



ISSN: 2586-7342

KJFHC website: <http://acoms.kisti.re.kr/kjfhc>

doi: <http://dx.doi.org/10.13106/kjfhc.2023.vol9.no4.1>

Quality Evaluation of *Cheongpomuk* Added with Chlorella Powder

Nak Hyun CHOI¹, Hye In JEONG², Nam Yong CHUNG³, Mee Hye SHIN⁴

Received: August 04, 2023. Revised: August 30, 2023. Accepted: September 05, 2023.

Abstract

This study examined the quality characteristics to evaluate the optimal mixing ratio of a chlorella powder in *Cheongpomuk*. The total polyphenol and total flavonoids contents of *Cheongpomuk* and chlorella powder was 279.90 $\mu\text{g/mL}$, 489.50 $\mu\text{g/mL}$ and 48.79 $\mu\text{g/mL}$, 687.85 $\mu\text{g/mL}$ respectively. The DPPH free radical scavenging activities and ABTS radical scavenging activities of chlorella powder was 65.39%, 91.28% respectively. The L values (58.85 ~ 26.23), a values (-0.44 ~ -5.84) of the Hunter's color values decreased and b value (-10.98 ~ 4.12) increased significantly in proportion to the amount of chlorella powder. The total polyphenol contents (55.00 ~ 734.20 $\mu\text{g/mL}$), total flavonoids contents (41.00 ~ 88.29 $\mu\text{g/mL}$), DPPH free radical scavenging activities (35.10 ~ 65.50%) and ABTS radical scavenging activities (50.29 ~ 92.86%) of *Cheongpomuk* increased significantly in groups of chlorella powder. In the physical properties, the hardness (135.93 ~ 103.93 g/cm^2), chewiness (6.76 ~ 3.76 g), springiness (4.92 ~ 4.36 %), and gumminess (147.70 ~ 94.23) of *Cheongpomuk* decreased significantly in proportion to the amount of chlorella powder. The *Cheongpomuk* containing 15% chlorella powder showed a high score with regard to color, flavor, moistness, chewiness and overall acceptance. The appropriate addition amount of chlorella powder for making *Cheongpomuk* is 15%. This study indicate that *Cheongpomuk* treated with chlorella powder had the highest functional component and antioxidant activity.

Keywords: *Cheongpomuk*, chlorella powder, total polyphenol contents, DPPH free radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity

Major Classification Code: Food Science

1. Introduction

묵은 한국 고유의 전통식품으로 녹두전분을 이용한 청포묵은 낮은 전분함량으로 묵 형성이 잘되며

표면이 매끈하고 탄성이 크며, 부드러운 질감을 갖는다(Joo & Chun, 1991). 묵은 대부분 낮은 열량(37 kcal/100 g)을 함유하며, 소화흡수가 용이하여 저열량 다이어트 식품에 속한다. 청포묵은 탄수화물 외 주

1 First Author. Graduate, Dept. of Food Science & Service, College of Bio-Convergence, Eulji University, Republic of Korea, Email: skrgus1005@naver.com

2 Second Author. Graduate, Dept. of Food Science & Service, College of Bio-Convergence, Eulji University, Republic of Korea.

3 Third Author. Professor, Dept. of Food and Nutrition, Kyung-in Women's University, Republic of Korea.

4 Corresponding Author. Professor, Dept. of Food Science &

Service, College of Bio-Convergence, Eulji University, Republic of Korea, Email: shin@eulji.ac.kr

© Copyright: The Author(s)

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 noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

요 영양소가 거의 없는 단점이 있어 제조 시 기능성 식재료를 첨가하면 저열량 건강기능성 식품으로 개발될 가능성이 높다(Chang, 2007). 따라서 본 연구에서는 항산화성 등 기능성을 가진 클로렐라 가루를 0%, 5%, 15%, 25%로 청포묵 가루를 대체하여 첨가한 클로렐라 청포묵을 제조하였으며, 수분함량, 색도, 물성, 항산화성 등 품질특성을 측정하고 관능평가를 실시하여 클로렐라 가루의 최적의 혼합비율을 찾고자 하였다.

본 연구의 목적은 클로렐라를 한국 전통식품인 묵에 첨가하여 항산화성과 영양성 등 기능성이 강화된 묵을 제조하여 품질특성을 측정하고 관능검사를 통해 묵의 활용도를 살펴봄으로써 묵의 상품화 가능성을 제시하고자 한다. 또한 클로렐라의 건강기능성을 식품분야에 접목시켜 활용도를 다방면으로 확대하며, 클로렐라 첨가로 묵의 고품질화를 통해 가치를 향상시키고, 한식 세계화에 기여할 수 있는 전통식품으로의 자리매김을 도모하고자 한다.

본 연구의 방법은 다음과 같다. 클로렐라 청포묵 재료로 청포묵 가루, 클로렐라 가루의 수분함량, 색도를 측정하였고 항산화 특성을 파악하기 위해 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능 실험을 하였으며, 이를 통해 재료의 특성을 파악하였다. 묵 재료를 혼합하여 클로렐라 청포묵을 제조한 후 묵의 수분함량, 색도를 측정하였고, 묵의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능 실험을 하였고, 상품화의 가능성을 위해 관능검사를 수행하였다. 실험 후 결과값은 통계처리를 통해 평균값과 표준편차를 구하였고 실험군 간의 유의성을 검증하였다. 결과적으로 클로렐라 청포묵 제조를 위해 클로렐라 가루의 최적 혼합비율이 도출되고, 추후 연구에서 클로렐라 청포묵이 제품화하였을 때 소비기한에 적용할 수 있는 저장 중

품질특성 변화 및 최대 저장기간 등의 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

2. Theoretical Consideration

2.1. Chlorella

클로렐라는 담수녹조류의 일종으로 상업적으로 중요한 Chlorella 속으로는 *C. vulgaris*, *C. pyrenoidosa* 및 *C. ellipsoidea* 등이 알려져 있다(Oh et al., 2003). 클로렐라는 단백질, 비타민, 무기질 및 불포화지방산 등을 함유하고 있어 영양학적으로 우수하고, 총 아미노산 함량이 소고기에 비해 높으며, 항산화성, 면역기능, 간 기능 개선 등 생리활성이 보고되어 건강기능식품 형태로 이용된다(Kang et al., 2004; Park et al., 2002). 클로렐라는 필수아미노산이 좋은 고단백식품으로 미래 식량으로 가치가 있어 클로렐라의 식량화에 대한 연구가 진행되어 왔다(Kim & Chung, 2010). 또한 클로렐라에 함유된 생물활성물질 chlorella growth factor(CGF)는 어린이들의 성장 발육과 환자 회복에 효과가 큰 것으로 보고되었으며(Kim, 2004), 항암(Takahashi et al., 1989), 콜레스테롤 감소(Tanaka et al., 1984), 혈압 강하(Wang et al., 1981), 간 기능 보호(Wang et al., 1980) 등 다양한 생리활성 기능이 있는 것으로 보고되었다. 선행 연구로는 클로렐라를 첨가한 식빵(Kim et al., 2020), 클로렐라 분말을 첨가한 옐로우레이어 케이크(Kim & Chung, 2010), 클로렐라 추출물을 첨가한 국수(Park & Cho, 2004), 클로렐라 분말을 첨가한 쿠키(Bang et al., 2013), 클로렐라 첨가 파운드케이크(Chung & Choi, 2005), 클로렐라 두부(Kim et al., 2003) 등이 수행되었으며, 기능성 생물소재로서의 클로렐라에 대한 연구(Kang et al., 2004)도 보고되었다. 또한 클로렐라는 식품의 풍미향상 기능이 있고 다량의 엽록소를 함유하여 다른 식품에 활용할 때 식품의 기능성 및 영양성, 색상 및 풍미 등 기호도 향상에 기여할 수 있는 식품재료가 될 것으로 기대한다(Kim et al., 2007).

이와 같이 기능성을 가진 클로렐라를 식품소재로 활용하고자 한 연구는 진행되어 오고 있고, 그 기능이 우수하여 화장품, 사료 등 사용되는 용도가 점점 확대되고 있는 추세(Park, 2003)에 따라 추후 클로렐라의 활용도가 더 높아질 것으로 사료된다.

2.2. Cheongpomuk

녹두는 콩과에 속하며, 대두에 비해 비타민, 무기질, 필수아미노산이 풍부하며, 플라보노이드, 페놀성 화합물이 다량 함유되어 있다(Kim et al., 2008; Lai et al., 2010). 녹두는 탄수화물 42-62%, 단백질 20-28%, 지방 1%로 탄수화물 함량이 높은 두류이다(Woo et al., 2019). 녹두를 이용하여 청포묵, 녹두전, 국수, 죽, 숙주나물 형태 등으로 가공, 조리되어 이용한다(Jin et al., 2010; Li et al., 2012). 묵은 도토리, 메밀, 녹두 등을 곱게 갈아 바닥에 가라앉은 전분을 분리하여 물과 가열, 호화, 냉각하여 굳힌 식품이다(Cha et al., 2008). 묵의 종류로는 도토리묵, 메밀묵, 청포묵 등 재료에 따라 다양하며, 그 중 청포묵은 녹두전분을 원료로 하며 비교적 적은 전분함량으로 겔형성 능력이 뛰어나고, 불투명하고 끈끈하지만 표면이 매끈하며, 탄성이 크고 부드러운 물성을 갖고 있다(Joo & Chun, 1991). 즉 녹두전분은 긴 아밀로스 사슬이 아밀로펙틴 구조를 잡고 있어 가열저항성이 있으며 부드럽고 유연성 있는 겔 제조가 가능하다(Ahmed, 2012). 묵은 제조 시 전분량과 물을 1:10의 비율로 제조하므로 청포묵의 경우 열량이 낮고 소화흡수가 용이한 저열량 다이어트 식품이다(Kim et al., 2012; Kim & Yoo, 2020). 청포묵에 관한 연구로는 연잎분말 첨가량에 따른 청포묵(Moon et al., 2016), 함초분말을 첨가한 청포묵(Son & Lee, 2014), 모링가분말을 첨가한 청포묵(Kim & Yoo, 2020), 녹차가루를 첨가한 청포묵(Chung et al., 2022), 복숭아씨앗 분말을 첨가한 청포묵(Ryu et al., 2013), 감분말 첨가 청포묵(Choi, 2013), 아로니아분말을 첨가한 청포묵(Hwang

& Nhuan, 2014), 은행분말을 첨가한 청포묵(Joo & Choi, 2014), 새싹보리분말 첨가 청포묵(Nam & Yoo, 2022) 등 기능성을 가진 다양한 부재료를 첨가한 연구들이 보고되었다. 본 연구에서는 기능성이 있는 클로렐라를 청포묵에 첨가하여 청포묵의 영양성과 기능성을 강화하여, 한국전통식품인 청포묵의 가치를 높이고 고품질화를 도모함으로써 건강기능식품으로서 한식세계화에 기여하고, 건강식으로서 활용 가능성을 높이고자 하였다.

3. Ingredients and Methods

3.1. Experimental Materials and Methods

3.1.1. Materials for Experiments

묵 제조를 위한 재료는 청포묵 가루((주)뚜레반, 수입녹두, 100%), 클로렐라 가루((주)하람, 봉래약초, 대만산), 꽃소금(㈜사조해표, 신안천일염, 국산), 참기름((주)오뚜기, 참깨: 인도 등 수입산)은 네이버 쇼핑몰에서 2022년 7월 구입하였다.

3.1.2. Manufacturing of Muk

클로렐라 청포묵 제조 시 클로렐라의 최적 혼합 비율을 얻기 위해 선행연구(Chung & Choi, 2005)를 참고하여 여러 차례의 예비 실험을 한 후 클로렐라 가루의 배합비율을 0%, 5%, 15%, 25%로 하였으며, 재료의 배합비율은 <Table 1>과 같다. 청포묵 가루에 클로렐라 가루를 비율대로 섞어 20 g이 되도록 한 후, 물 160 g을 각각 섞어 상온에서 10분간 두었다. 강한 불로 부분 호화가 되면 중간 불에서 완전 호화 시킨 후 약한 불로 하여 10분간 저어준 후 불을 껐다. 그 후 소금을 넣고 고루 섞어 유리용기에 담아 실온에서 1시간 가량 식혀 시료로 사용하였다.

Table 1: The ingredients of *Cheongpomuk* made from *Cheongpomuk* powder and *Chlorella* powder

Ingredients	C0 ¹⁾	C1 ²⁾	C3 ³⁾	C5 ⁴⁾
Water(mL)	160	160	160	160
<i>Cheongpomuk</i> powder(g)	20	19	17	15
<i>Chlorella</i> powder(g)	0	1	3	5
Salt(g)	0.2	0.2	0.2	0.2

¹⁾C0 : *Cheongpomuk* with 0% of *chlorella* powder.

²⁾C1 : *Cheongpomuk* with 5% of *chlorella* powder

³⁾C3 : *Cheongpomuk* with 15% of *chlorella* powder.

⁴⁾C5 : *Cheongpomuk* with 25% of *chlorella* powder.

3.2. Experimental Method

3.2.1. Moisture Measurement

각 시료 각 3 g씩을 드라이오븐(Thermo Stable EOF-155, Daihan Scientific Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 105 °C, 1시간 건조시킨 후 수분함량 값을 측정하는 상압가열건조법으로 정량하였다. 각 시료는 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

3.2.2. Measurement of Chromaticity

색도는 흡광도기(Minolta CR-170, Tokyo, Japan)로 명도(L 값), 적색도(a 값), 황색도(b 값)를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 표준백색판(Calibration palate CR-A43, Tokyo, Japan)의 명도, 적색도 및 황색도 값은 각각 94.50, 0.3032, 0.3193이었다.

3.2.3. Antioxidant Measurement

3.2.3.1 Total Polyphenols and Total Flavonoid Content

각 시료 1 g를 삼각플라스크에 넣고, 95%의 에탄올을 9 mL 첨가하여 진탕 인큐베이터(LI-BS200L, LKLABKOREA, Seoul, Korea)에서 160rpm, 12시간 추출시킨 후 원심분리기(Model CRYSTE VARISPIN 15R centrifuge, Novapro Co., buchun, Korea)로 4,000 rpm, 10분간 원심분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 시료 0.4 mL에 50 % Folin-Ciocalteu

시약을 0.4 mL 섞고 실온에서 3분간 방치 후, 10%의 sodium carbonate을 0.4 mL 가하여 혼합하고, 암소에서 1시간 동안 방치 후 분광광도계(SP-2000UV, Woongi science Co., Seoul, Korea)로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)로 표준검량 곡선을 작성하였으며, 시료별 총 폴리페놀 함량을 gallic acid equivalents로 환산하여 3회 측정하여 평균값을 구하였다. 총 플라보노이드 함량은 시료액 400 μ L에 diethylene glycol을 4 mL 첨가하였고, 1 N의 NaOH를 40 μ L 첨가한 다음 실온의 암소에서 1시간 반응 후 이 반응액을 분광광도계(SP-2000 UV, Woongi science Co., Seoul, Korea)의 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 quercetin(Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA)으로 표준검량 곡선을 작성하였으며, 시료별 총 플라보노이드 함량을 quercetin equivalents로 환산하여 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

3.2.3.2 DPPH Radical Scavenging Activity

각 시료 1 g를 삼각플라스크에 넣고, 95% 에탄올 9 mL 첨가하여 진탕 인큐베이터(LI-BS200L, LKLAB KOREA, Seoul, Korea)에서 160rpm, 12시간 추출시켜 원심분리기(Model CRYSTE VARISPIN 15R centrifuge, Novapro Co., buchun, Korea)로 4,000 rpm, 10분 원심분리한 후 상등액을 시료로 사용하였다. 시료액 0.2 mL를 시험관에 담고 0.2 mM DPPH(2,2-diphenyl- β -picrylhydrazyl) free radical, Sigma-Aldrich, Saint Louis, USA) 용액 0.8 mL를 가하여 30분 암소에서 방치한 다음 흡광도(Shimadza, UV mini 1240, Tokyo, Japan)의 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 실험은 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거활성(\%)} = (1 - \text{실험구흡광도} / \text{대조구흡광도}) \times 100$$

3.2.3.3 ABTS Radical Scavenging Activity

각 시료 1 g를 삼각플라스크에 담고, 95% 에탄올 9 mL 첨가하여 진탕 인큐베이터(LI-BS200L, LKLAB KOREA, Seoul, Korea)에서 160rpm, 12시간 추출시켜 원심분리기(Model CRYSTE VARISPIN 15R centrifuge, Novapro Co., buchun, Korea)로 4,000 rpm에서 10분동안 원심분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid)와 2.7 mM potassium persulfate 을 1:1로 혼합하여 하루 암소에 방치하면서 ABTS 양이온을 형성시킨 다음 735 nm에서 흡광도 값이 0.7~1.0이 되도록 50%의 메탄올로 희석하였다. 이 ABTS 용액에 원심 분리하여 준비한 시료를 동량 첨가하고, 10분 반응한 다음 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. 실험은 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거활성(\%)} = (1 - \text{실험구흡광도} / \text{대조구흡광도}) \times 100$$

3.2.4. Measurement of Physical Properties

물성측정기(CTX Texture analyzer, Ametek Brookfield, U.S.A)로 물성을 측정하였고, 측정항목은 경도, 씹힘성, 탄력성, 검성이었으며, 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 측정 조건은 test speed 100 mm/min, probe cylinder type Φ 2 cm, height 4 cm, trigger force 10 kgf, sample diameter 30 mm, sample height 20 mm, sample compressed by 50%이었다.

3.2.5. Sensual Quality Characteristics

식품 및 조리관련 전공학생 중 관능검사에 관심이 있는 학생 30명을 대상으로 실시하였다. 목의 관능적 특성에 대해 설명하고 예비실험을 통해 반복 훈련 시킨 후 실시하였다. 흰색접시에 각 시료를 제시하고 관능요소를 잘 반영하는 점수를 질문지에 표시하도록 하였다. 조사 평가항목은 색, 향미, 촉촉

함, 씹힘성 및 전반적 기호도이었고, 5점척도법을 사용하였다.

3.2.6. Statistical Processing

데이터는 SPSS(Statistical package for the social science, Ver. 20.0, SPSS Inc., Chicago IL, USA) 프로그램으로 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)과 Duncan의 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)을 실시하였으며, 평균±표준편차로 나타내었다. 결과값의 통계적 유의성 검정은 p<0.05 수준에서 실시하였다.

4. Results and Considerations

4.1. Moisture Content and Chromaticity of *Muk*

Ingredients

청포묵 가루, 클로렐라 가루의 수분함량 및 색도 측정결과는 <Table 2>와 같다. 청포묵 가루 및 클로렐라 가루의 수분함량은 각각 7.26%, 1.77%이었다. 클로렐라를 첨가한 옐로우레이어 케이크 연구(Kim & Chung, 2010)에서는 클로렐라 수분함량이 4.26%라 하여 다소 차이를 보였다. 청포묵 가루의 명도는 84.06, 적색도 0.13, 황색도 4.73이었다. 클로렐라 가루의 명도는 30.58, 적색도 -0.27, 황색도 -0.11이었다. 녹차가루 첨가 청포묵 연구(Chung et al., 2022)에서 청포묵 가루의 수분함량이 10.33%, 색도는 명도 80.45, 적색도 -0.31, 황색도 3.89이었다. 이러한 클로렐라의 수분함량 및 색도 등의 차이는 품종, 재배토양, 재배시기 등의 차이에 의한 것으로 보인다.

Table 2: Moisture contents and Hunter's color value of *Cheongpomuk* powder and *Chlorella* powder

Ingredients	Moisture contents(%)	Hunter's color value ¹⁾		
		L	a	b
<i>Cheongpomuk</i> powder	7.26±0.28 ²⁾	84.06±0.05	0.13±0.02	4.73±0.06
<i>Chlorella</i> powder	1.77±0.23	30.58±0.18	-0.27±0.05	-0.11±0.01

¹⁾L: lightness, a: redness, b: yellowness

²⁾Value are mean ± S.D.

4.2. Antioxidant Properties of *Muk* Ingredients

청포묵 가루 및 클로렐라 가루의 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성의 측정결과는 <Table 3>과 같다. 청포묵 가루의 총 폴리페놀 함량은 279.90 µg/mL, 총 플라보노이드 함량은 48.79 µg/mL, DPPH 라디칼 소거활성은 51.21%, ABTS 라디칼 소거활성은 77.28%이었다. 클로렐라 가루의 총 폴리페놀 함량은 489.50 µg/mL, 총 플라보노이드 함량은 687.85 µg/mL, DPPH 라디칼 소거활성은 65.39%, ABTS 라디칼 소거활성은 91.28%이었다. 녹차가루 첨가 청포묵 연구(Chung et al., 2022)에서 녹차가루의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성이 각각 26.09%, 96.85%라 하여 녹차가루에 비해 클로렐라 가루의 DPPH 라디칼 소거활성은 더 높았고, ABTS 라디칼 소거활성은 다소 낮았다. 승검초의 항산화 연구(Hwang & Lee, 2018)에서 승검초의 DPPH 라디칼 소거능이 54.55%라 하여 클로렐라의 항산화성이 더 높은 것으로 나타났으며, 항산화성 식재료로서 활용도가 높아질 것으로 기대한다.

Table 3: Total polyphenol, total flavonoids, DPPH and ABTS radical scavenging activity of *Cheongpomuk* powder and *Chlorella* powder

Ingredients	Total polyphenol (gallic acid µg/mL)	Total flavonoids (quercetin µg/mL)	DPPH ¹⁾ radical scavenging activity (%)	ABTS ²⁾ radical scavenging activity (%)
<i>Cheongpomuk</i> powder	279.90±2.63	48.79±24.31	51.21±0.19	77.28±0.07
<i>Chlorella</i> powder	489.50±2.93	687.85±0.78	65.39±3.51	91.28±0.23

¹⁾DPPH: 2,2-diphenyl-β-picrylhydrazyl

²⁾ABTS: 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid

³⁾Value are mean ± S.D.

4.3. Moisture Content and Chromaticity of the *Muk*

클로렐라 청포묵의 수분함량 및 색도는 <Table 4>와 같다. 수분함량은 대조군이 88.82%이었고, 첨가군은 88.57%에서 89.97%의 범위를 보였다. 명도(L)

는 대조군이 58.85로 가장 높았으며, 25% 첨가군이 26.23으로 가장 낮았다. 적색도(a)는 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 대조군 -0.44 에서 25% 첨가군 -5.84로 유의적으로 낮아졌다. 황색도(b)는 첨가량이 증가함에 따라 5% 첨가군 1.51에서 25% 첨가군 4.12로 유의적으로 증가하였다. 클로렐라를 첨가한 식빵 연구(Kim et al., 2020)에서 식빵 속살(crumb)의 색도 측정 결과 첨가량이 증가함에 따라 명도와 적색도는 감소하였고, 황색도는 증가한다고 하였으며, 클로렐라를 첨가한 국수 연구(Park & Cho, 2004)에서도 첨가량이 증가함에 따라 명도와 적색도는 감소하였고, 황색도는 증가한다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

Table 4: Moisture contents and Hunter's color value of *Cheongpomuk* with *Chlorella* powder

Samples ¹⁾	Moisture contents(%)	Hunter's color value ³⁾		
		L	a	b
C0	²⁾ 88.82±0.06 ⁴⁾	58.85±0.13 ^d	-0.44±0.02 ^c	-10.98±0.04 ^a
C1	88.57±0.16 ^a	44.36±0.08 ^c	-4.37±0.02 ^b	1.51±0.08 ^b
C3	89.66±0.15 ^a	31.00±0.03 ^b	-5.56±0.06 ^a	4.32±0.01 ^c
C5	88.97±0.13 ^b	26.23±0.03 ^a	-5.84±0.07 ^a	4.12±0.01 ^c
F-value	36.834 ^{***}	644.832 ^{***}	158.456 ^{***}	2305.490 ^{***}

¹⁾Refer to Table 1 for abbreviations.

²⁾Value are mean±S.D.

³⁾L: lightness, a: redness, b: yellowness

⁴⁾a-c Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Each value is presented as mean ± S.D. of 3 times.

***p<0.001

4.4. Antioxidant Properties of *Muk*

클로렐라 청포묵의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성을 측정 한 결과는 <Table 5>와 같다. 총 폴리페놀 함량은 대

조군이 55.00 $\mu\text{g/mL}$ 이었고, 첨가량이 증가함에 따라 445.70 $\mu\text{g/mL}$ 에서 734.20 $\mu\text{g/mL}$ 으로 유의적으로 증가하였다. 총 플라보노이드 함량은 대조군이 41.00 $\mu\text{g/mL}$ 이었고, 첨가량이 증가함에 따라 45.71 $\mu\text{g/mL}$ 에서 88.29 $\mu\text{g/mL}$ 로 유의적으로 증가하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 대조군이 35.10%이었고, 첨가량이 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거활성이 50.25%에서 65.50%로 유의적으로 증가하였다. DPPH는 자색을 띠는 비교적 안정한 free radical로서 항산화제, 방향족 아민류 등에 의해 환원되어 색이 탈색되며, 천연소재로부터 항산화 물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다(Lee et al., 2005). 본 연구에서 클로렐라 가루 첨가량이 증가할수록 청포묵의 DPPH 라디칼 소거활성이 유의적으로 증가하였다. ABTS 라디칼 소거활성은 대조군이 59.29%이었고 첨가량이 증가함에 따라 66.34%에서 92.86%로 유의적으로 증가하였다. 녹차가루 첨가 청포묵 연구(Chung et al., 2022)에서 항산화성이 있는 녹차가루의 첨가량이 증가할수록 청포묵의 항산화성이 유의적으로 증가하는 결과와 유사하였으며, 아로니아분말 첨가 청포묵 연구(Hwang & Nhuan, 2014)에서도 항산화성이 있는 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 청포묵의 항산화성이 유의적으로 증가한 결과와 유사하였다. 따라서 항산화성이 있는 부재료의 첨가량이 증가할수록 제품의 항산화성 증가하여 최종제품의 기능성 강화에 바람직한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 5: Total polyphenol, total flavonoids, DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity of *Cheongpomuk* added with *Chlorella* powder

Samples ¹	Total polyphenol (gallic acid $\mu\text{g/mL}$)	Total flavonoids (quercetin $\mu\text{g/mL}$)	DPPH radical scavenging activity(%)	ABTS radical scavenging activity(%)
C0	² 55.00 \pm 0.04 ³	41.00 \pm 0.34 ^a	35.10 \pm 0.02 ^a	59.29 \pm 0.03 ^a
C1	445.70 \pm 0.06 ^b	45.71 \pm 0.26 ^b	50.25 \pm 0.03 ^b	66.34 \pm 0.01 ^b
C3	635.80 \pm 0.05 ^c	59.29 \pm 0.15 ^c	61.25 \pm 0.02 ^c	79.58 \pm 0.02 ^c

C5	734.20 \pm 0.02 ^d	88.29 \pm 0.12 ^d	65.50 \pm 0.03 ^d	92.86 \pm 0.02 ^d
F-value	2700.851 ^{***}	1357.881 ^{***}	552.283 ^{***}	660.824 ^{***}

¹)Refer to Table 1 for abbreviations.

²)Value are mean \pm S.D.

³)^{a-d}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test. Each value is presented as mean \pm S.D. of 3 times.

^{***} $p < 0.001$

4.5. Texture Characteristics of *Muk*

클로렐라 청포묵의 물성 측정 결과는 <Table 6>과 같다. 경도(hardness)와 씹힘성(chewiness)은 대조군이 각각 135.93 g/cm^2 , 6.76 g 이었고, 첨가량이 증가함에 따라 경도는 135.16 g/cm^2 에서 103.93 g/cm^2 으로, 씹힘성은 5.65 g 에서 3.76 g 로 유의적으로 감소하였다. 탄력성(springiness)과 검성(gumminess)은 대조군이 각각 4.92%, 147.70이었고, 첨가량이 증가함에 따라 탄력성은 4.80%에서 4.36%로, 검성은 123.83에서 94.23으로 유의적으로 감소하였다. 클로렐라 첨가 설기떡 연구(Park et al., 2002)에서 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 설기떡의 경도 및 씹힘성 등이 감소한다고 하여, 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 클로렐라 분말을 첨가한 옐로우레이어 케이크 연구(Kim & Chung, 2010)에서는 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 경도가 유의적으로 낮아진다고 하였고, 클로렐라 첨가 국수 연구(Park & Cho, 2004)에서도 클로렐라 추출물을 첨가하였을 때 첨가량이 증가할수록 경도, 씹힘성, 탄성, 검성이 유의적으로 낮아졌다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

Table 6: Texture characteristics of *Cheongpomuk* added with *Chlorella* powder

Samples ¹	Hardness(g/cm^2)	Chewiness(g)	Springiness(%)	Gumminess
C0	² 135.93 \pm 2.32 ³)	6.76 \pm 0.01 ^d	4.92 \pm 0.01 ^b	147.70 \pm 0.97 ^d
C1	135.16 \pm 2.06 ^b	5.65 \pm 0.08 ^c	4.80 \pm 0.01 ^b	123.83 \pm 3.26 ^c
C3	103.93 \pm 0.37 ^a	4.61 \pm 0.11 ^b	4.45 \pm 0.01 ^{ab}	104.53 \pm 0.52 ^b

C5	103.93± 1.53 ^a	3.76± 0.11 ^a	4.36± 0.01 ^a	94.23± 0.13 ^a
F-value	95.232***	201.879***	544.993***	186.070***

¹⁾Refer to Table 1 for abbreviations.

²⁾Value are mean±S.D.

^{3)a-d}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test. Each value is presented as mean ± S.D. of 3 times.

*** $p < 0.001$

4.6. Sensory Characteristics of Muk

클로렐라 청포묵의 관능검사 결과는 <Table 7>과 같다. 색은 대조군이 3.27이었고, 15% 첨가군의 선호도가 4.13으로 다른 군에 비해 유의적으로 높았다. 향은 15% 첨가군이 3.80으로 가장 높았고 그 다음은 대조군 3.20 순이었다. 촉촉함은 대조군이 3.60이었고, 15% 첨가군은 4.13으로 가장 높은 선호도를 보였다. 씹힘성에서도 15% 첨가군이 3.55로 가장 높았고 25% 첨가군은 2.87로 가장 낮았다. 전반적 기호도는 15% 첨가군이 4.23으로 유의적으로 높았고, 5% 첨가군 3.35, 대조군 3.33 순이었으며, 25% 첨가군은 1.98로 가장 낮은 선호도를 보였는데, 이는 클로렐라 향미가 강하게 작용하여 관능특성에 영향을 미친 것으로 사료된다. 클로렐라는 단백질 함량이 높고 생리활성을 가진 플라보노이드를 함유하여 건강식품 소재로 우수하지만(Park et al., 2002) 고유의 냄새로 인해 관능검사에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 클로렐라 청포묵 제조를 위한 클로렐라 가루의 최적혼합비율로 15%가 적합한 것으로 나타났다. 클로렐라 가루를 첨가한 제품의 최적혼합비율은 클로렐라 첨가 파운드케이크 연구(Chung & Choi, 2005)에서 4%, 클로렐라 첨가 콩다식 연구(Kim et al., 2007)에서 4%, 클로렐라 첨가 옐로우레이어 케이크 연구(Kim & Chung, 2010)에서는 8%로 나타났다.

Table 7: Sensory characteristics of *Cheongpomuk* added with *Chlorella* powder

Sample ¹⁾	Color	Flavor	Moistness	Chewiness	Overall acceptance
C0	3.27± 0.59 ^a	3.20± 0.68 ^a	3.60± 0.51 ^a	3.34± 0.83 ^b	3.33± 0.86 ^b
C1	3.29± 0.88 ^a	3.13± 0.64 ^a	3.87± 0.52 ^{ab}	3.40± 0.13 ^b	3.35± 0.76 ^b
C3	4.13± 0.52 ^b	3.80± 0.56 ^b	4.13± 0.74 ^b	3.55± 0.11 ^c	4.23± 0.64 ^c
C5	3.53± 0.77 ^{ab}	2.81± 0.68 ^a	3.59± 0.30 ^a	2.87± 0.84 ^a	1.93± 0.70 ^a
F-value	5.133**	6.349***	9.247***	3.369*	24.933***

¹⁾Refer to Table 1 for abbreviations.

²⁾Value are mean±S.D.

^{3)a-c}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test. Each value is presented as mean ± S.D. of 3 times.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

5. Conclusion

본 연구는 클로렐라 가루 첨가량을 0%, 5%, 15%, 25%로 달리하여 클로렐라 청포묵을 제조하여 수분함량, 색도, 항산화성, 물성 및 관능특성을 조사하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 묵의 수분함량은 대조군 88.82%, 5% 첨가군 88.57%, 25% 첨가군 89.66%이었다. 클로렐라 청포묵의 명도와 적색도는 대조군이 각각 58.85, -0.44로 가장 높았으며, 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 황색도는 대조군이 -10.98로 가장 낮았으며 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 묵의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량은 클로렐라 첨가량이 증가함에 따라 각각 55.00 $\mu\text{g/mL}$ ~734.20 $\mu\text{g/mL}$, 41.00 $\mu\text{g/mL}$ ~88.29 $\mu\text{g/mL}$ 로 유의적으로 증가하였고, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성도 각각 35.10% ~65.50%, 59.29%~92.86%로 유의적으로 증가하였다. 클로렐라 청포묵의 물성측정 결과는 클로렐라 가루의 첨가량이 증가할수록 경도, 씹힘성, 탄력성 및 검성 모두 유의적으로 감소하였다. 위의 결과로 클로렐라 청포묵 제조 시 항산화성 및 관능특성을 고려하였을 때 15% 첨가가 최적 혼합비율로 나타났다. 건강기능성이 강화된 클로렐라 청포묵이 식

생활에서 소비자의 새로운 건강식품에 대한 요구도 및 더 나아가 한식세계화에 부응하며, 항산화성 등 기능성을 가진 클로렐라는 앞으로 기능성 식재료로서 식품분야에서 활용도가 더 높아질 것으로 기대한다.

References

- Ahmed, J. (2012). Rheometric non-isothermal gelatinization kinetics of mung bean starch slurry: effect of salt and sugar-part 1. *Journal of Food Engineering*, 109(2), 321-328.
- Bang, B. H., Kim, K. P., & Jeong, E. J. (2013). Quality characteristics of cookies that contain different amounts of chlorella powder. *Korean Journal Food Preservation*, 20(6), 798-804.
- Cha, J. A., Cha, G. H., Chung, L. N., Kim, S. Y., Chung, Y. S., & Yang, L. S. (2008). Investigation on the history of the Muk (traditional starch jelly) and its processing methods reviewed in the ancient and the modern culinary. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 23(1), 73-89.
- Chang, K. M. (2007). Manufacturing of functionalized color Mook by addition of the color and flavor from natural foods. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 22(3), 365-372.
- Choi, H. Y. (2013). Antioxidant activity and quality characteristics of mung bean starch gel prepared with persimmon powder. *Korean Journal Food and Nutrition*, 26(4), 638-645.
- Chung, N. Y., & Choi, S. N. (2005). Quality characteristics of pound cake with Chlorella powder. *Korean Journal Food Cookery Science*, 21(5), 670-678.
- Chung, N. Y., Ryu, S. I., Kang, K. O., & Shin, M. H. (2022). Quality evaluation of *Cheongpomuk* added with green tea powder. *FoodService Industry Journal*, 18(1), 255-266.
- Han, J. S., Kim, J. A., Han, G. P., & Kim, D. S. (2004). Quality characteristic of functional cookies with added potato peel. *Korean Journal Food Cookery Science*, 20(6), 63-69.
- Hong, J. Y., Nam, H. S., Lee, Y. S., Yoon, K. Y., Kim, N. W., & Shin, S. R. (2006). Study on the antioxidant activity of extracts from the fruit of *elaegnus multiflora* thumb. *Korean Journal Food Preservation*, 13(3), 413-419.
- Hwang, E. S., & Nhuan, D. T. (2014). Quality characteristics and antioxidant activities of *Cheongpomook* added with *Aronia(Aronia melanocarpa)* powder. *Korean Journal Food Cookery Science*, 30(2), 161-169.
- Hwang, H. J., & Lee, S. J. (2018). A study on the physicochemical properties and antioxidant activities of *Angelica gigas* N leaf. *FoodService Industry Journal*, 14(3), 97-106.
- Hwang, I. J. (2016). Health professional's of health functional food. *Mater thesis Dankook University*. pp 1-3.
- Jin, Y. I., Hong, S. U., Kim, S. J., OK, H. C., Lee, Y. J., Nam, J. H., Yoon, Y. H., Jeong, J. C., & Lee, S. A. (2010). Comparison of antioxidant activity and amino acid components of mungbean cultivars grown in highland area in Korea. *Korean Journal Environmental Agriculture*, 29(4), 381-387.
- Joo, N. M., & Chun, H. J. (1991). Effect of oil addition on texture of mungbean starch gel. *Korean Journal of Food Cookery Science*, 8(1), 21-25.
- Joo, S. Y., & Choi, H. Y. (2014). Antioxidant activity and quality characteristics of mung bean starch gel prepared with ginkgo nut powder. *Korean Journal Food Culture*, 29(1), 4-90.
- Kang, M. S., Sim, S. J., & Chae, H. J., (2004). Chlorella as a functional biomaterial. *Korean Journal Biotechnology Bioengineering*, 19(1), 1-11.
- Kim, A. J., Jung, J. J., Lee, M. S., Joo, N. M., & Jung, E. K. (2012). Quality characteristics of mungbean mook added with gugija (*Lycii fructus*) infusion. *Journal Korean Diet Association*, 18(3), 213-221.
- Kim, D. K., Chon, S. U., Lee, K. D., Kim, K. H., & Rim, Y. S. (2008). Effect of seeding times on yield and flavonoid contents of mungbean. *Korean Journal Crop Science*, 53(3), 273-278.
- Kim, J. H., Sung, S. K. & Chang, K. H. (2007). Quality characteristics of soybean Dasik supplemented with chlorella powder. *Journal East Asian Society Dietary Life*, 17(6), 894-902.
- Kim, J. S. (2004) Preparation of chlorella drinks and its quality characteristics. *Korean Journal Food and Nutrition*, 17(4), 382-387.
- Kim, J. Y., & Yoo, S. S. (2020). Quality characteristics of Cheongpomook added with Moringa powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, 26(5), 55-65.
- Kim, K. J., & Chung, H. C. (2010). Quality characteristics of yellow layer cake containing different amounts of Chlorella powder. *Korean Journal Food Cookery Science*, 26(6), 860-865.
- Kim, S. S., Park, M. K., Oh, N. S., Kim, D. C., Han, M. S., & In, M. J. (2003), Studies on quality characteristics and shelf-life of chlorella soybean curd(Tofu), *Journal Korean Society for Agriculture Chemistry Biotechnology*, 46(1), 12~15.
- Kim, Y. H., Han, M. R., & Yoon, S. J. (2020). Quality characteristics of textural properties of dough of white pan bread with added Chlorella powder. *Korean Journal Food Nutrition*, 33(6), 681-691.
- Lai, F., Wen, Q., Li, L., Wu, H., & Li, X. (2010). Antioxidant activities of water-soluble polysaccharide extracted from mungbean(*Vigna radiata* L.) hull with ultrasonic assisted treatment. *Carbohydrate Polymers*, 81(2), 323-329.
- Lee, S. O., Lee, H. J., Yu, M. H., Im, H. G., & Lee, I. S. (2005). Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean Journal Food Science Technology*, 37(2), 233-240.
- Li, H., Cao, D., Yi, J., Cao, J., & Jiang, W. (2012). Identification of the flavonoids in mungbean (*Phaseolus radiatus* L.) soup and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 135(4), 2942-2946.
- Moon, J. H., Hong, K. W., & Yoo, S. S. (2016). Antioxidant properties of the Lotus Leaf powder content of *Cheongpomuk*. *Culinary Science & Hospitality Research*, 22(7), 112-130.
- Nam, P. S., & Yoo, S. S. (2022). Quality characteristics of *Cheongpomook* added with barley sprouts powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, 28(10), 30-39.
- Oh, M. H., Choi, A., Mheen, T. I. (2003) High value materials from microalgae. *Korean Journal Microbiology and Biotechnology*, 31(2), 95-102.
- Park, M. K., Lee, J. M., Park, C. H., & In, M. J. (2002). Quality

- characteristics of *Sulgidduk* containing chlorella powder. *Journal Korean Society Food Science Nutrition*, 31(2), 225-229.
- Park, S. I. (2003), Effect of chlorella growth factor on quality bread. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 18(4), 356-364.
- Park, S. I., & Cho, E. J. (2004). Quality characteristics of noodle added with Chlorella extract. *Korean Journal Food & Nutrition*, 17(2), 120-127.
- Park, S. S. (2011). Antioxidative activity and quality characteristics of *Sulgidduk* added ramie leaf powder. *Master Thesis Sookmyung Women's university*, pp 3-56.
- Ryu, H. M., Jeon, D. K., Kim, S. A., & Chung, H. J. (2013). Antioxidant and quality characteristics of mungbean starch gel added with peach seed powder. *Korean Journal Food Preservation*, 20(3), 372-378.
- Son, G. O., & Lee, S. J. (2014). Quality characteristics of mungbean starch gel added with *Salicornia herbacea* L. powder. *Journal East Asian Society Dietary Life*, 24(4), 472-480.
- Takahashi, A., Ikeda, D., Nakamura, H., Nakanawa, S., Okami, Y., & Takeuchi, T. (1989). Altemicidine, a new acaricidal and antitumor substance. II. Structure determination. *Journal Antibiot*, 42(11), 1562-1566.
- Tanaka, K., Konishi, F., & Himeno, K. (1984). Augmentation of antitumor resistance by a strain of unicellular green algae *chlorella vulgaris*. *Cancer Immunology Immunotherapy*, 17(2), 90-94.
- Wang, C. J., Shiow, S. J., & Lin, J. K. (1981) Effect of chlorella on serum cholesterol levels in rats. *Journal of the Formosan Medical Association*, 80(9), 929-933.
- Wang, L.F., Lin, J. K., Tung, Y. C. (1980). Effect of chlorella on the levels of glycogen, triglyceride and cholesterol in ethionime treated rats. *Journal of the Formosan Medical Association*, 79(1), 1-10.
- Woo, K. S., Lee, J., Lee, B. W., Lee, Y. Y., Lee, B. G., & Kim, H. J. (2019). Starch characteristics of mung bean cultivars grown in Korea. *Korean Journal Food Cookery Science*, 35(2), 125-131.