연실 · 주신윤*

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

대진대학교 식품영양학과

Abstract This study aimed to provide fundamental data for the development of functional *cheongpomuk* using acai berry powder (ABP) by analyzing the quality characteristics and antioxidant activities of *cheongpomuk* prepared with different levels (0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10%) of ABP. Moisture content was 71.59% in the control group and ranged from 64.75% to 78.51% in the supplemented groups. The pH values significantly decreased from 6.56 to 5.61 with increasing ABP levels, while syneresis was highest at 23.39% in the 10% addition group. The addition of ABP significantly reduced hardness from 8.03 N to 5.22 N, along with gumminess and chewiness, whereas springiness and cohesiveness showed no significant differences among the samples. L* values decreased, while a* and b* values increased with higher ABP content. Total polyphenol and flavonoid contents increased significantly with increasing ABP addition. Consequently, DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activities reached 84.97% and 93.67%, respectively, and reducing power increased to an absorbance of 0.49 in the 10% addition group. Based on comparisons with previous studies, the observed changes in quality characteristics are considered within an acceptable range for consumer preferences. Therefore, the 5% and 7.5% addition levels are suggested as the optimal ratios, as they effectively balance preserved quality characteristics with significantly enhanced antioxidant activity.

Keywords acai berry, *cheongpomuk*, quality characteristics, total polyphenols, DPPH radical scavenging activity



OPEN ACCESS

Citation: Choi YS, Joo SY. Effect of acai berry powder addition on the quality characteristics and antioxidant activities of *cheongpomuk*. Food Sci. Preserv., 33(3), 454-462 (2026)

Received: January 07, 2026
Revised: February 27, 2026
Accepted: March 04, 2026

*Corresponding author

Shin Youn Joo
Tel: +82-31-539-1865
E-mail: joo@daejin.ac.kr

Copyright © 2026 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

아사이베리(acai berry, *Euterpe oleracea* Mart.)는 작고 둥근 보라색 열매로 브라질 북부 아마존의 습한 열대지역에서 자생하는 야자나무에서 열린다. 에너지를 보충하고 질병을 치료하는 목적으로 오랜 시간 원주민들에게 이용되어 왔고 전 세계적으로도 소비가 증가하고 있는 식품이다(Chung, 2012). 아사이베리에는 flavonoids, anthocyanins, phenolic compounds와 같은 생리활성 물질이 다량 함유되어 있어 천연 항산화제로서 식품 및 화장품 산업 분야에서 관심을 받고 있으며, 만성질환을 예방하는 효과도 보고되었다(Hogan 등, 2010). 또한 불포화지방산, 식이섬유, 비타민, 무기질 등의 영양소가 함유되어 있어 피부 노화를 방지하는 것으로 알려져 있다(Woolery-Lloyd와 Friedman, 2009). 아사이베리는 수확 직후 쉽게 변질되는 특성 때문에 오랫동안 생산지 내에서 주로 소비되었지만 냉동이나 동결건조 같은 가공 기술이 발전함에 따라 수출이 가능해져 국내에서도 수요가 증가하게 되었다(Chung, 2012; Pacheco-Palencia 등, 2007). 아사이베리는 단독으로 섭취하기에는 향이

나 단맛 등의 특별한 향미가 없어 일반적으로는 다른 과일과 혼합해 음료로 섭취하거나 수확 후 바로 냉동 또는 동결건조 과정을 거쳐 분말 형태로 사용한다(Chung, 2012; Jensen 등, 2008).

묵은 우리나라의 전통음식으로 나무의 열매나 뿌리, 곡물 등의 앙금을 물과 섞고 가열한 다음 냉각하여 응고시켜 만든다. 묵은 주재료의 특성에 따라 독특한 향과 색을 지니고 있으며 칼로리 부담이 적어 고령자 건강관리 및 식이 조절을 위한 식재료로의 활용이 탁월하다(Hwang과 Nhuan, 2014). 특히, 녹두 전분을 주재료로 만든 청포묵은 비교적 낮은 전분 함량을 나타내며, 겔(gel) 형성력이 뛰어나 탄성이 크고 표면이 매끄러운 특징을 가지고 있어 서양의 젤리와 유사한 물성을 가진다(Kim과 Yoo, 2020; Lee 등, 2012). 청포묵은 저칼로리 식품으로 섭취 시 포만감이 크고 물성이 독특하여 한국적인 식감을 제공하는 장점을 가지고 있지만 탄수화물 이외에는 다른 필수영양소가 거의 없다는 단점이 있다. 따라서 묵 제조 시 기능성 식품소재를 첨가한다면 기존 청포묵의 단점을 보완한 건강기능성 식품의 개발을 기대할 수 있다(Chang, 2007). 청포묵의 품질 특성에 대한 선행 연구에서 사용한 식품 소재는 아로니아(Hwang과 Nhuan, 2014), 연잎(Moon 등, 2016), 모링가(Kim과 Yoo, 2020), 새싹보리(Nam과 Yoo, 2022), 죽엽(Kang 등, 2023), 감태(Lee, 2024), 마카(Jegal, 2025) 등으로 베리류를 적용한 연구는 아직 미비하다.

이에 본 연구에서는 아사이베리 분말의 식품 소재로서의 활용도를 높이고, 기존 청포묵이 지니는 영양적·기능적 한계를 보완할 수 있는 가능성을 탐색하고자 하였다. 특히 아사이베리가 풍부하게 함유하고 있는 총폴리페놀 및 총플라보노이드 성분의 생리활성을 청포묵에 적용할 경우 전통 식품인 묵의 기능성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 아사이베리 분말을 다양한 비율로 첨가한 청포묵을 제조한 후 이들의 품질 특성 및 항산화 활성을 분석함으로써 향후 아사이베리를 이용한 기능성 청포묵 개발의 기초 자료를 제공하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

실험에 사용된 아사이베리 분말은 조은약초(아사이베리 100%, Seoul, Korea)에서 동결건조한 것을 구입하였고, 청포묵 분말(녹두 99.8%, Tureban, Goyang, Korea)과 소금(Haepyo, Seoul, Korea)은 인근 마트에서 구매하여 사용하였다.

2.2. 아사이베리 청포묵 제조

아사이베리 청포묵은 Kim와 Yoo(2020)의 방법을 참고하여 예비 실험을 통해 최적 배합비(Table 1)를 선정한 후 제조하였다. 청포묵 분말에 대한 아사이베리 분말 첨가 비율은 제조된 청포묵의 맛과 조직감을 고려하여 0%(0 g), 2.5%(1 g), 5%(2 g), 7.5%(3 g), 10%(4 g)로 설정하였다. 청포묵 분말, 아사이베리 분말, 물, 소금을 냄비에 넣고 균일하게 혼합한 후 90°C의 수욕조에서 7분간 주걱으로 저어가며 가열하였다. 이후 혼합물을 몰드(16×10×2.5 cm)에 부은 다음 상온에서 1시간 동안 방치하여 겔화시켰다. 겔화된 청포묵은 성형하여 실험에 사용할 시료로 활용하였다(Fig. 1).

2.3. 아사이베리 청포묵의 수분함량, pH 및 이수를 측정

아사이베리 청포묵의 수분함량은 수분측정기(MB-45, Ohaus, Bradford, MA, USA)를 이용하여 시료별 1 g 내외를 사용하여 측정하였다. pH는 청포묵 각 3 g과 증류수 27 mL를 함께 분쇄하여 여과한 액을 pH meter (HI-2020, Hana, Ann Arbor, Michigan, USA)를 이용하여 측정하였다. 이수는 청포묵을 일정한 크기(2×2×2 cm)로 자른 다음 뚜껑 있는 용기에 담아 4°C 냉장고에서 3일간 저장하였다. 저장기간 동안 시료에서 분리된 액체량을 이용하여 다음의 계산식으로 이수를 계산하였다.

$$\text{Syneresis (\%)} = \frac{W_{\text{initial}} - W_{\text{final}}}{W_{\text{initial}}} \times 100$$

Table 1. Formula of *cheongpomuk* prepared with different concentrations of acai berry powder

Ingredient (g)	Acai berry powder level in <i>cheongpomuk</i>				
	AB0 ¹⁾	AB1	AB2	AB3	AB4
Mung bean starch	40	39	38	37	36
Acai berry powder	0	1	2	3	4
Salt	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Water	360	360	360	360	360

¹⁾AB0, Mung bean starch 40 g and acai berry powder 0 g; AB1, Mung bean starch 39 g and acai berry powder 1 g; AB2, Mung bean starch 38 g and acai berry powder 2 g; AB3, Mung bean starch 37 g and acai berry powder 3 g; AB4, Mung bean starch 36 g and acai berry powder 4 g.

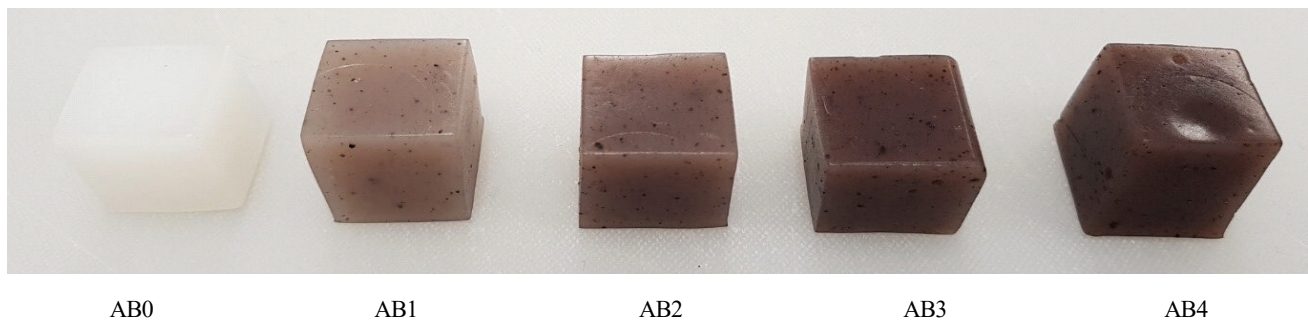


Fig. 1. Photograph of *cheongpomuk* prepared with different concentrations of acai berry powder. AB0, mung bean starch 40 g and acai berry powder 0 g; AB1, mung bean starch 39 g and acai berry powder 1 g; AB2, mung bean starch 38 g and acai berry powder 2 g; AB3, mung bean starch 37 g and acai berry powder 3 g; AB4, mung bean starch 36 g and acai berry powder 4 g.

W_{initial} : Initial weight of the sample

W_{final} : Weight of the sample after storage

2.4. 아사이베리 청포묵의 조직감 측정

아사이베리 청포묵의 조직감은 가로, 세로, 높이가 각 2 cm 인 시료를 텍스처 분석기(TA-XTplusC, Stable Micro System Ltd., Godalming, UK)를 이용하여 측정하였다. 측정 항목은 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 겹섬성(gumminess), 씹힘성(chewiness)이었고, 측정 조건은 probe 35 mm cylinder, pre-test speed 1.0 mm/sec, test-speed 1.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, test distance 7.0 mm로 설정하였다.

2.5. 아사이베리 청포묵의 색도 측정

아사이베리 청포묵의 색도는 색도계(CR-400, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 시료의 크기는 가로, 세로, 높이가 각 2 cm이었고, 측정에 사용된 표준백색판은 L^* 98.22, a^* -0.04 및 b^* -0.25이었다.

2.6. 아사이베리 분말과 청포묵의 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량 측정

아사이베리 분말 및 청포묵의 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량 분석을 위한 시료 추출은 각각 건조중량(dry weight basis, DW)과 생중량(fresh weight basis, FW)을 기준으로 하였다. 아사이베리 분말은 시료 5 g과 70% ethanol 45 mL를 섞어 하루 동안 실온에서 진탕(C-SKI-1, Changshin Scientific Co., Seoul, Korea)하여 추출하였고, 청포묵은 제조된 생시료 50 g과 용매 50 mL를 섞어 같은 방법으로 시료액을 추출하였다. 추출한 시료액은 희석하여 총페놀 및 총플라보노이드 함량 측정에 사용하였다.

총폴리페놀의 함량은 시료액 0.05 mL에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.1 mL와 증류수 1 mL를 혼합하여 3분간 방치

한 후 10% Na_2CO_3 1 mL를 넣고 암조건에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응액의 흡광도는 분광광도계(EMC-18PC-UV, EMCLAB GmbH, Duisburg, Germany)를 이용하여 765 nm에서 측정하였다. 검량선은 gallic acid를 표준물질로 이용하여 작성하였고, 결괏값은 mg GAE/100 g 단위로 나타냈다. 총플라보노이드 함량은 시료액 0.2 mL에 1 N NaOH 0.3 mL와 diethylene glycol 2 mL를 혼합하고 37°C에서 1시간 반응시켰다. 반응액의 흡광도는 분광광도계를 이용하여 420 nm에서 측정하였다. 검량선은 naringin을 표준물질로 이용하여 작성하였고, 결괏값은 mg NE/100 g 단위로 나타냈다.

2.7. 아사이베리 분말과 청포묵의 항산화 활성 측정

아사이베리 분말 및 청포묵의 항산화 활성은 DPPH 라디칼 소거능, ABTS⁺ 라디칼 소거능 및 환원력을 측정하였다. 실험에 사용한 시료는 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량 측정의 시료 추출 방법과 동일하게 추출하여 희석 후 시료액으로 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능 측정은 시료액 0.25 mL에 DPPH (1.5×10^{-4} M) 용액 1 mL를 혼합하고 암조건에서 30분간 반응시켰다. 반응액의 흡광도는 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 측정하였고, 다음의 계산식을 이용하여 결과를 나타내었다.

Radical scavenging activity (%) =

$$\frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \times 100$$

A_{control} : Absorbance of control

A_{sample} : Absorbance of sample

ABTS⁺ radical 소거능 측정은 2.45 mM potassium persulfate와 7 mM ABTS의 두 용액을 1:14로 혼합하여 암조건에서 20

시간 정치한 후 희석하여 실험에 사용하였다. 시료액 0.1 mL에 제조한 시액 1.6 mL를 혼합하고 5분간 반응시킨 다음 반응액의 흡광도는 분광광도계를 이용하여 734 nm에서 측정하였다. 결과는 DPPH 라디칼 소거능과 동일한 계산식을 이용하여 나타내었다. 환원력은 시료액, 1% potassium ferricyanide 및 0.2 M sodium phosphate buffer를 각각 0.5 mL를 넣어 교반한 후 50°C에서 20분간 반응시켰다. 반응액에 10% trichloroacetic acid 0.5 mL를 넣고 10분간 원심분리를 진행하였다. 원심분리하여 얻어진 상등액 1 mL에 증류수 1 mL와 0.1% FeCl₃ 0.2 mL를 넣고 혼합한 후 분광광도계를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.8. 통계처리

실험은 수분함량, 조직감 및 색도는 5회, pH, 이수율 및 항산화 활성은 3회 반복 측정하였으며, 얻어진 결과는 SPSS 통계 소프트웨어(version 27.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하여 평균±표준편차(Mean±SD)로 나타내었다. 시료 간의 유의성 검증을 위해 일원분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, 유의미한 차이(p<0.05)가 나타난 경우에는 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 통해 사후분석을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 아사이베리 청포묵의 수분함량, pH 및 이수율

아사이베리 청포묵의 수분함량, pH 및 이수율의 결과는 Table 2에 나타났다. 아사이베리 청포묵의 수분함량은 시료 무첨가군(AB0)이 71.59%, 시료 첨가군(AB1-AB4)이 64.75%-78.51%를 나타냈다. 마카 청포묵 연구(Jegal, 2025)에서 청포묵의 수분함량은 84.16-86.35%로 보고하였고, 아로니아 청포묵 연구(Hwang과 Nhuan, 2014)에서는 청포묵의 수분함량이 88.50-89.70%로 나타나 본 연구의 청포묵 수분함량이 전체적으로 낮은 수치를 보였다. 이러한 차이는 청포묵 제조 시 사용

되는 전분의 수분함량이 제조사에 따라 다르며 이에 묵을 쑤는 물의 양과 가열시간이 달라져 차이를 보인 것으로 생각된다. 또한 첨가하는 시료의 특성이 청포묵의 수분함량에 영향을 주었을 것으로 사료된다(Hwang과 Nhuan, 2014; Park과 Kim, 2010). 본 연구에서 청포묵에 분말 시료를 소량(1-2 g) 첨가한 경우 무첨가군보다 수분함량이 감소하였으나, 첨가량이 증가(3-4 g)할수록 오히려 수분함량이 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 이러한 결과는 분말 첨가량이 적을 때는 분말 자체의 흡습성이 우세하게 작용하여, 분말이 청포묵 반죽 내의 자유수를 흡수함으로써 최종 제품의 총수분함량이 감소한 것으로 판단된다. 반면, 첨가량이 많아진 조건에서는 분말이 단순한 수분 흡수제를 넘어 전분의 망상구조 형성을 방해하여 수분보유력이 감소하였고, 그 결과 청포묵의 결합수는 감소하고 상대적으로 자유수의 비율이 증가하여 나타난 결과로 보인다.

아사이베리 청포묵의 pH는 5.61-6.56으로 시료 첨가량에 비례하여 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다(p<0.05). 이는 Choi(2015)의 연구에서 아사이베리 분말(pH 4.12)의 유기산이 양갱의 pH를 낮춘 결과와 일치하며, 본 연구에서도 아사이베리 내의 유기산이 청포묵의 pH 저하에 직접적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 일반적으로 pH의 감소는 산미를 증가시켜 관능적 특성에 영향을 줄 수 있다. 그러나 Jegal(2025)의 마카 청포묵 연구에 따르면, pH가 4.76으로 낮게 측정된 5% 첨가군이 맛의 기호도 평가에서 7.25점으로 가장 높은 점수를 나타낸 바 있다. 이러한 선행 연구 결과를 고려할 때, 본 연구에서 아사이베리 첨가에 따른 pH의 감소가 맛의 기호도를 저하시키는 부정적인 요인으로 작용하지는 않을 것으로 사료된다.

아사이베리 청포묵의 이수율은 AB0가 19.27%로 가장 낮았고, 시료 첨가군 중 시료를 가장 많이 첨가한 AB4가 23.39%로 가장 높은 이수율을 나타냈다(p<0.05). 이러한 경향은 마카 청포묵(Jegal, 2025)에서도 유사하게 나타났다. 반면, 죽엽 청포묵 연구(Kang 등, 2023)에서는 죽엽의 첨가로 청포묵의 이수율이 감소하였고, 이는 죽엽 분말이 묵의 망상구조를 안정화시켜 나타난 결과로 설명하였다. 이에 본 연구에 사용된 아사이베리

Table 2. The moisture contents, pH and syneresis of *cheongpomuk* prepared with different concentrations of acai berry powder

Properties	Acai berry powder level in <i>cheongpomuk</i>				
	AB0 ¹⁾	AB1	AB2	AB3	AB4
Moisture content (%)	71.59±5.15 ^{2)ab3)}	64.75±6.40 ^b	66.47±4.77 ^b	77.27±6.26 ^a	78.51±5.74 ^a
pH	6.56±0.08 ^a	6.41±0.04 ^b	6.30±0.03 ^c	5.80±0.02 ^d	5.61±0.01 ^c
Syneresis (%)	19.27±0.06 ^d	22.20±0.11 ^b	22.18±0.09 ^b	21.56±0.48 ^c	23.39±0.52 ^a

¹⁾AB0, Mung bean starch 40 g and acai berry powder 0 g; AB1, Mung bean starch 39 g and acai berry powder 1 g; AB2, Mung bean starch 38 g and acai berry powder 2 g; AB3, Mung bean starch 37 g and acai berry powder 3 g; AB4, Mung bean starch 36 g and acai berry powder 4 g.

²⁾All values are mean±SD (n=5 for moisture content, n=3 for pH and syneresis).

³⁾Different superscripts (a-c) in the same row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

분말은 청포묵 제조 시 전분의 망상구조 형성에 부정적인 영향을 미쳐 수분 보유력이 감소하였고, 그 결과로 아사이베리 청포묵의 이수율이 증가한 것으로 사료된다.

3.2. 아사이베리 청포묵의 조직감

아사이베리 청포묵의 조직감을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 경도(hardness)는 AB0 8.03 N, AB1 6.42 N, AB2 6.18 N, AB3 5.86 N, AB4 5.22 N으로 아사이베리 첨가량에 따라 유의적으로 낮아졌다($p < 0.05$). 이는 녹두 전분이 일부 아사이베리 분말로 대체되면서, 전체 고형분 중 전분의 비율이 상대적으로 감소하였기 때문으로 판단된다. 전분 함량이 낮아지면 겔 형성에 관여하는 전분 간 상호작용이 충분히 이루어지지 못해 겔 구조가 약화되며, 그 결과 묵의 경도 역시 감소한 것으로 보인다(Kang 등, 2023). 탄력성(springiness)과 응집성(cohesiveness)은 시료 첨가군 간의 유의미한 차이는 없었다($p > 0.05$). 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)은 청포묵에 시료를 첨가할수록 낮아지는 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 검성은 반고체의 식품을 부수는데 필요한 힘을 말하며, 씹힘성은 고체 식품을 삼키기 위해 씹는데 필요한 힘을 말하는 것으로 경도의 결과와 유사한 경향을 나타냈다(Lee, 2024). 아사이베리 양갱(Choi, 2015)에서도 본 연구와 같은 결과를 보고하였는데, 이는 아사이베리 분말이 청포묵 제조 시 전분의 겔 형성력을 감소시켜 경도, 검성, 씹힘성이 감소하여 나타난 결과로 판단된다. 이러한 조직감의 변화는 청포묵의 관능적 품질에 영향을 미칠 수 있다. 마카 분말 청포묵 연구(Jegal, 2025)에서 경도 감소에 따라 3% 첨가군이 가장 높은 기호도를 보였으나, 그 이상의 농도에서는 점수가 낮아져 과도한 조직감의 연화는 기호도에 영향을 줄 수 있음이 보고되었다. 반면, 아로니아 분말 청포묵 연구(Hwang과 Nhuan, 2014)에서는 시료 첨가에 따라 경도가 증가하였음에도 불구하고, 단단한 정도에 대한 기호도는 시료 간 유의적인 차이

를 보이지 않았다. 이에 본 연구에서 나타난 경도 및 씹힘성의 감소는 기존 청포묵의 단단한 식감을 선호하는 소비자에게는 기호도를 다소 감소시키는 요인이 될 수 있겠지만, 그 영향이 청포묵의 전체적인 품질을 저해할 만큼 크지는 않을 것으로 사료된다.

3.3. 아사이베리 청포묵의 색도

아사이베리 청포묵의 색도를 측정된 결과는 Table 4에 나타났다. 명도를 나타내는 L^* (lightness)값은 AB0가 46.26으로 가장 높았고, 아사이베리 분말을 첨가할수록 AB1 35.06, AB2 29.91, AB3 23.86, AB4 19.88으로 낮아져 점점 더 어두운 색을 나타냈다($p < 0.05$). 붉은색을 나타내는 a^* (red/green)값은 AB0가 -0.07로 0에 가까운 수치를 나타냈고, 시료 첨가량이 1-4%로 증가함에 따라 2.24에서 16.71로 증가하여 진한 붉은색의 청포묵을 보여주었다($p < 0.05$). 노란색을 나타내는 b^* (yellow/blue)값은 AB0가 -13.85를 나타냈고, AB4가 18.72를 나타내어 색 변화가 크게 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과는 아로니아 청포묵 연구(Hwang과 Nhuan, 2014)에서도 유사하게 나타났다. 아사이베리 양갱(Choi, 2015), 오디 양갱(Kim, 2012), 블루베리 양갱(Han과 Chung, 2013) 등의 연구에서 anthocyanin 색소를 가진 시료의 첨가량이 증가할수록 L^* 값과 b^* 값이 감소하고 a^* 값이 증가했다고 보고하여 본 연구 결과와 다소 상이한 경향을 나타냈다. 본 연구에서는 양갱 연구와는 달리 b^* 값이 증가하는 경향을 보였다. 이러한 차이는 아사이베리 분말에 함유된 anthocyanin 색소의 열에 대한 낮은 안정성에서 비롯된 것으로 판단된다. Anthocyanin은 가열 시 구조적 분해와 변색이 쉽게 일어나 붉은색이 퇴색되거나 갈색 및 황색 계열로 전환되는 것으로 알려져 있다(Patras 등, 2010). 본 연구에서는 아사이베리 분말을 첨가한 뒤 90°C에서 7분간 가열 처리하였는데, 이는 일부 anthocyanin의 퇴색을 촉진하여 황색도가 증가

Table 3. Texture properties of *cheongpomuk* prepared with different concentrations of acai berry powder

Properties	Acai berry powder level in cheongpomuk				
	AB0 ¹⁾	AB1	AB2	AB3	AB4
Hardness (N)	8.03±0.48 ^{2)a3)}	6.42±0.63 ^b	6.18±0.52 ^{bc}	5.86±0.91 ^{bc}	5.22±0.88 ^c
Springiness	0.33±0.11 ^{NS4)}	0.29±0.01	0.29±0.01	0.30±0.01	0.30±0.01
Cohesiveness	0.42±0.04 ^{NS}	0.42±0.01	0.42±0.01	0.43±0.01	0.42±0.02
Gumminess (N)	3.38±0.20 ^a	2.69±0.24 ^b	2.59±0.22 ^{bc}	2.51±0.34 ^{bc}	2.20±0.27 ^c
Chewiness (N)	1.13±0.43 ^a	0.78±0.07 ^b	0.75±0.05 ^b	0.75±0.09 ^b	0.65±0.06 ^b

¹⁾AB0, Mung bean starch 40 g and acai berry powder 0 g; AB1, Mung bean starch 39 g and acai berry powder 1 g; AB2, Mung bean starch 38 g and acai berry powder 2 g; AB3, Mung bean starch 37 g and acai berry powder 3 g; AB4, Mung bean starch 36 g and acai berry powder 4 g.

²⁾All values are mean±SD (n=5).

³⁾Different superscripts (^{a-c}) in the same row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾NS, not significantly different ($p > 0.05$).

Table 4. Color values of *cheongpomuk* prepared with different concentrations of acai berry powder

Properties	Acai berry powder level in <i>cheongpomuk</i>				
	AB0 ¹⁾	AB1	AB2	AB3	AB4
L* (lightness)	46.26±0.71 ^{2a3)}	35.06±0.43 ^b	29.91±0.42 ^c	23.86±0.53 ^d	19.88±0.18 ^c
a* (red/green)	-0.07±0.05 ^c	2.24±0.17 ^d	5.68±0.16 ^c	14.26±0.80 ^b	16.71±0.67 ^a
b* (yellow/blue)	-13.85±0.08 ^c	-3.58±0.08 ^d	0.21±0.25 ^c	8.70±0.54 ^b	18.72±1.02 ^a

¹⁾AB0, Mung bean starch 40 g and acai berry powder 0 g; AB1, Mung bean starch 39 g and acai berry powder 1 g; AB2, Mung bean starch 38 g and acai berry powder 2 g; AB3, Mung bean starch 37 g and acai berry powder 3 g; AB4, Mung bean starch 36 g and acai berry powder 4 g.

²⁾All values are mean±SD (n=5).

³⁾Different superscripts (^{a-c}) in the same row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

하는 색 변화의 원인이 된 것으로 판단된다. 반면, 아사이베리 양갱 연구에서는 3분간 가열 처리하여 비교적 짧은 시간이 적용되어 anthocyanin의 열적 손실이 제한적이었고, 이로 인해 b*값 증가가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 이러한 색도 특성은 소비자 기호도에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 아로니아 청포묵 연구(Hwang과 Nhuan, 2014)에서는 아로니아 5% 첨가군(L* 39.18, a* 11.05, b* -2.48)이 가장 높은 기호도를 나타냈는데, 이는 아로니아의 자주색이 청포묵 색의 기호도에 긍정적인 영향을 준 것으로 보고되었다. 본 연구의 AB3(L* 23.86, a* 14.26, b* 8.70)는 비록 열처리에 의해 L*값이 낮고 b*값이 높으나, a*값이 아로니아 최적 선풍군보다 높게 나타나 아사이베리 특유의 진한 자색이 효과적으로 발현된 것으로 보인다. 따라서 AB3는 다른 첨가군에 비해 높은 색 기호도를 나타낼 것으로 예측된다.

3.4. 아사이베리 분말과 청포묵의 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량

아사이베리 분말과 청포묵의 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량은 Table 5에 나타났다. 아사이베리 분말의 총폴리페놀 함량은 109.02 mg GAE/ g DW으로 나타났다. 이는 베리류의 총폴리

페놀 함량을 분석한 선행연구와 비교했을 때, 아로니아(95.05 mg GAE/g; Lee 등, 2018), 보이즈베리(39.20 mg GAE/g; Jeong 등, 2012), 블랙커런트(43.70 mg GAE/g; Chung, 2016) 및 마키베리(27.99 mg GAE/g; Lee 등, 2018)보다 높은 수치이다. 결과적으로 본 실험에 사용된 아사이베리는 타 베리류 대비 우수한 폴리페놀 함량을 보유하고 있음을 확인하였다. 아사이베리 청포묵의 총폴리페놀 함량은 AB0 처리군에서는 검출되지 않았다. 반면, 아사이베리 분말을 첨가한 모든 처리군에서는 폴리페놀 함량이 농도 의존적으로 증가하였다(p<0.05). 아사이베리 양갱(Choi, 2015), 아로니아 청포묵(Hwang과 Nhuan, 2014) 등의 연구에서도 본 연구와 같은 경향의 결과를 보고하였다.

아사이베리 분말의 총플라보노이드 함량은 56.06 mg NE/g DW으로 측정되었다. 선행연구에서 보고된 블랙초크베리(32.50 mg NE/g) 및 블루베리(26.39 mg NE/g)의 함량(Chung, 2014)보다 높은 수치를 기록하여, 아사이베리 분말의 우수한 플라보노이드 함량을 확인할 수 있었다. 아사이베리 청포묵의 총플라보노이드 함량은 AB0 10.06 mg NE/100 g FW, AB1 12.37 mg NE/100 g FW, AB2 17.67 mg NE/100 g FW, AB3 22.10 mg NE/100 g FW, AB4 25.47 mg NE/100 g FW으로 시료 무첨가군에 비해 시료 첨가군에서 높게 나타났다(p<0.05). Hwang

Table 5. Total polyphenol and total flavonoid content of *cheongpomuk* prepared with different concentrations of acai berry powder

Properties	Acai berry powder	Acai berry powder level in <i>cheongpomuk</i>				
		AB0 ¹⁾	AB1	AB2	AB3	AB4
Total phenol content ²⁾ (mg GAE ³⁾ /100 g)	109.02±3.11 ⁴⁾ (mg GAE/g)	0.00±0.00 ^{c5)}	4.73±0.44 ^d	20.99±2.48 ^c	36.30±3.47 ^b	47.46±4.83 ^a
Total flavonoid content (mg NE/100 g)	56.06±3.81 (mg NE/g)	10.06±0.54 ^c	12.37±0.36 ^d	17.67±1.11 ^c	22.10±1.38 ^b	25.47±1.05 ^a

¹⁾AB0, Mung bean starch 40 g and acai berry powder 0 g; AB1, Mung bean starch 39 g and acai berry powder 1 g; AB2, Mung bean starch 38 g and acai berry powder 2 g; AB3, Mung bean starch 37 g and acai berry powder 3 g; AB4, Mung bean starch 36 g and acai berry powder 4 g.

²⁾Acai powder results are based on dry weight (DW), and *cheongpomuk* results (AB0-AB4) are based on fresh weight (FW).

³⁾GAE, gallic acid equivalent; NE, naringin equivalent.

⁴⁾All values are mean±SD (n=3).

⁵⁾Different superscripts (^{a-c}) in the same row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

과 Nhuan (2014)의 아로니아 청포묵 연구에서도 시료 첨가량이 증가함에 따라 청포묵의 총폴라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였으며, 이를 통해 아로니아 분말 첨가가 청포묵의 건강 기능성 향상에 기여할 수 있음을 보고하였다. 이러한 선행 연구와 유사하게, 본 연구에서도 아사이베리 분말을 청포묵에 첨가함으로써 항산화 기능을 보완한 기능성 청포묵 개발 가능성을 확인할 수 있었다.

3.5. 아사이베리 분말과 청포묵의 항산화 활성

아사이베리 분말과 청포묵의 항산화 활성 측정 결과는 Table 6와 같다. 아사이베리 분말의 DPPH 라디칼 소거능(10 mg/mL, DW), ABTS⁺ 라디칼 소거능 및 환원력(5 mg/mL, DW)은 각각 93.80%, 88.86%, 0.80 OD으로 나타났다. 아사이베리 선행 연구(Choi, 2015)에서 아사이베리의 DPPH 라디칼 소거능(100 mg/mL, DW)은 42.85%를 나타낸다고 보고하였고, 레드비트 선행 연구(Lee와 Chin, 2012)에서 레드비트의 DPPH 라디칼 소거능(100 mg/mL, DW)은 43.20%로 보고하여 본 연구의 아사이베리가 더 낮은 농도에서 높은 활성을 나타내는 것을 확인하였다. 또한 아사이베리의 ABTS⁺ 라디칼 소거능(0.6 mg/mL, DW)을 측정한 연구(Jin 등, 2016)에서 79.20%의 활성을 보였다고 보고하여 농도 대비 본 연구의 아사이베리의 활성이 낮게 나타났다.

아사이베리 청포묵의 DPPH 라디칼 소거능(250 mg/mL, FW)을 측정한 결과, AB0는 활성이 측정되지 않았고 AB1, AB2, AB3, AB4는 각각 36.81%, 65.18%, 84.57%, 84.97%로 시료 첨가량에 따라 증가하는 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 아사이베리 양갱 연구(Choi, 2015)에서 시료 무첨가군의 DPPH 라디칼 소거능은 2.43%로 나타났고 아사이베리 분말 첨가량에 따라 청포묵의 활성이 증가하여 8% 첨가군에서는 15.54%를 나

타냈다고 보고하였다. 연잎 청포묵 연구(Moon 등, 2016)에서는 시료 무첨가군이 3.69%, 경기도 연잎을 5% 첨가한 청포묵은 84.59%로 측정되어 무첨가군에 비해 약 22배의 활성이 증가했다고 보고하였다. 아로니아 청포묵(Hwang과 Nhuan, 2014), 감태 청포묵(Lee, 2024), 마카 청포묵(Jegal, 2025)에서도 이와 유사한 결과를 보고하였다. 아사이베리 청포묵의 ABTS⁺ 라디칼 소거능(250 mg/mL, FW)을 측정한 결과, AB0는 6.05%, AB1은 36.48%, AB2는 60.10%, AB3은 79.86%, AB4는 93.67%로 시료 첨가량이 증가함에 따라 ABTS⁺ 활성이 크게 증가하였다($p < 0.05$). 아로니아 청포묵(Hwang과 Nhuan, 2014) 연구에서도 시료 무첨가군이 10.34%, 5% 첨가군이 67.32%의 활성을 나타내어 시료 첨가량에 따라 활성이 증가한다고 보고하였다. 환원력은 측정된 흡광도 수치와 양의 상관관계를 가지므로, 높은 흡광도 값은 시료의 우수한 환원력을 의미한다(Gulcin, 2006). 아사이베리 청포묵의 환원력(100 mg/mL, FW)을 측정한 결과 AB0가 0.00 OD, AB1-AB4가 0.13-0.49 OD로 나타나 시료의 첨가가 환원력을 증가시키는 것으로 나타났다. 아로니아 죽 연구(Hwang, 2021)에서도 아로니아 첨가량에 따라 죽의 환원력이 증가하여 0.09-0.58 OD의 결과를 나타내 본 연구와 유사한 결과를 볼 수 있었다. 앞선 결과에서 아사이베리 첨가량이 증가할수록 청포묵의 총폴리페놀 및 총폴라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였으며, 이에 따라 DPPH 라디칼 소거능, ABTS⁺ 라디칼 소거능 및 환원력 또한 향상되는 결과를 확인하였다. 아사이베리에 함유된 총폴리페놀과 총폴라보노이드 성분의 함량 증가에 비례하여 항산화 활성이 증대되었고, 이러한 특성이 청포묵에 적용되었을 때에도 안정적으로 유지되는 것으로 나타났다. 따라서 아사이베리 분말은 청포묵의 기능적 품질을 효과적으로 증진시킬 수 있는 잠재력 높은 천연 항산화 소재로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Table 6. DPPH radical, ABTS⁺ radical scavenging activities and reducing power of *cheongpomuk* prepared with different concentrations of acai berry powder

Properties	Acai berry powder ¹⁾	Acai berry powder level in <i>cheongpomuk</i> ²⁾				
		AB0 ³⁾	AB1	AB2	AB3	AB4
DPPH radical scavenging activities (%)	93.80±0.20 ⁴⁾	0.00±0.00 ⁵⁾	36.81±0.50 ^c	65.18±0.92 ^b	84.57±1.18 ^a	84.97±0.18 ^a
ABTS ⁺ radical scavenging activities (%)	88.86±1.65	6.05±0.84 ^c	36.48±1.50 ^d	60.10±2.54 ^c	79.86±3.13 ^b	93.67±2.29 ^a
Reducing power (Abs ₇₀₀)	0.80±0.01	0.00±0.00 ^c	0.13±0.00 ^d	0.26±0.00 ^c	0.39±0.00 ^b	0.49±0.01 ^a

¹⁾ Acai berry powder results are based on dry weight (DW) tested at concentrations of 10 mg/mL (DPPH), 5 mg/mL (ABTS⁺, reducing power).

²⁾ *Cheongpomuk* results are based on fresh weight (FW) tested at concentrations of 250 mg/mL (DPPH, ABTS⁺) and 100 mg/mL (reducing power).

³⁾ AB0, Mung bean starch 40 g and acai berry powder 0 g; AB1, Mung bean starch 39 g and acai berry powder 1 g; AB2, Mung bean starch 38 g and acai berry powder 2 g; AB3, Mung bean starch 37 g and acai berry powder 3 g; AB4, Mung bean starch 36 g and acai berry powder 4 g.

⁴⁾ All values are mean±SD (n=3).

⁵⁾ Different superscripts (a-c) in the same row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

4. 요약

본 연구는 아사이베리 분말을 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% 비율로 첨가하여 청포묵을 제조하고, 이에 따른 품질 특성 및 항산화 활성을 분석함으로써 기능성 청포묵 개발의 기초 자료를 제공하고자 하였다. 실험 결과, 수분함량은 시료 무첨가군 71.59%, 시료 첨가군 64.75-78.51%를 나타냈고, pH는 아사이베리 분말 첨가량이 증가함에 따라 6.56에서 5.61로 유의적으로 감소하였다. 이수율은 AB4가 23.39%로 가장 높게 나타났다. 조직감 측정 결과, 경도는 AB0 8.03 N에서 AB4 5.22 N으로 유의적으로 낮아졌으며, 점성 및 씹힘성 또한 감소하는 경향을 보였다. 반면, 탄력성과 응집성은 시료 간 유의적인 차이는 없었다. 색도는 아사이베리 분말 첨가량이 증가할수록 명도는 감소한 반면, 적색도와 황색도는 증가하였다. 항산화 활성 분석 결과, 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량은 첨가량에 비례하여 유의적으로 증가하였다. 이에 따라 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 AB4에서 각각 84.97%, 93.67%로 가장 높았으며, 환원력 또한 0.49 OD로 유의하게 상승하였다. 본 연구에서 관찰된 품질 특성의 변화는 선행 연구 결과들에 비추어 볼 때 소비자 기호도에 부정적인 영향을 미치지 않는 수준으로 판단된다. 이에 청포묵 고유의 품질 특성을 유지하면서도 우수한 항산화 활성을 기대할 수 있는 5% (AB2) 및 7.5% (AB3) 첨가 조건이 기능성 청포묵 제조를 위한 최적의 배합 비율로 사료된다.

Funding

None.

Acknowledgements

None.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Joo SY. Methodology: Choi YS, Joo SY. Formal analysis: Joo SY. Validation: Choi YS. Writing - original draft: Choi YS. Writing - review & editing: Joo SY.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Yeon Sil Choi (First author)

<https://orcid.org/0009-0003-1283-0810>

Shin Youn Joo (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0002-8009-1031>

References

- Chang KM. Manufacturing of functionalized color *mook* by addition of the color and flavor from nature foods. *Korean J Food Culture*, 22, 365-372 (2007)
- Choi SH. Quality characteristics of *yanggaeng* added with acai berry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder. *Korean J Culinary Res*, 21, 133-146 (2015)
- Chung HJ. Comparison of bioactive constituents and biological activities of aronia, blackcurrant, and maquiberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 45, 1122-1129 (2016)
- Chung HJ. Comparison of total polyphenols, total flavonoids, and biological activities of black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43, 1349-1356 (2014)
- Chung HJ. Physiological activity of acai berry (*Euterpe oleracea* Mart.) extracted with different solvents. *J Korean Soc Food Cult*, 27, 75-81 (2012)
- Gulcin I. Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*, 217, 213-220 (2006)
- Han JM, Chung HJ. Quality characteristics of *yanggaeng* added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv*, 20, 265-271 (2013)
- Hogan S, Chung H, Zhang L, Li J, Lee Y, Dai Y, Zhou K. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from acai. *Food Chem*, 118, 208-214 (2010)
- Hwang ES. Quality characteristics and antioxidant activity of rice porridge supplemented with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. *Korean J Food Preserv*, 28, 63-71 (2021)
- Hwang ES, Nhuan DT. Quality characteristics and antioxidant activities of *cheongpomook* added with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. *Korean J Food Cook Sci*, 30, 161-169 (2014)
- Jegal JM. Quality characteristics and antioxidant activity of *cheongpomook* with different amounts of maca (*Lepidium meyenii*) powder. *Culi Sci Hos Res*, 31, 170-177 (2025)
- Jensen GS, Wu X, Patterson KM, Barnes J, Carter SG, Scherwitz L, Beaman R, Endres JR, Schauss AG. *In vitro* and *in vivo* antioxidant and antiinflammatory capacities of an antioxidant-rich fruit and berry juice blend placebo-controlled, crossover study. *J Agric Food Chem*, 56, 8326-8333 (2008)
- Jeong CH, Jang CW, Lee KY, Kim IH, Shim KH. Nutritional components and antioxidant activities of boysenberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 450-455 (2012)
- Jin DH, Lee YG, Seong JH, Kim HS. Comparison of

- bioactivities and antioxidant activities of acai berry (*Euterpe oleracea* Mart.) by different extraction solvents. J Korean Oil Chem Soc, 33, 741-750 (2016)
- Kang H, Ryu SI, Paik JK. Quality characteristics of *cheongpomuk* added bamboo leaf powder. Culi Sci Hos Res, 29, 9-16 (2023)
- Kim AJ. Quality characteristics of *yanggaeng* prepared with different concentrations of mulberry fruit syrup. J East Asian Soc Dietary Life, 22, 62-67 (2012)
- Kim JY, Yoo SS. Quality characteristics of *cheongpomook* added with moringa powder. Culi Sci Hos Res, 26, 55-65 (2020)
- Lee IS. Antioxidant and quality characteristics of *cheongpo allbangaek mook* according to add amount of Gamtae (*Ecklonia cava*) powder. Culi Sci Hos Res, 30, 1-8 (2024)
- Lee KA, Kim BR, Kim HS, Shin MS. Literature review of Tangpyeongchae in cook books published in 1700-1960s. Korean J Food Cook Sci, 28, 327-335 (2012)
- Lee KW, Je H, Jung TH, Choi JH, Hwang HJ, Shin KO. Comparison of components and antioxidant activity of cherry, aronia, and maquiberry. Korean J Food Nutr, 31, 729-736 (2018)
- Moon JH, Hong KW, Yoo SS. Antioxidant properties of the lotus leaf powder content of Cheongpomuk. Culi Sci Hos Res, 22, 112-130 (2016)
- Nam PS, Yoo SS. Quality characteristics of *cheongpomook* added with barley sprouts powder. Culi Sci Hos Res, 28, 30-39 (2022)
- Pacheco-palencia LA, Hawken P, Talcott ST. Phytochemical, antioxidant and pigment stability of acai (*Euterpe oleracea* Mart.) as affected by clarification, ascorbic acid fortification and storage. Food Res Int, 40, 620-628 (2007)
- Park JH, Kim EM. Changes in the quality characteristics of mung bean starch jelly with white lotus (*Nelumbo nucifera*) root powder added. Korean J Culinary Res, 16, 180-190 (2010)
- Patras A, Brunton NP, O'Donnell C, Tiwari BK. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods: Mechanisms and kinetics of degradation. Trends Food Sci Technol, 21, 3-11 (2010)
- Woolery-Lloyd H, Friedman A. Optimizing patient care with "natural" products: treatment of hyperpigmentation. J Drugs Dermatol, 8, S10-S13 (2009)