



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

2024년 2월

교육학석사(영양교육) 학위논문

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질 특성 및 향산화 효과

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

조 성 장

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질 특성 및 항산화 효과

Quality characteristics and antioxidant effects
of rice cookies added with Cheunggak
(*Codium fragile*) powder

2024년 2월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

조 성 장

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질 특성 및 향산화 효과

지도교수 이 재 준

이 논문을 교육학석사(영양교육) 학위 청구논문으로
제출함.

2023년 10월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

조 성 장

조성장의 교육학 석사논문 학위를
인준함.

위원장 김 복 희 (인)

위 원 이 재 준 (인)

위 원 이 주 민 (인)

2023년 12월

조선대학교 교육대학원

목 차

LIST OF TABLES	v
LIST OF FIGURES	viii
ABSTRACT	ix
제1장 서 론	1
제2장 실험재료와 방법	4
제1절 청각 분말의 이화학적 성분의 분석	4
1. 실험재료	4
2. 청각 분말의 수분 함량 측정	4
3. 청각 분말의 pH 측정	4
4. 청각 분말의 당도 측정	5
5. 청각 분말의 염도 측정	5
6. 청각 분말의 색도 측정	5
7. 통계처리	6

제2절 청각 분말 에탄올 추출물의 항산화 효과 측정7

- 1. 청각 분말의 에탄올 추출7
- 2. 청각 분말 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량 측정.....7
- 3. 청각 분말 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량8
- 4. 청각 분말 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능 측정 ..8
- 5. 청각 분말 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거능 측정 ..9
- 6. 통계처리9

제 3 절 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 품질 특성 및 항산화 효과 측정10

- 1. 실험재료10
- 2. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 재료 배합비10
- 3. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 제조 방법12
- 4. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 에탄올 추출 시료액 조제14
- 5. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과14
 - 가. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 일반 성분 분석14
 - 나. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 pH 측정15
 - 다. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 밀도 측정15
 - 라. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 당도 측정15
 - 마. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 염도 측정16
 - 바. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 직경, 두께, 퍼짐성 측정.....16
 - 사. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 색도 측정17
 - 아. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 경도 측정17
 - 자. 청각 분말 쌀쿠키의 관능검사18

차. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량 측정	18
카. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 총 flavonoid 함량 측정	19
타. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 DPPH radical과 ABTS radical 소거능 측정	19
파. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 FRAP Value 측정	19
6. 통계처리	20

제3장 실험결과 및 고찰21

제1절 청각 분말의 이화학적 성분21

1. 청각과 쌀 분말의 수분 함량, pH, 당도 및 염도21
2. 청각과 쌀 분말의 색도23

제2절 청각 분말 에탄올 추출물의 항산화 효과24

1. 청각 분말 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량 및 총 flavonoid 함량24
2. 청각 분말 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능25
3. 청각 분말 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거능27

제3절 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과 ..29

1. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 일반성분 함량29
2. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 pH31

3. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 밀도	32
4. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 당도	33
5. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 염도	34
6. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 퍼짐성	35
7. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 색도	37
8. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 경도	40
9. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 관능평가	41
10. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량	45
11. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 총 flavonoid 함량	47
12. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능	49
13. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 ABTS radical 소거능	50
14. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 Frap value	51
15. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 항산화 성분 및 항산화 활성 간의 상관관계	52

제4장 요약 및 결론54

참 고 문 헌56

부록. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 관능평가지63

LIST OF TABLES

Table 1. Ingredients of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	11
Table 2. Moisture content, pH value and °Brix of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder and rice flour	22
Table 3. Hunter color properties(L, a, and b) of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder and rice flour	23
Table 4. Extraction yield, total polyphenol and total flavonoid contents of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder ethanol extracts	24
Table 5. DPPH radical scavenging activity of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder ethanol extracts	26
Table 6. ABTS radical scavenging activity of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) ethanol extracts	28
Table 7. Proximate composition of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	30
Table 8. pH value of rice cookies dough prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	31
Table 9. Density of rice cookies dough prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	32
Table 10. °Brix of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	33
Table 11. Salinity of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	34

Table 12. Spread factor of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	36
Table 13. Hunter color properties(L, a, and b) of doughs and rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	38
Table 14. Hardness of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	40
Table 15. Sensory evaluation (acceptability) of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	43
Table 16. Sensory evaluation (intensity) of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	44
Table 17. Total polyphenol contents of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	46
Table 18. Total flavonoid contents of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	48
Table 19. DPPH radical scavenging activity of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	49
Table 20. ABTS radical scavenging activity of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	50

Table 21. FRAP value of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder51

Table 22. Correlation coefficient between antioxidant contents and antioxidant activities from rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder53

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Preparation procedure for Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) rice cookies	13
Fig. 2. Color appearance of doughs and rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	39

ABSTRACT

Quality characteristics of rice cookies added with Cheunggak (*Codium fragile*) powder

by. Jo, Sungjang

Advisor : Prof. Lee, Jae-Joon, Ph.D.

Major in Nutrition Education,

Graduate School of Education, Chosun University

This study measured the physicochemical composition and antioxidant effects of Cheunggak(*Codium fragile*) in order to examine the availability of Cheunggak(*Codium fragile*) as functional foods. In addition, rice cookies with 1%, 3%, 5%, and 7% of Cheunggak(*Codium fragile*) powder were prepared. It was expected to determine the optimal mixing ratio and measure quality characteristics and also antioxidant effects and perform sensory tests.

Experiments confirmed that the total polyphenol content of Cheunggak(*Codium fragile*) powder was 1.39 ± 9.89 mg TAE/g and

the total flavonoid content was 10.09 ± 1.23 mg QE/g. As concentrations increased, the DPPH radical scavenging activity of Cheunggak(*Codium fragile*) powder extracts increased, showing $12.23 \pm 0.12\%$ at 500 $\mu\text{g/mL}$, $18.69 \pm 0.39\%$ at 1000 $\mu\text{g/mL}$, $22.37 \pm 2.56\%$ at 2000 $\mu\text{g/mL}$ and $56.23 \pm 2.21\%$ at 4000 $\mu\text{g/mL}$. The ABTS radical scavenging activity of Cheunggak(*Codium fragile*) powder extracts increased as concentration increased with $20.41 \pm 0.15\%$ at 500 $\mu\text{g/mL}$, $29.32 \pm 1.09\%$ at 1000 $\mu\text{g/mL}$, $46.03 \pm 1.64\%$ at 2000 $\mu\text{g/mL}$ and $70.29 \pm 1.98\%$ at 4000 $\mu\text{g/mL}$.

To diversify the application range of Cheunggak(*Codium fragile*), rice cookies with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% of Cheunggak(*Codium fragile*) powder were prepared. Measurements of Quality characteristics, antioxidant effects conducted. A sensory test was also performed. The density of rice cookie dough to which the Cheunggak(*Codium fragile*) powder was added showed no significance between the control group and the added group.

As the percentage of Cheunggak(*Codium fragile*) powder added increased, the moisture, sweetness, salinity, hardness and spread factor of rice cookies tended to increase. On the other hand, Hunter color properties(L,a and b) of doughs and cookies decreased as the amount of Cheunggak(*Codium fragile*) powder added increased. As the amount of Cheunggak(*Codium fragile*)

powder added increases, the total polyphenol content and total flavonoid content of Cheunggak(*Codium fragile*) powder rice cookies tended to increase and DPPH radical, ABTS radical scavenging activity and FRAP value also did.

As a result of the sensory test, the rice cookie group with 1% and 3% Cheunggak(*Codium fragile*) powder scored high in taste, texture, taste, and overall acceptability and the score increased as the amount of Cheunggak(*Codium fragile*) powder added increased.

Therefore, I think adding Cheunggak(*Codium fragile*) powder to rice cookies will be effective in increasing the antioxidant effect and receiving high preference specially with 1% to 3% of Cheunggak(*Codium fragile*) powder.

제1장 서론

심각해지는 환경 오염으로 인한 식량 고갈 문제에 대한 우려가 날로 커지고 있다. 그에 대한 대안으로 해조류가 친환경적인 미래의 식량으로 주목받고 있다. 해조류는 지구의 70%를 차지하는 바다에서 얻을 수 있으므로 농지 및 목축지의 고갈 및 무분별한 경작지 개발로 인한 산림의 훼손을 막을 수 있다. 그리하여 탄소 배출을 줄이는 동시에 광합성 활동으로 산소를 생성하므로 친환경적이고 지속 가능한 미래 식량 자원이라고 할 수 있다.

해조류는 바다에 서식하며 채소와 비슷하게 수분 함량이 높고 지방의 함량이 낮으며, 다양한 무기질, 식이섬유, 점질, 다당류를 함유하는 것으로 보고된다(Lee et al. 2011). 해조류 중 식용으로 많이 이용되는 것은 다시마와 미역을 포함하여 김, 파래, 툇, 매생이와 청각 등이 있다. 미네랄과 단백질을 풍부하게 함유하고 있는 것으로 알려져 견제품, 염장품 및 조미품 등으로 국내외에서 널리 이용되고 있다(Choi et al. 2020).

국내에서는 일부 남부지방에서 김장 김치의 배추의 속 재료로서 군내를 잡아주는 식재료로 쓰이는데 김치의 젓갈, 마늘, 생선 등의 강한 냄새를 중화시킨다. 또 수용성 추출물은 세균에 대한 강한 항생작용을 가지고 있어 김치의 군내를 잡아주고 아삭한 맛을 내고 김치의 신맛을 방지한다고 알려져 있다. 정약전의 '자산어보'에는 감축이 매끄럽고 빛깔은 검푸르고 맛은 담담하여 김치의 맛을 돋우는 해조로 소개되었고, '동의보감', '본초강목', '식성본초' 등의 고서에 청각에 대한 기록이 있는 것으로 보아 국내에서 예로부터 식용으로 이용됐음을 알 수 있다(Kim et al. 2006).

예전의 청각은 구충제로 쓰였으나 현대에 와서는 요오드, 비타민, 칼슘과 식이섬유 등의 기능성 물질을 함유하는 해조류로 연구되어 각종 성인병 문제에 대한 건강보조식품으로 이용되었다(Lee & Kim 2019). 특히, 항산화, 항균, 항암 그리고

면역기능이 있는 해조로서 가치가 증대되고 있다(Lee et al. 2021). 청각을 비롯한 미역, 다시마, 파래 등의 해조류는 무기질과 비타민의 함량이 높다고 알려져 있다. 청각은 장운동을 돕는 식물성 섬유질과 니아신이 풍부하고 다른 종류의 녹조류에 비해 단백질과 당질의 함량이 높다(Nagayama et al. 2002). 청각 추출물의 항균 활성 및 기능성 연구(Kim et al. 2018)에 의하면 청각 추출물의 아크릴산(acrylic acid)은 유해균을 억제하는 항균 작용을 하며, 베타카로틴 함량이 높고 항암 효과 및 면역기능에도 활성을 나타낸다. 최근에는 청각의 항산화 능이 밝혀져 청각 에탄올 추출물의 항산화에 관한 연구(Lee & Kim 2019), 김과 청각에서 추출한 당단백질의 Sarcoma-180의 항암 효과 및 면역 활성(Cho et al. 1990)에 대한 연구와 발효한 청각을 활용한 화장품 소재(Lee et al. 2019)에 대한 연구가 진행되어왔지만, 청각을 첨가한 식품 연구는 청각 첨가 막걸리의 항산화 효과 연구(Eun et al. 2019), 청각 첨가 두부의 품질 특성 및 항산화 활성(Choi 2020), 청각 첨가 밥의 항산화 활성(Choi et al. 2020) 그리고 청각 분말 첨가 식빵의 품질 특성 및 항산화 효과(Lee et al. 2021) 등의 연구가 이루어졌다.

한편 식생활의 서구화, 고령화에 의한 대사증후군, 비만 등의 질병의 발병률이 늘어나고 있다. 특히 서구화된 식생활, 1인 가구의 증가에 따른 간편식 선호 경향으로 인해 제과, 제빵, 면류와 같은 밀의 수요는 증가하고 있다. 반면에 쌀은 대부분 밥으로만 이용되고 있어 자연스럽게 쌀의 소비량은 감소하고 있다(Lee & Park 2020). 최근 글루텐 알레르기와 흡수 장애 등의 건강 문제가 소아, 청소년을 포함한 전 연령에서 나타나면서 밀가루 대체 식품에 대한 수요가 증가하고 있다(Hwang & Kim 2023). 그 중 쌀कु키는 수분 함량이 낮아 미생물에 의한 변패가 적어 저장성이 우수하다. 이에 스테비아(Kim et al. 2017), 미역 분말(Jung & Lee 2011), 햄프시드(Ryu & Jung 2018), 타피오카 전분(Lee et al. 2013), 메리골드(Lee & Park 2020), 자색 돼지감자 분말(Lee et al. 2022) 및 건자두(Na & Lee 2022) 분말 등의 기능성 식재료를 쌀로 만든 쿠키에 적용한 연구가 활발히 보고되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 친환경 미래 식량으로 그 이용 가치가 높아지고 있는 청각에 주목하여 단백질, 비타민, 무기질을 풍부하게 함유하고 항균, 항산화, 면역증진 효과(Kim et al. 2018)를 가지며 식이섬유를 함유하여 대사증후군 및 비만에 도움이 되는 유용한 식재료지만 김치의 속 재료로 사용되는 것을 제외하고는 다양한 방법으로 식용되지 않고 있어 청각의 식품으로서의 이용 가능성을 확장시킬 필요성이 있다고 판단하였다. 이에 기존의 생 청각과 비교하여 상대적으로 보관과 사용 및 저장이 쉬운 분말 형태의 청각을 쌀쿠키에 적용하여 품질 특성 및 항산화 효과를 알아보려고 하였다. 본 연구를 통해 우리나라에서 생산되는 청각의 식품 재료로의 활용 가능성 확장함과 동시에 쌀 가공식품 개발의 하나로 역할을 하여 쌀 소비량 증대에도 도움을 주려 하였다 이에 쌀가루에 대한 청각 분말의 비율을 1%, 3%, 5% 그리고 7%로 달리하여 쌀쿠키를 제조하고, 그 품질 특성과 항산화 활성을 살펴보았다.

제2장 실험재료 및 방법

제1절 청각 분말의 이화학적 성분 분석

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 청각(Codium fragile) 분말은 한국 완도산으로 분말의 형태로 판매되는 하나물산 제품(Wando, Korea)을 온라인으로 구입하여 사용하였다.

2. 청각 분말의 수분 함량 측정

청각 분말의 수분 함량 측정은 시료 1 g을 알루미늄 접시에 담아 무게를 칭량하고 125°C의 Drying oven (HB-502M, HANBAEK Co., Bucheon, Korea)에서 4시간 건조를 시킨 후 무게를 재고 감소한 무게를 수분으로 보고 수분 함량을 측정하였다. 이들 결과는 각각 3회 반복하여 평균값을 도출하였다.

3. 청각 분말의 pH 측정

청각 분말의 pH 측정은 Kim 등의 방법(Kim et al. 2013)을 참고하였다. 증류수 45 mL에 청각 분말 5g을 첨가하고 homogenizer(Bihon seiki, Ace, Osaka, Japan)에서 7,000 rpm으로 30초 동안 균질화시켜 여과지 (Whatman No. 2)에 여과하여 pH meter(Mteeler Delta 340, Mettler - tolede, Ltd, Cambridge, UK)를 이용해 측정했다.

4. 청각 분말의 당도 측정

청각 분말의 당도(°Brix)는 청각 분말 5 g을 증류수 45 mL에 넣고 homogenizer (Bihon seiki, Ace, Osaka, Japan)에서 7,000 rpm으로 30초 동안 균질화하고 여과지 (Whatman No. 2)에 여과하여 디지털 당도계(Digital Refractometer, HANNA, HI 96801, ROMANIA)를 사용하여 측정하였다. 그 후 이를 3회 반복하여 평균치를 도출하였다.

5. 청각 분말의 염도 측정

청각 분말의 염도는 청각 분말 5 g을 증류수 45 mL에 넣고 homogenizer (Bihon seiki, Ace, Osaka, Japan)에서 7,000 rpm으로 30초 동안 균질화하고 여과지 (Whatman No. 2)에 여과하여 염도계(DMT-20)를 이용하여 3회 반복하여 측정해 평균값을 얻었다.

6. 청각 분말의 색도 측정

청각 분말의 색도 측정을 위해 색차계를(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan) 이용하여 5회 반복하여 측정한 후 평균값을 도출하였다. 색도는 명도(L값, lightness), 적색도(a값, +redness / -greeness), 황색도(b값, +yellowness / -blueness)를 측정했다. 측정에 사용한 표준 백판의 L값은 89.39, a값은 0.13으로 그리고 b값은 -0.51로 각각 보정작업하여 측정하였다.

7. 통계처리

본 연구에서 실험을 통해 분석한 결과는 SPSS 29.0 P/C package(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용해 분석하였다. 측정은 3회 반복하여 평균값을 구하고 Duncan's multiple range test를 통해서 통계적 유의성을 검정하였다.

제2절 청각 분말 에탄올 추출물의 항산화 효과 측정

1. 청각 분말의 에탄올 추출

청각 분말은 100 g당 80% ethanol 1.5 L를 첨가하여 65°C의 Heating mantle에 환류 냉각관(reflux condenser)을 꽂아 고정하고 3시간 동안 추출을 총 3회 반복하여 추출한 후 추출액은 여과지(Whatman No. 2)를 이용해 여과했다. 여과액은 회전 진공 농축기(Rotary vacuum evaporator)를 사용하여 40°C로 설정된 항온 수조에 넣고 감압장치(aspirator)를 이용하여 공기를 빼내 압력을 낮추고 용매를 농축하여 용매를 제거하였다. 농축이 끝난 후 50 mL conical tube에 나누어 넣고 deep freezer에 보관하여 사용하였다.

2. 청각 분말 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량

청각 분말의 에탄올 추출물에서 총 polyphenol 함량은 Folin-Denis의 법(Folin & Denis 1912)에 기초하여 측정했다. 측정을 위해 Folin reagent는 DW(증류수)와 Folin-cio를 2:1의 비율로 하여 준비했고, 증류수 20 mL에 Na_2CO_3 2 g을 혼합하고 희석하여 10%의 Na_2CO_3 를 만들었다. 마지막으로 표준물질은 tannic acid를 사용하였다. 시험관에 0.2 mL의 청각 분말 에탄올 추출물과 Folin reagent 0.2 mL을 넣고 실온에서 약 3분간 반응하도록 했다. 그리고 10%의 Na_2CO_3 용액을 0.4 mL 첨가하여 혼합하고 40 분동안 암소에서 반응하도록 했다. 다음 과정으로 UV-spectrometer(UV-1601IPC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 760 nm에서 흡광도 측정을 하였다. 표준물질로는 tannic acid를 사용했고 농도가 0, 6.25, 12.5, 25, 50 그리고 100 ppm이 되도록 하여 검량곡선으로부터 총 polyphenol의 함량을 구하였다.

3. 청각 분말 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량 측정

청각 분말 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 Chae 등의 Davis법을 변형하여 응용한 방법(Chae et al. 2002)에 준하여 측정했다. 측정을 위한 시료로 diethylene glycol과 1N NaOH, 표준물질로는 quercetin hydrate를 사용하여 DMSO에 용해시켰다. 시료를 0.5 mL 정량하여 diethylene glycol을 0.5 mL를 첨가하고 1N NaOH은 10 μ L를 넣었다. 37°C의 항온 수조에서 60분 동안 반응하도록 했다. 마지막으로 UV-spectrometer(UV-1601IPC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 420 nm에서 흡광도 측정을 하였다. 표준물질은 quercetin hydrate를 이용했으며 최종 농도가 0, 6.25, 12.5, 25, 50 그리고 100 ppm이 되도록 하였다.

4. 청각 분말 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능 측정

청각 분말의 에탄올 추출물의 DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) radical 소거능은 Blois의 방법(Blois 1958)에 따라 측정하였다. 1.5 mL eppendorf tube에 청각 분말 에탄올 추출물을 0.1 mL, 0.2 mM DPPH용액을 0.9 mL 넣고 vortexing 하여 균질화시켰다. 시료 첨가하지 않은 군은 DPPH 용액 0.9 mL에 에탄올 0.1 mL을 넣고 반응시켰다. 그리고 Thermo-block(NB-305TB) 37°C에서 30분간 반응시키고 UV-spectrometer(UV-1601IPC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 595 nm에서 흡광도를 측정하였고 최종 농도가 125, 250, 500, 1000 ppm으로 조정하였다. 활성의 비교를 위한 대조구로 합성 항산화제인 BHA, BHT, ascorbic acid도 같은 조건으로 측정했다. DPPH radical의 소거능은 $(1 - \text{시료 첨가군}/\text{시료 무첨가군}) \times 100$ 계산식으로 구하여 백분율로 표시하였다.

5. 청각 분말 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거능 측정

청각 분말 에탄올 추출물의 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거능은 Re 등(Re et al. 1999)의 방법을 응용하여 측정하였다. 7 mM ABTS와 2.4 mM K-persulfate를 섞고 혼합비는 1:1로 하였다. 24시간 동안 암소에서 반응시킨 후에는 흡광도는 $0.7 \sim 1 \pm 0.02$ 로 methanol로 희석하였다. 시험관에 ABTS 0.9 mL에 시료 추출액 0.1mL을 첨가하고 vortexing하였다.

시료 무첨가군은 methanol을 0.1 mL와 ABTS는 0.9 mL를 넣고 반응시켜 주었다. 그리고 Thermo-block(NB-305TB) 37°C에서 30분 동안 반응시키고, UV-spectrophotometer (UV-1601IPC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 734 nm에서의 흡광도를 측정하였고, 최종 농도 125, 250, 500, 1000 ppm이 되도록 작성하였다. 또한, 활성의 비교를 위한 대조구로 합성 항산화제인 BHA, BHT, ascorbic acid도 동일한 조건으로 측정하였다. ABTS radical 소거능(%)은 $(1 - \text{시료 첨가군}/\text{시료 무첨가군}) \times 100$ 의 계산식으로 구하여 백분율로 표시하였다.

6. 통계처리

본 연구에서의 실험 결과는 SPSS 29.0 P/C package (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계를 분석하고 실험군 당 평균값은 \pm 표준오차로 표시했다. 3개 집단 이상의 평균값 분석은 일원 배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 하여 $p < 0.05$ 수준에서 통계적 유의를 검정하고 Duncan's multiple range test를 통해 상호 검정하였다.

제3절 청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과 측정

1. 실험재료

본 실험에서 쌀쿠키 제조 시 사용된 박력 쌀가루(Daedoo Foods, Gunsan, Korea)는 온라인에서 구매하였고, 백설탕(Samyang, Ulsan, Korea), 버터(Anchor, New Zealand), 달걀(Dorandoran, Gwangju, Korea), 소금(Beksul, Shinan, Korea), 베이킹파우더(Tureban, Goyang, Korea)는 시중에서 구매하였다. 청각(*Codium fragile*)은 하나물산 제품(Wando, Korea)으로 분말의 형태로 판매하는 것을 온라인에서 구매하여 사용하였다.

2. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 재료 배합비

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키 재료는 Table 1와 같이 배합비를 달리하였다. 박력 쌀가루에 대한 청각 분말의 비율을 다르게 설정하여 레시피를 확립하였다. 몇 번의 예비 실험을 통해 청각 분말과 박력 쌀가루의 비율을 최종적으로 설정하였다. 청각 분말을 첨가하지 않은 실험군을 대조군(Control)으로 두고, 박력 쌀가루에 대한 청각 분말의 비율을 1%, 3%, 5% 그리고 7%로 달리하여 제조한 실험군을 첨가군으로 두었다.

Table 1. Ingredients of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

(unit: g)

Ingredients(g)	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾				
	0% ¹⁾	1%	3%	5%	7%
Weak rice flour	300	297	291	285	279
Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	0	3	9	15	21
Butter	180	180	180	180	180
Sucrose	120	120	120	120	120
Salt	1	1	1	1	1
Egg	60	60	60	60	60
Baking powder	3	3	3	3	3

¹⁾0%: Rice cookies added with 0% Cheunggak (*Codium fragile*) powder.

1%: Rice cookies added with 1% Cheunggak (*Codium fragile*) powder.

3%: Rice cookies added with 3% Cheunggak (*Codium fragile*) powder.

5%: Rice cookies added with 5% Cheunggak (*Codium fragile*) powder.

7%: Rice cookies added with 7% Cheunggak (*Codium fragile*) powder.

3. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 제조 방법

청각 분말 첨가 쌀쿠키는 가장 보편적으로 사용되는 크림법(creaming method)을 이용하여 제조하였고(AACC 1983) 제조공정은 Fig. 1과 같다. 버터와 달걀은 미리 실온에 꺼내둔 후 사용하였다. 먼저 실온 보관으로 인해 부드러운 상태의 버터를 반죽기를 이용해서 충분히 섞어서 풀어주었다. 설탕은 중간에 두 번에 걸쳐 나누어 넣고 빠르게 휘핑했다. 그 후 달걀을 3회에 걸쳐 나누어 넣어 크림 상태가 되도록 주걱으로 섞어주었다. 혼합비율을 다르게 설정한 박력 쌀가루, 청각 분말 그리고 베이킹 파우더는 체로 쳐서 들어가며 주걱으로 충분히 섞어주었다. 완성된 반죽은 랩으로 싸우고 대조군과 청각 분말 함량에 따른 각 실험군의 반죽들이 서로 섞이지 않도록 표시해준 후에 냉장실에 넣어 1시간 동안 휴지시켰다. 냉장 휴지가 끝난 후에는 밀대로 5 mm의 두께로 밀어 지름 47 mm의 쿠키 틀로 찍어내고 철판에 팬닝하였다. 오븐(DUU-43, Daeheung, Seoul, Korea)은 윗불 170°C, 밑불 160°C로 설정하여 미리 10분간 예열하고 철판에 팬닝한 도우는 13분 동안 구워주었다. 구워진 쌀쿠키는 식힘망에 올려 1시간 동안 20±4°C 온도에서 냉각시키고 OPP(Oriented Poly Propylene)에 포장하고 하루가 지난 뒤 실험을 시행하였다.

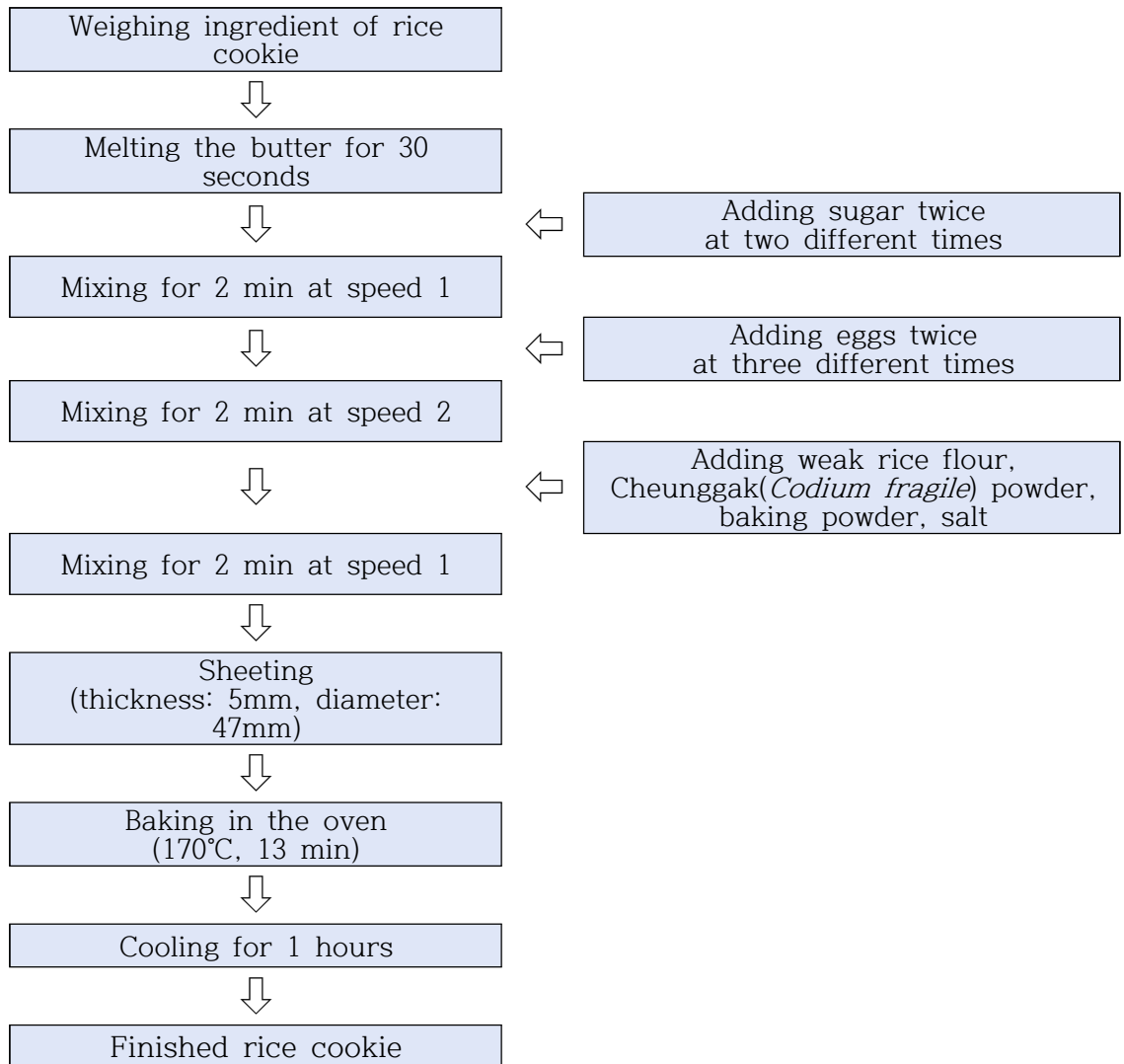


Fig. 1. Preparation procedure for Cheunggak (*Codium fragile*) rice cookies

4. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 에탄올 추출 시료액 조제

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키를 적당히 부쇄 100 g 당 80% ethanol 1.5 L를 첨가하고 먼저 65°C의 Heating mantle에 꽂고, 환류 냉각관(reflux condenser)을 꽂아 고정시켜 준 후 3시간 동안 추출을 총 3회 반복하고 난 후 추출액은 Whatman filter paper(No. 2)로 여과하였다. 그 후 회전 진공 농축기(Rotary vacuum evaporator)를 사용하여 40°C로 설정된 항온 수조에 여과액을 넣고 감압 장치(aspirator)로 공기를 빼내고 압력을 낮추어 용매를 농축하는 방식을 사용해 용매를 제거하였다. 농축이 끝난 후에는 50 mL cornical tube에 나눠넣어서 deep freezer에 보관하여 사용하였다.

5. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과 측정

가. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 일반 성분 분석

청각 분말을 첨가한 쿠키의 일반성분은 AOAC(Association of Official Analytical chemists 1984) 방법에 따라 분석하여 백분율로 나타냈다. 수분 함량은 상압건조법으로 2시간 넘게 105°C 온도에서 건조 후 정량했고, 조단백질의 경우 Kjeldahl 방법을 통하여, 조회분은 600°C에서 5시간 넘게 회화하는 직접회화 방법(F-4800, Barnstead, Boston, MA, USA)으로 측정하였고, 조지방 함량의 경우 Soxhlet 추출기구(Soxtec System HT 1043 Extraction Unit, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)를 이용하여 디에틸에테르로 추출 후 정량하여 측정하였다. 탄수화물의 함량은 시료 100 g 중 조지방, 조단백, 조회분과 수분 함량을 감하여 분석하였다.

나. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 pH 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키 도우의 pH 측정은 쌀쿠키 도우 5 g을 증류수 45 mL에 넣고 homogenizer(Bihon seiki, Ace, Osaka, Japan)로 7,000 rpm로 30초간 균질화시킨 후에 sonicator로 4시간 동안 처리하고 여과지(Whatman No. 2)에 여과하여 pHmeter(Mteeler Delta 340, Mettler-tolede, Ltd, Cambridge, UK)로 측정했다.

다. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 밀도 측정

청각 분말을 첨가 쌀쿠키 도우의 밀도는 Choi의 방법(Choi 2009)을 참고하여 측정하였다. 50 mL의 메스실린더에 먼저 증류수 40 mL를 부은 후에 청각 분말을 첨가한 쌀쿠키 도우 5 g을 넣고 증가하는 높이를 측정하였다. 이는 3회 반복 측정하여 평균값을 얻어 도우의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 표시하였다.

라. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 당도 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 당도 측정을 위해 10 mL의 증류수에 쌀쿠키 5 g을 부쇄 넣었다. Homogenizer(Bihon seiki, Ace, Osaka, Japan)로 7,000 rpm로 30초 동안 균질화시켜 여과지(Whatman No. 2)를 이용하여 여과하였고, 디지털 당도계(Digital Refractometer, HANNA, HI 96801, ROMANIA)를 이용하여 측정하고 °Brix로 표시하였다.

마. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 염도 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 염도를 측정하기 위해 10 mL의 증류수에 쌀쿠키 5g을 부쇄 넣고 homogenizer(Bihon seiki, Ace, Osaka, Japan)로 7,000 rpm로 30초 동안 균질화시켜 여과지(Whatman No. 2)을 이용하여 여과한 후 염도계(DMT-20)를 이용하여 측정하였다.

바. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 직경, 두께, 퍼짐성 측정

쿠키의 퍼짐성은 일반적으로 직경(Width:Diameter, cm)에 대한 두께(Thickness, cm)의 비로 나타낼 수 있으며, AACC method10-52(AACC 1995)에 기초하여 퍼짐성 지수를 산출하였다. 쌀쿠키의 직경은 먼저 청각 분말을 첨가한 쌀쿠키 5개를 수평으로 나란히 놓고 길이를 측정하였다. 쌀쿠키를 90° 회전하여 동일한 방법으로 길이를 측정하였다. 쌀쿠키 1개의 직경의 평균값을 산출하였다. 쌀쿠키의 두께는 수직으로 5개의 쌀쿠키를 쌓아 높이를 측정하였다. 순서를 바꿔 높이를 측정하고 쌀쿠키 한 개 두께의 평균값을 산출하였다. 쌀쿠키 한 개의 직경과 두께의 평균값은 총 3회 반복 측정하였고 평균값을 도출하였다.

$$\text{퍼짐성 지수} = \frac{\text{쌀쿠키 1개에 대한 평균 직경 (cm/개)}}{\text{쌀쿠키 1개에 대한 평균 두께 (cm/개)}}$$

사. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 색도 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 반죽과 구워진 쌀쿠키 표면의 색은 색차계를(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan) 이용해 측정하였고 5회 반복하여 측정하고 평균값을 산출하였다. 색도는 L값(lightness), a값(+redness/-greeness)과 b값(+yellowness/-blueness)을 측정하였다. 표준 백판의 L, a와 b값은 각각 89.39, 0.13과 -0.51로 각각 보정한 후에 실험을 시행하였다.

아. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 경도 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 경도를 측정하고자 2.5*2.5*0.5 cm의 크기로 쌀쿠키를 잘라 준비하였다. Rheometer(Compac-100, SunScientific Co., Tokyo Japan)를 이용하여 경도를 측정하였다. 조건은 load cell 20 kg, table speed 120 mm/min, probe는 직경 2 mm 어댑터 needle No. 4로 쿠키 표면으로부터 4 mm까지 침투하도록 했다. 쌀쿠키는 probe가 침투한 후에 깨지기 쉽고 복원력이 없으므로 one cycle로 쌀쿠키의 중심부가 부숩질 때 받는 최대의 힘을 이용하여 5회 반복 측정하였다.

자. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 관능검사

식품영양학전공 대학원생 남학생과 여학생 15명에게 관능적 기호도 및 특성 강도에 대해 평가하도록 하였고, 사전에 실험의 목적과 취지를 충분히 설명하였다(조선대학교 생명윤리위원회 생명윤리 심의 승인번호 : 2-1041055-AB-N-01-2023-52). 오븐에서 미리 설정한 시간과 온도에 따라 구워낸 쌀쿠키는 식힌 후 OPP(Oriented Poly Propylene)에 포장하여 준비하였다. 검사의 정확도를 높이기 위해 1개의 시료 평가 후에는 생수로 입안을 헹군 후에 다른 시료 평가를 이어가도록 하였다. 쌀쿠키의 관능적 기호도에 대한 평가항목은 쿠키의 외관(Appearance), 쿠키의 색깔(Color), 쿠키의 향(Flavor), 쿠키의 맛(Taste), 쿠키의 조직감(Texture)과 종합적인 기호도(Overall acceptability)에 대해 7점 기호척도법으로 평가하였고, 각각의 평가항목에 대하여 ‘대단히 좋음’을 7점, ‘보통’을 4점, ‘대단히 나쁨’을 1점으로 설정한 후 실시하였다. 특성 강도의 평가 항목은 청각의 냄새 정도(*Codium fragile* smell), 고소한 향(savory aroma), 균열 정도(Crack), 갈색 정도(browniness), 고소한 맛(roasted nutty), 단단한 정도(Hardness)에 대해 7점 기호척도법으로 평가하도록 하였다.

차. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량을 측정하기 위해 청각 분말 추출물의 총 polyphenol 함량을 측정했던 실험 방법(Folin & Denis 1912)과 같이 실행하였다.

카. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 총 flavonoid 함량 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량을 측정하기 위해 청각 분말 추출물의 항산화 효과의 총 flavonoid 함량을 측정했던 실험(Chae et al. 2002)과 같은 방법으로 실행하였다.

타. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능 측정은 청각 분말 추출물의 DPPH(Blois 1958) radical 소거능과 ABTS radical 소거능 측정 실험과 같은 방법으로 실행하였다.

파. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 FRAP 환원능 측정

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 FRAP value 측정을 위해 Benzie 등의 방법(Benzie & Strain 1996)을 사용하였다. 시약 A는 10 mM 2,4,6-tripyridyl-triasine(TPTZ) solution를 40 mM의 HCl로 용해시키고 시약 B로 20 mM FeCl solution를 사용하였다. 시약 C로는 0.3 M sodium acetate buffer에 Acetic acid를 조금씩 넣어가면서 pH를 3.6으로 맞추었다. 그 후 A : B : C를 1 : 1 : 10 비율로 섞어 Thermo-block(NB-305TB) 37°C에서 10분간 반응하도록 했다. 실험군은 시료 5 μ L에 완성된 working solution 145 μ L를 섞어 vortexing하였다. 색차 대조군은 sodium acetate buffer 용액 145 μ L를 넣었고, 표준군으로는 증류수 5 μ L를 넣고 vortexing 하여 15분 동안 암실에서 반응시켜 593 nm에서 흡광도 측정을 실시하였다.

6. 통계처리

본 실험에서 관능검사를 제외한 모든 실험의 측정 결과값은 SPSS 29.0 P/C package(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)로 통계적 분석을하고 평균±표준오차로 표시하였다. 평균치 분석은 세 집단 이상일 때 일원 배치 분산분석(one-way analysis of variance)하고, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 통계적 유의성 검정을 실시하였다.

제3장 실험결과 및 고찰

제1절 청각 분말의 이화학적 성분

1. 청각과 쌀 분말의 수분 함량, pH, 당도 및 염도

청각 분말과 쌀 분말의 수분 함량, pH, 당도와 염도를 측정한 결과 값은 Table 2 과 같다. 수분 함량은 청각 분말이 $7.08 \pm 0.06\%$, 쌀 분말이 $12.10 \pm 0.22\%$ 로 청각 분말이 쌀 분말보다 낮은 수분 함량을 나타냈다. 미역(Jung & Lee 2011) 분말이 5.88%, 다시마(Cho et al. 2006) 분말이 8.31%의 수분 함량을 나타낸 것과 비교하면 청각 분말의 수분 함량은 미역 분말보다는 높고 다시마 분말보다는 낮다고 볼 수 있다.

청각 분말과 쌀 분말의 pH는 각각 6.19 ± 0.03 와 7.07 ± 0.05 로 청각 분말이 쌀 분말보다 낮은 pH로 측정되었다. 청각 분말의 당도는 5.47 ± 0.07 , 염도는 1.73 ± 0.03 을 나타냈다. 쌀 분말의 당도와 염도는 측정되지 않았다. 당도는 $5.47 \pm 0.07^\circ\text{Brix}$ 을 나타내어 아로니아 분말 첨가 쌀쿠키 연구(Hwang & Kim 2023)에서의 아로니아 분말의 당도는 $5.82 \pm 0.13^\circ\text{Brix}$ 으로 비슷한 당도인 것으로 측정되었다.

Table 2. Moisture content, pH value, °Brix and salinity of Cheunggak (*Codium fragile*) powder and rice flour (%)

Items	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	Rice flour
Moisture content (%)	7.08±0.06 ¹⁾	12.10±0.22
pH	6.19±0.03	7.07±0.05
°Brix (sugar content)	5.47±0.07	non-detected
Salinity	1.73±0.03	non-detected

¹⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

2. 청각과 쌀 분말의 색도

청각과 쌀 분말의 색도를 측정하여 Table 3에 나타내었다. 청각 분말의 색도는 명도를 나타내는 L값은 52.29 ± 0.12 , 적색 정도를 나타내는 a값은 -3.19 ± 0.03 이며 황색 정도를 나타내는 b값은 18.98 ± 0.09 으로 측정되었다. 쌀 분말의 색도는 명도를 나타내는 L값은 88.42 ± 0.15 , 적색 정도를 나타내는 a값은 -1.19 ± 0.01 , 황색 정도를 나타내는 b값은 3.26 ± 0.05 으로 측정되었다.

Table 3. Hunter color properties(L, a, and b) of Cheunggak (*Codium fragile*) powder and rice flour

Color properties	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder	Rice flour
L*	$52.29 \pm 0.12^{1)}$	88.42 ± 0.15
a*	-3.19 ± 0.03	-1.19 ± 0.01
b*	18.98 ± 0.09	3.26 ± 0.05

¹⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

* L: lightness, a: redness, b: yellowness.

제2절 청각 분말 에탄올 추출물의 항산화 효과

1. 청각 분말 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량 및 총 flavonoid 함량

청각 분말의 에탄올 추출물에 대한 추출 수율, 총 polyphenol 함량 및 총 flavonoid 함량은 Table 4와 같다. 청각 분말 에탄올 추출물의 추출 수율은 48.43 ± 0.09 , 총 polyphenol의 함량은 141.39 ± 9.89 mg TAE/g, 총 flavonoid의 함량은 10.09 ± 1.23 mg QE/g으로 나타났다.

Table 4. Extraction yield, total polyphenol and total flavonoid contents of Cheunggak (*Codium fragile*) powder ethanol extracts

Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder ethanol extracts	
Extraction yield (%)	48.43 ± 0.09 ³⁾
Total polyphenol (mg TAE ¹⁾ /g)	141.39 ± 9.89
Total flavonoid (mg QE ²⁾ /g)	10.09 ± 1.23

¹⁾TAE: tannic acid equivalent.

²⁾QE: quercetin equivalent.

³⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

2. 청각 분말 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능

청각 분말의 에탄올 추출물에 대한 DPPH radical 소거능은 Table 5에 나타내었다. 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 $12.23\pm 0.12\%$, 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 $18.69\pm 0.39\%$, 2000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 $22.37\pm 2.56\%$, 4000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 $56.23\pm 2.21\%$ 의 DPPH radical 소거능을 보였다. 합성 항산화제인 ascorbic acid는 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 $92.52\pm 0.13\%$ 을 나타냈으며, 따라서 청각 분말 에탄올 추출물에 대한 DPPH radical 소거능은 ascorbic acid 소거능보다 낮은 것으로 나타났다. 청각 분말 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능의 IC_{50} 값은 3,985 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 이었다.

Table 5. DPPH radical scavenging activity of Cheunggak (*Codium fragile*) powder ethanol extracts

	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	DPPH radical scavenging activity (%)	IC ₅₀ ¹⁾
Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder ethanol extracts	4,000	56.23 \pm 2.21 ^{2)a3)}	3,985
	2,000	22.37 \pm 2.56 ^b	
	1,000	18.69 \pm 0.39 ^{cc4)}	
	500	12.23 \pm 0.12 ^d	
BHT	1,000	82.92 \pm 0.69 ^B	
BHA	1,000	84.71 \pm 0.94 ^B	
Ascorbic acid	1,000	92.52 \pm 0.13 ^A	

¹⁾IC₅₀: Concentration required to reduce 50% of DPPH free radical activity.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

^{3)a-b}Values with the different superscript within the same column are significantly different at $p < 0.05$.

^{4)A-D}Values with different letters in the same concentration are significantly different at *** $p < 0.05$.

3. 청각 분말 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거능

청각 분말의 에탄올 추출물에 대한 ABTS radical 소거능을 Table 6에 나타내었다. 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $20.41 \pm 0.15\%$, 1000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $29.32 \pm 1.09\%$, 2000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $46.03 \pm 1.64\%$, 4000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $70.29 \pm 1.98\%$ 의 ABTS radical 소거능을 보였다. 합성 항산화제인 ascorbic acid는 1000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $95.23 \pm 0.12\%$ 를 나타내 청각 분말 에탄올 추출물에 대한 ABTS radical 소거능은 ascorbic acid의 ABTS radical 소거능 보다 낮은 것으로 나타났다. 청각 분말 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거능의 IC_{50} 값은 2,932.23 $\mu\text{g/mL}$ 이었다.

Table 6. ABTS radical scavenging activity of Cheunggak (*Codium fragile*) ethanol extracts

	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	ABTS radical scavenging activity (%)	IC ₅₀ ¹⁾
Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder ethanol extracts	4,000	70.29 \pm 1.98 ^{2)a3)}	2,932.23
	2,000	46.03 \pm 1.64 ^b	
	1,000	29.32 \pm 1.09 ^{c3)}	
	500	20.41 \pm 0.15 ^d	
BHT	1,000	90.23 \pm 0.09 ^B	
BHA	1,000	91.33 \pm 1.02 ^B	
Ascorbic acid	1,000	95.23 \pm 0.12 ^A	

¹⁾IC₅₀: Concentration required to reduce 50% of ABTS free radical activity.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

^{3)a-b}Values with the different superscript within the same column are significantly different at p<0.05.

^{4)A-D}Values with different letters in the same concentration are significantly different at ***p<0.05.

제3절 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과

1. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 일반성분 함량

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 일반성분 함량을 분석한 값은 Table 7에 제시하였다. 수분 함량은 대조군에서 3.28 ± 0.08 , 1%에서 3.34 ± 0.08 , 3%에서 3.37 ± 0.03 , 5%에서 3.82 ± 0.02 , 7%에서 4.05 ± 0.02 를 나타내 청각 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 유의하게 증가하는 추이를 보였다. 이는 미역 분말을 첨가한 쿠키 연구(Jung & Lee 2011)에서와 마찬가지로 청각 분말의 첨가량이 증가할수록 식이섬유에 의한 반죽의 수분 흡수율 증가가 쿠키의 수분 흡수율 증가에도 양상에 영향을 미친 것으로 생각된다.

조단백과 조지방 함량은 대조군과 첨가군 사이에 유의한 차이가 없었다. 조회분의 함량은 대조군, 1%, 3%, 5%, 7%에서 각각 0.53 ± 0.01 , 0.76 ± 0.01 , 1.41 ± 0.03 , 1.88 ± 0.04 , 2.44 ± 0.01 로 청각 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 유의하게 증가하였다. 조섬유의 함량은 대조군, 1%, 3%, 5%, 7%에서 각각 6.67 ± 0.06 , 6.71 ± 0.02 , 6.79 ± 0.05 , 7.15 ± 0.03 , 7.57 ± 0.03 을 나타내어 청각 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 추이를 보였다. 탄수화물의 함량은 대조군, 1%, 3%, 5%, 7%에서 각각 55.79 ± 0.46 , 55.35 ± 0.37 , 54.17 ± 0.39 , 52.82 ± 0.25 , 51.25 ± 0.41 로 청각 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 감소하는 유의성을 보였다.

Table 7. Proximate composition of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak(*Codium fragile*) powder

Items	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Moisture	3.28±0.08 ^{2)c3)}	3.34±0.08 ^c	3.37±0.03 ^c	3.82±0.02 ^b	4.05±0.02 ^a	42.523 ^{***4)}
Crude protein	28.56±0.22	28.85±0.30	29.32±0.31	29.40±0.21	29.75±0.38	2.616
Crude lipid	5.16±0.35	4.99±0.05	4.94±0.05	4.93±0.04	4.94±0.01	0.362
Crude ash	0.53±0.01 ^e	0.76±0.01 ^d	1.41±0.03 ^c	1.88±0.04 ^b	2.44±0.01 ^a	1154.188 ^{***}
Crude fiber	6.67±0.06 ^c	6.71±0.02 ^c	6.79±0.05 ^c	7.15±0.03 ^b	7.57±0.03 ^a	75.880 ^{***}
Carbohydrate	55.79±0.46 ^a	55.35±0.37 ^b	54.17±0.39 ^c	52.82±0.25 ^{cd}	51.25±0.41 ^d	23.721 ^{***}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾*** p<0.001.

2. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 pH

청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 pH는 Table 8에 나타내었다. 대조군 반죽의 pH는 7.80 ± 0.57 이었으며, 1%, 3%, 5%와 7%의 첨가군은 각각 7.29 ± 0.10 , 7.12 ± 0.37 , 6.97 ± 0.26 , 6.36 ± 0.22 으로 청각 분말을 첨가 비율이 높아질수록 쿠키 도우의 pH가 낮게 측정되었다. 이는 쌀 분말보다 pH가 낮은 청각 분말의 성질 때문인 것으로 생각된다.

Table 8. pH value of rice cookies dough prepared with different levels of Cheunggak(*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
pH	$7.80 \pm 0.57^{2)a3)}$	7.29 ± 0.10^b	7.12 ± 0.37^c	6.97 ± 0.26^d	6.36 ± 0.22^e	72.326 ⁴⁾

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾***p<0.001.

3. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 밀도

반죽의 밀도는 쿠키의 품질 평가 지표에 있어서 중요한 요소 중의 하나로 쿠키의 팽창 정도를 나타내어 밀도가 낮으면 단단해지고 밀도가 높을수록 쉽게 부스러져 상품성이 떨어진다(Benzie & Strain 1996). 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 밀도는 Table 9과 같다. 대조군 반죽의 밀도는 1.19 ± 0.03 g/mL로 가장 높았고, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군은 각각 1.16 ± 0.03 , 1.13 ± 0.04 , 1.12 ± 0.06 , 1.08 ± 0.04 g/mL으로 청각 분말 첨가 비율이 증가할수록 밀도가 감소하는 추이를 보였으나 유의성은 없었다.

Table 9. Density of rice cookies dough prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Density (g/mL)	1.19 ± 0.03 ^{2)NS³⁾}	1.16 ± 0.03	1.13 ± 0.04	1.12 ± 0.06	1.08 ± 0.04	1.102

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

³⁾NS: not significant

4. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 당도

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 당도는 Table 10에 나타내었다. 대조군 쌀쿠키의 당도는 $10.59 \pm 0.15^\circ\text{Brix}$ 이며, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군은 각각 11.44 ± 0.03 , 11.61 ± 0.26 , 11.23 ± 0.19 , $11.73 \pm 0.18^\circ\text{Brix}$ 로 측정되었다. 쿠키의 당도는 청각 분말 첨가군이 대조군보다 유의한 차로 높게 나타났다.

Table 10. $^\circ\text{Brix}$ of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
$^\circ\text{Brix}$	$10.59 \pm 0.15^{2)b3)}$	11.44 ± 0.03^a	11.61 ± 0.26^a	11.23 ± 0.19^a	11.73 ± 0.18^a	$6.478^{**4)}$

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾** $p < 0.01$.

5. 청각 분말 첨가 쌀쿠키 도우의 염도

청각 분말을 첨가한 쿠키 도우의 염도 측정 결과는 Table 11과 같다. 대조군과 청각 분말 1% 첨가군에서는 0.01 ± 0.01 , 0.02 ± 0.01 , 3%, 5%, 7% 첨가군에서는 각각 0.12 ± 0.01 , 0.17 ± 0.02 , 0.22 ± 0.01 를 나타내어 청각 분말 첨가량이 증가할수록 염도도 증가하였다. 이는 청각이 함유하는 염분으로 인한 것으로 보이며, 이는 해조류를 첨가한 백설기의 연구(Jun et al. 2006)에서 백설기에 미역 분말을 첨가하였을 때 첨가량이 증가할수록 백설기의 염도가 증가하는 것과 유사한 양상이었다.

Table 11. Salinity of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Salinity	0.01 ± 0.01 ^{2)d3)}	0.02 ± 0.01 ^d	0.12 ± 0.01 ^c	0.17 ± 0.02 ^b	0.22 ± 0.01 ^a	92.043 ^{***4)}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾***p<0.001.

6. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 직경, 두께 및 퍼짐성

청각 분말을 첨가하여 제조한 쌀쿠키와 청각 분말을 첨가하지 않았던 쌀쿠키(대조군)의 직경, 두께 및 퍼짐성 지수는 Table 12와 같다. 쌀쿠키들의 직경은 대조군에서 52.48 ± 0.10 mm, 청각 분말 1%, 3%, 5%, 7%의 첨가군에서 각각 53.34 ± 0.1 , 53.42 ± 0.14 , 53.56 ± 0.17 , 54.62 ± 0.15 mm로 측정되었으며, 7% 첨가군이 가장 높았다. 쌀쿠키의 두께는 대조군이 10.78 ± 0.02 mm, 청각 분말 1%, 3%, 5%, 7% 순으로 각각 9.80 ± 0.02 , 9.86 ± 0.03 , 9.77 ± 0.02 , 9.50 ± 0.02 mm로 3% 첨가군을 제외하고 청각 분말의 첨가량에 따라 값이 감소하는 추이를 보였다. 쌀쿠키의 퍼짐성은 대조군이 4.87 ± 0.01 , 청각 분말 1%, 3%, 5%, 7% 순으로 각각 5.44 ± 0.01 , 5.42 ± 0.01 , 5.48 ± 0.03 , 5.75 ± 0.01 로 대조군보다 모두 높게 나타났으며, 청각 분말 첨가량 증가에 따라 퍼짐성도 유의한 차로 증가하였다.

일반적으로 쿠키의 직경과 퍼짐성이 클수록 바람직한 쿠키로 평가되고 있으며 쿠키 제조용 밀가루의 품질 지표로 사용된다. 쿠키의 퍼짐성은 일반적으로 오븐의 온도, 반죽의 배합 비율, 반죽의 수분 함량, 첨가되는 설탕의 함량 등 몇몇의 요건에 의해 영향을 받으며 굽기 전 반죽의 수분 함량이 높을수록 낮은 퍼짐성을 보인다(Cho et al. 2006). 앞선 연구들에서 쌀쿠키에 적용한 자색 돼지감자(Lee et al. 2022), 히비스커스(Lee & Chung 2018), 건자두(Na & Lee 2022) 등의 부재료의 특성에 따라 쌀쿠키의 수분 함량과 퍼짐성은 각기 다른 여러 가지 결과를 나타냈다. 구기자(Park et al. 2005)와 백련초(Jeon & Park 2006) 분말 첨가 쿠키에서도 첨가량이 증가할수록 퍼짐성이 증가되는 양상을 보였다. 이는 수분 함량이 감소함에 따른 퍼짐성 증가인 것으로 보고하고 있으나 본 연구에서는 청각 분말 첨가량의 증가에 따라 수분 함량은 증가하였으므로 앞선 연구와는 그 양상이 일치하지 않았다. 미역 분말을 첨가한 쌀쿠키 연구에서는 미역 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 수분 함량과 쿠키의 퍼짐성이 증가하여(Jung & Lee 2011) 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 이는 섬유소 함량이 높은 해조류의 특성으로 인한 것으로 생각된다.

Table 12. Spread factor of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

Items	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Widthness(mm)	52.48±0.10 ³⁾⁴⁾	53.34±0.1 ^b	53.42±0.14 ^b	53.56±0.17 ^b	54.62±0.15 ^a	31.162*** ⁵⁾
Thickness(mm)	10.78±0.02 ^a	9.80±0.02 ^b	9.86±0.03 ^{bc}	9.77±0.02 ^c	9.50±0.02 ^d	457.367***
Spread ratio(w/t) ²⁾	4.87±0.01 ^d	5.44±0.01 ^c	5.42±0.01 ^{bc}	5.48±0.03 ^b	5.75±0.01 ^a	379.276***

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾Spread ratio(w/t): Widthness(mm)/Thickness(mm).

³⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

⁴⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁵⁾***p<0.001.

7. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 색도

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 도우와 구워진 쌀쿠키의 색도 측정값은 Table 13과 Fig. 3에 나타내었다. 쿠키의 색깔은 카라멜 반응과 마이야르 반응으로 인해 영향을 받으며 고온에서 갈변하여 쿠키의 색도에 영향을 준다고 알려져 있다(Lee et al. 2007). 도우의 경우 명도를 나타내는 L값은 대조군이 74.81 ± 0.45 , 1%, 3%, 5%, 7% 순으로 각각 61.74 ± 0.34 , 55.57 ± 0.44 , 52.32 ± 0.64 , 47.25 ± 0.37 으로 대조군의 값이 가장 컸고, 청각 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 이는 청각 분말이 쌀가루보다 어두운 색을 띠고 있어 청각 분말 첨가량이 증가할수록 L값도 낮게 나타나는 것으로 추정된다. 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 5.22 ± 0.09 를 나타내었고, 1%, 3%, 5%, 7% 순으로 각각 0.69 ± 0.03 , -1.33 ± 0.08 , -1.92 ± 0.04 , -2.14 ± 0.05 로 청각 분말 첨가량이 증가할수록 a값이 감소하였다. 황색도를 나타내는 반축의 b값은 대조군이 34.30 ± 0.15 , 1%, 3%, 5%, 7% 순으로 각각 29.64 ± 0.16 , 26.01 ± 0.30 , 24.48 ± 0.25 , 22.40 ± 0.17 으로 대조군의 값이 가장 높았고, 청각 분말 첨가량이 증가함에 따라 b값도 점차 감소하였다.

청각 분말 첨가 쌀쿠키를 구운 후의 겉면(crust)의 색도는 L값이 대조군에서 78.91 ± 0.31 , 1%, 3%, 5%, 7%의 첨가군의 차례대로 각각 73.80 ± 0.69 , 65.90 ± 1.13 , 62.64 ± 0.05 , 60.20 ± 0.46 로 측정되었다. 결과적으로 대조군에서 가장 높았고, 청각 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. a값은 대조군이 2.20 ± 0.10 를 나타내었고, 1%, 3%, 5%, 7% 순으로 각각 -0.25 ± 0.09 , -2.93 ± 0.09 , -3.69 ± 0.09 , -4.32 ± 0.11 로 청각 분말 첨가량이 증가할수록 a값이 감소하였다. b값은 대조군이 33.17 ± 0.18 , 1%, 3%, 5%, 7%의 순으로 각각 29.87 ± 0.16 , 29.51 ± 0.14 , 29.30 ± 0.21 , 27.79 ± 0.14 으로 대조군의 값이 가장 컸고, 청각 분말 첨가량이 증가함에 따라 b값도 점차 감소하였다.

Table 13. Hunter color properties(L, a, and b) of doughs and rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

		Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
		Control	1%	3%	5%	7%	
Dough	L	74.81±0.45 ^{2)a3)}	66.74±0.34 ^b	55.57±0.44 ^c	52.32±0.64 ^d	47.25±0.37 ^e	593.277 ^{***4)}
	a	5.22±0.09 ^a	0.69±0.03 ^b	-1.33±0.08 ^c	-1.92±0.04 ^d	-2.14±0.05 ^e	2532.754 ^{***}
	b	34.30±0.15 ^a	29.64±0.16 ^b	26.01±0.30 ^c	24.48±0.25 ^d	22.40±0.17 ^e	485.635 ^{***}
Cookie	L	78.91±0.31 ^a	73.80±0.69 ^b	65.90±1.13 ^c	62.64±0.05 ^d	60.20±0.46 ^e	133.125 ^{***}
	a	2.20±0.10 ^a	-0.25±0.09 ^b	-2.93±0.09 ^c	-3.69±0.09 ^d	-4.32±0.11 ^e	807.757 ^{***}
	b	33.17±0.18 ^a	29.87±0.16 ^b	29.51±0.14 ^{bc}	29.30±0.21 ^c	27.79±0.14 ^d	135.951 ^{***}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾***p<0.001.

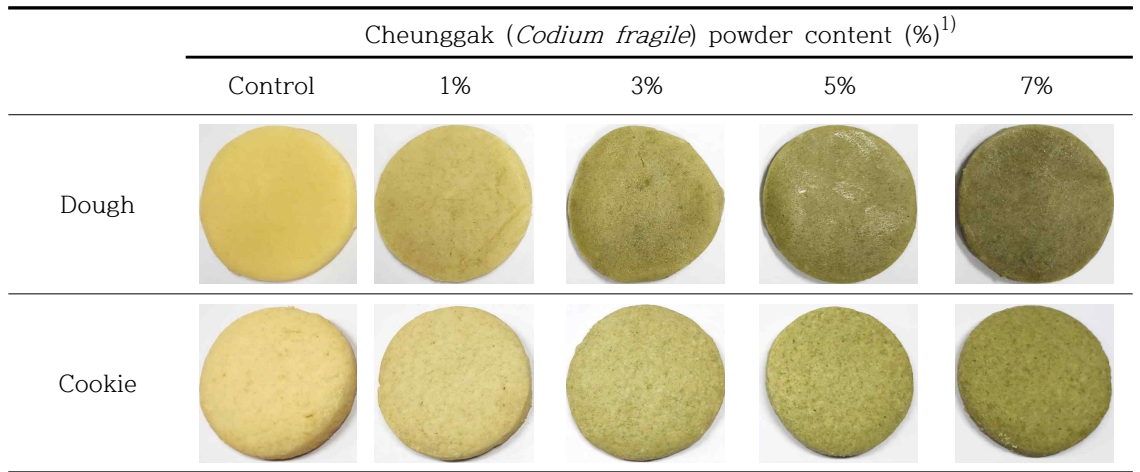


Fig. 2. Color appearance of doughs and rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder.

8. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 경도

청각 분말 첨가 쌀쿠키의 경도는 Table 14와 같다. 경도는 식품을 형태를 변화시키는 데 필요한 힘을 의미한다. 대조군 쌀쿠키의 경도는 883.62 ± 7.21 g/cm²이고, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군은 각각 864.44 ± 11.14 , 843.83 ± 19.17 , 661.03 ± 14.90 , 472.20 ± 35.95 g/cm²으로 청각 분말의 첨가량이 많아질수록 경도 값은 감소했다. 쿠키의 경도는 첨가되는 부재료의 수분 함량과 섬유소 함량 등에 영향을 받는다는 연구가 있다(Lee et al. 2011).

Table 14. Hardness of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Hardness (g/cm ²)	$883.62 \pm 7.21^{2)a3)}$	864.44 ± 11.14^b	843.83 ± 19.17^c	661.03 ± 14.90^d	472.20 ± 35.95^e	75.752 ^{***4)}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE (n=5).

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾***p<0.001.

9. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 관능평가

청각 분말을 첨가하여 제조한 쌀쿠키의 관능적 기호도 검사의 6가지 항목, 외관 (Appearance), 색깔(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 조직감(Texture), 전체기호도 (Overall acceptability)를 조사한 결과는 Table 15에 나타내었다. 청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 외관에 대한 기호도는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 5.00 ± 0.45 , 3.40 ± 0.51 , 3.40 ± 0.40 , 5.00 ± 0.45 , 5.20 ± 0.58 였고 7% 첨가군이 가장 높은 점수를 얻었다. 향에 관한 기호도는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.80 ± 0.37 , 3.60 ± 0.24 , 5.00 ± 0.32 , 4.20 ± 0.37 , 4.40 ± 0.60 으로 3% 첨가군에서 기호도가 가장 높았다. 색의 기호도는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 4.20 ± 0.73 , 4.00 ± 0.32 , 4.00 ± 0.32 , 5.60 ± 0.68 , 4.80 ± 0.49 였고 5% 첨가군에서 기호도가 가장 높았다. 맛의 기호도는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.00 ± 0.55 , 4.80 ± 0.37 , 4.80 ± 0.37 , 3.80 ± 0.66 , 3.20 ± 0.37 이었고, 1%와 3%에서 가장 높은 기호도를 나타냈다. 조직감에 대한 기호도는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.60 ± 0.68 , 4.40 ± 0.51 , 4.80 ± 0.66 , 3.80 ± 0.37 , 3.20 ± 0.37 이었고, 3% 첨가군에서 제일 높았다. 전체 기호도는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.80 ± 0.58 , 4.20 ± 0.37 , 4.80 ± 0.37 , 3.40 ± 0.51 , 3.00 ± 0.32 였고, 3% 첨가군에서 가장 높았고, 7% 첨가군에서 가장 낮았다.

특성강도 평가에서는 청각의 냄새 정도(*Codium fragile* smell), 고소한 향(savory aroma), 균열 정도(Crack), 갈색 정도(browniness), 고소한 맛(roasted nutty), 단단한 정도(Hardness)의 6가지 항목에 대한 관능평가 결과는 Table 16과 같았다. 청각의 냄새정도에 대한 평가는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 0.00, 2.40 ± 0.24 , 3.80 ± 0.20 , 4.80 ± 0.37 , 6.40 ± 0.40 이었고 청각 분말의 첨가량이 증가할수록 향도 더 강하게 난다고 평가되었다. 고소한 향에 대한 평가는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.40 ± 0.51 , 3.80 ± 0.37 , 4.00 ± 0.55 , 3.00 ± 0.45 , 3.40 ± 0.60 이었고 3% 첨가군에서 가장 높은 점수가 나타났고 이어서 1% 첨가군이 뒤를 이었

다. 균열 정도에 대한 점수는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.60 ± 0.60 , 4.00 ± 0.71 , 3.60 ± 0.51 , 2.80 ± 0.37 , 2.60 ± 0.68 이었고 7% 첨가군에서 가장 높았다. 갈색 정도에 대한 점수는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.00 ± 0.45 , 3.40 ± 0.40 , 5.20 ± 0.37 , 3.20 ± 0.37 , 3.00 ± 0.55 이었다. 고소한 맛에 대해서는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.80 ± 0.80 , 4.00 ± 0.32 , 4.40 ± 0.51 , 3.40 ± 0.40 , 3.00 ± 0.63 이었고 3% 첨가군에서 가장 높은 점수, 그리고 7% 첨가군에서 가장 낮은 점수를 보였다. 단단한 정도에서는 대조군, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.80 ± 0.37 , 6.00 ± 0.55 , 5.60 ± 0.75 , 4.00 ± 0.32 , 3.20 ± 0.58 이었다.

관능평가의 기호도와 특성강도 평가에서 청각 분말을 첨가한 쌀쿠키가 대조군보다 선호도가 높은 편이었으며, 1%와 3%의 첨가군에서 상대적으로 높은 기호도를 나타내었다. 이는 미역 분말을 첨가한 쌀쿠키(Jung & Lee 2011)와 클로레라 분말을 첨가한 쌀쿠키(Bang et al. 2013) 연구에서 각각 3%와 1%의 첨가군에서 종합적으로 높은 관능평가 점수를 받았던 것과 비슷한 양상이었다. 기호도 평가에서는 외관과 맛에서, 그리고 특성강도 평가에서는 청각의 냄새 정도, 갈색 정도, 단단한 정도의 부문에서 유의한 차이가 있었다.

청각 분말의 첨가량이 비교적 높은 수준인 5%와 7% 첨가군에서 쌀쿠키의 외관과 색에 대한 기호도가 높게 나타났으나, 맛과 향에 대한 기호도는 1%와 3% 첨가군에서 높에 나타난 것으로 미루어 보아 쌀쿠키에 적용한 청각 분말에 대한 선호도는 외관 및 향에서 존재하며 실제 기능성 쿠키를 제조하고자 할 때에는 향과 맛까지 고려하여 청각 분말을 1~3% 범위 안으로 첨가했을 때 상대적으로 높은 선호도를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

Table 15. Sensory evaluation (acceptability) of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

Items	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Appearance	5.00±0.45 ^{2)a3)}	3.40±0.51 ^b	3.40±0.40 ^b	5.00±0.45 ^a	5.20±0.58 ^a	3.621 ^{*4)}
Flavor	3.80±0.37	3.60±0.24	5.00±0.32	4.20±0.37	4.40±0.60	1.875
Color	4.20±0.73	4.00±0.32	4.00±0.32	5.60±0.68	4.80±0.49	1.639
Taste	3.00±0.55 ^b	4.80±0.37 ^a	4.80±0.37 ^a	3.80±0.66 ^{ab}	3.20±0.37 ^b	3.155 [*]
Texture	3.60±0.68	4.40±0.51	4.80±0.66	3.80±0.37	3.20±0.37	1.417
Overall acceptability	3.80±0.58	4.20±0.37	4.80±0.37	3.40±0.51	3.00±0.32	2.490

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of ricr flour.

²⁾All values are expressed as mean ± SE (n=5).

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different mong groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾p<0.05.

Table 16. sensory evaluation (intensity) of rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

Items	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Cheunggak flavor	0.00 ^{2)e3)}	2.40±0.24 ^d	3.80±0.20 ^c	4.80±0.37 ^b	6.40±0.40 ^a	73.900 ^{***4)}
Savory flavor	3.40±0.51	3.80±0.37	4.00±0.55	3.00±0.45	3.40±0.60	0.603
Crack	3.60±0.60	4.00±0.71	3.60±0.51	2.80±0.37	2.60±0.68	1.023
Brownies	3.00±0.45 ^b	3.40±0.40 ^b	5.20±0.37 ^a	3.20±0.37 ^b	3.00±0.55 ^b	4.617 ^{**}
Roasted nutty	3.80±0.80	4.00±0.32	4.40±0.51	3.40±0.40	3.00±0.63	0.936
Hardness	3.80±0.37 ^d	6.00±0.55 ^a	5.60±0.75 ^b	4.00±0.32 ^c	3.20±0.58 ^d	5.111 ^{**}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean ± SE (n=5).

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾**p<0.01. ***p<0.001

10. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량

청각 분말의 첨가비에 따른 쌀쿠키의 총 polyphenol의 함량을 측정한 결과값은 Table 17에 나타내었다. 청각 분말 쌀쿠키의 총 polyphenol의 함량은 대조군이 210.81 ± 4.71 mg TAE/g이고, 1%, 3%, 5%, 7%의 첨가군은 각각 219.76 ± 2.21 mg TAE/g, 225.88 ± 3.06 mg TAE/g, 232.61 ± 2.33 mg TAE/g, 240.29 ± 2.96 mg TAE/g로 나타났다. 첨가하는 청각 분말의 양이 많아질수록 총 polyphenol 함량이 유의하게 증가하는 경향성을 나타냈다. 페놀성 화합물은 강한 항산화 활성을 나타내므로 polyphenol 화합물이 풍부한 식품을 섭취하면 항암, 면역기능, 심혈관 질환 예방 등의 효과가 있는 것으로 보고되었다(Na & Lee 2022). 따라서, 쿠키에 총 polyphenol 함량이 높은 청각 분말을 첨가하면 기능성을 쿠키를 만드는 데 도움이 될 것이다.

Table 17. Total polyphenol contents of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Total polyphenol (mg TAE ²⁾ /g)	210.81±4.71 ^{3)d4)}	219.76±2.21 ^{cd}	225.88±3.06 ^{bc}	232.61±2.33 ^{ab}	240.29±2.96 ^a	12.774 ^{**5)}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾TAE: tannic acid equivalent.

³⁾All values are expressed as mean ± SE (n=3).

⁴⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁵⁾**p<0.01.

11. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 총 flavonoid 함량

쌀쿠키에 첨가하는 청각 분말의 비율에 따른 총 flavonoid 함량의 측정값은 Table 18과 같다. 청각 분말 쌀쿠키의 총 flavonoid의 함량은 대조군이 4.47 ± 0.27 mg QE/g이고, 1%, 3%, 5%, 7%의 첨가군에서 각각 6.38 ± 0.49 mg QE/g, 12.31 ± 0.70 mg QE/g, 18.51 ± 0.37 mg QE/g, 27.81 ± 1.26 mg QE/g로 나타났다. 첨가하는 청각 분말의 양이 증가할수록 총 flavonoid의 함량은 유의하게 증가하는 경향성을 보였다.

Flavonoid는 역학 조사와 여러 연구를 통해 건강에 유익하다는 가설들이 증명되었고, flavonoid를 함유하는 식품은 LDL 산화와 혈소판의 응고를 저해하므로 동맥경화와 혈전 형성을 억제한다고 보고되었다(Kim et al. 1996). Flavonoid의 주요 급원 식품은 채소, 과일, 그리고 음료 등이며(Kim et al. 1996), 해조류에도 플라보노이드(Flavonoid)와 같은 식물성 화학물질과 영양소가 풍부하다고 알려져 있다. 따라서 청각 분말에서도 함량이 높게 나온 것으로 생각된다. 따라서, 쿠키에 flavonoid 함량이 높은 청각 분말을 첨가하면 쿠키에 건강에 유익한 기능성을 부여할 수 있을 것이다.

Table 18. Total flavonoid contents of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
Total flavonoid (mg QE ²⁾ /g)	4.47±0.27 ^{3)d4)}	6.38±0.49 ^d	12.31±0.70 ^c	18.51±0.37 ^b	27.81±1.26 ^a	179.441 ^{***5)}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾QE: quercetin equivalent.

³⁾All values are expressed as mean ± SE (n=3).

⁴⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁵⁾***p<0.001.

12. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과는 Table 19에 나타내었다. DPPH radical 소거능을 측정한 결과 청각 분말을 첨가하지 않은 쌀쿠키 대조군은 $3.87 \pm 0.32\%$ 로 나타났고, 1%, 3%, 5%, 7% 첨가군에서는 각각 8.35 ± 0.62 , 11.48 ± 0.58 , 17.76 ± 1.08 , $24.33 \pm 0.70\%$ 로 청각 분말 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거능이 증가하는 유의성을 나타냈다. 이는 히비스커스 분말 (Lee & Chung 2018), 건자두 분말 (Na & Lee 2022)과 자색 돼지감자 분말 (Lee et al. 2022)을 첨가한 쌀쿠키도 첨가량이 증가함에 따라 DPPH radical의 소거능이 증가하는 경향을 나타내어 본 연구와 유사하였다.

Table 19. DPPH radical scavenging activity of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
DPPH radical scavenging activity (%)	$3.87 \pm 0.32^{2)e3)$	8.35 ± 0.62^d	11.48 ± 0.58^c	17.76 ± 1.08^b	24.33 ± 0.70^a	130.461 ^{***4)}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of rice flour.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE (n=3).

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾***p<0.001.

13. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 ABTS radical 소거능

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 ABTS radical 소거능의 측정 결과는 Table 20에 나타내었다. 대조군은 $8.31 \pm 0.46\%$ 의 ABTS radical 소거능을 나타냈고, 첨가군 1%, 3%, 5%, 7%의 첨가군은 각각 13.97 ± 0.85 , 24.97 ± 0.81 , 32.34 ± 1.28 , $39.96 \pm 1.98\%$ 의 ABTS radical 소거능을 나타내어 대조군에 비교하여 청각 분말 첨가량이 증가할수록 ABTS radical 소거능도 증가하였다. 따라서 쌀쿠키에 청각 분말을 첨가하면 항산화 능과 기능성 성분의 함량을 높일 수 있다고 생각된다.

Table 20. ABTS radical scavenging activity of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
ABTS radical scavenging activity (%)	$8.31 \pm 0.46^{2)e3}$	13.97 ± 0.85^d	24.97 ± 0.81^c	32.34 ± 1.28^b	39.96 ± 1.98^a	117.800 ^{***4)}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of flour.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE (n=3).

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾*** p<0.001.

14. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 FRAP value

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 FRAP 값의 측정 결과는 Table 21과 같다. FRAP 값은 대조군에서 10.30 ± 0.40 mM를 나타냈고, 1%, 3%, 5%, 7%의 첨가군에서는 각각 10.68 ± 0.32 , 16.36 ± 0.50 , 25.13 ± 0.95 , 28.55 ± 0.77 mM를 나타내었다. 특히 7% 첨가군에서 28.55 ± 0.77 mM으로 가장 큰 값을 나타냈고, 대조군에 비교하여 첨가하는 청각 분말의 양이 많아질수록 FRAP value값은 유의하게 증가하였다. 이와 같은 결과는 건자두 분말을 첨가한 쌀쿠키(Na & Lee 2022)와 아로니아 분말을 첨가한 쌀쿠키(Hwang & Kim 2023)도 첨가량이 증가함에 따라 환원능이 증가하여 보여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

Table 21. FRAP value of rice cookies extracts prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Cheunggak (<i>Codium fragile</i>) powder content (%) ¹⁾					F-value
	Control	1%	3%	5%	7%	
FRAP value (mM)	10.30 ± 0.40 ^{2)d3)}	10.68 ± 0.32 ^d	16.36 ± 0.50 ^c	25.13 ± 0.95 ^b	28.55 ± 0.77 ^a	173.267 ^{***4)}

¹⁾Cheunggak (*Codium fragile*) powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of flour.

²⁾All values are expressed as mean \pm SE (n=3).

³⁾Values with different superscripts in the row are significantly different among groups by Duncan's multiple range test.

⁴⁾***p<0.001.

15. 청각 분말 첨가 쌀쿠키의 항산화 성분 및 항산화 활성 간의 상관관계

청각 분말 쿠키의 총 flavonoid, 총 polyphenol 함량 그리고 DPPH free radical 과 ABTS free radical 소거능의 활성, FRAP value에 대한 상관관계를 분석한 결과는 Table 22와 같다. 청각 분말 쿠키의 항산화능 및 항산화 성분은 청각 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 그 값이 증가하였다. 이 결과는 항산화 성분의 함량이 항산화 능과 양의 상관관계에 있음을 의미한다.

본 연구 결과를 종합해보면, 청각 분말 쿠키의 총 flavonoid, 총 polyphenol 함량과 DPPH free radical 그리고 ABTS free radical 소거능, FRAP value가 모두 청각 분말 첨가량에 비례하여 증가하였고, 항산화 성분의 함량이 항산화능과 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 쿠키에 청각 분말을 첨가하면 기능성 성분의 함량과 항산화 능을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

Table 22. Correlation coefficient between antioxidant contents and antioxidant activities from rice cookies prepared with different levels of Cheunggak (*Codium fragile*) powder

	Total polyphenol content	Total flavonoid content	DPPH free radical scavenging activity	ABTS free radical scavenging activity	FRAP value
Total polyphenol content	1.000				
Total flavonoid content	0.877*** ²⁾	1.000			
DPPH free radical scavenging activity	0.906***	0.967**	1.000		
ABTS free radical scavenging activity	0.922***	0.953***	0.977***	1.000	
FRAP value	0.894***	0.963***	0.966***	0.969***	1.000

¹⁾Significant at $p < 0.05$ among groups by linear regression analysis and correlation coefficient comes between -1 and 1.

²⁾** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

제4장 요약 및 결론

본 연구는 기능성 식품으로서의 청각의 이용 가능성을 검토하고자 청각 분말을 이화학적 성분을 검사하고 항산화 효과를 측정하였다. 또한, 청각 분말을 각각 1%, 3%, 5%, 7% 첨가한 쌀쿠키를 제조하여 최적 배합비의 확립과 품질의 특성 및 항산화 효과를 측정하고 관능검사를 시행하였다.

청각과 쌀 분말 수분 함량은 각각 $7.08 \pm 0.06\%$ 와 $12.10 \pm 0.22\%$ 로 수분 함량은 청각 분말이 더 높았고, pH는 청각과 쌀 분말이 각각 6.19 ± 0.03 와 7.07 ± 0.05 로 청각 분말이 더 낮았다. 청각 분말의 당도와 염도는 각각 5.47 ± 0.07 와 1.73 ± 0.03 로 나타났다. 쌀 분말의 당도와 염도는 특정되지 않았다. 청각 분말의 색도는 L값이 52.29 ± 0.12 , a값이 -3.19 ± 0.03 , b값이 18.98 ± 0.09 였고, 쌀 분말은 L값이 88.42 ± 0.05 , a값이 -1.19 ± 0.01 , b값이 3.26 ± 0.05 였다.

청각 추출물의 총 polyphenol의 함량은 141.39 ± 9.89 mg TAE/g이었으며, 총 flavonoid의 함량은 10.09 ± 1.23 mg QE/g으로 측정되었다. 청각 추출물의 DPPH radical 소거능은 청각 추출물의 농도가 증가함에 따라 증가하여 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $12.23 \pm 0.12\%$, 1000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $18.69 \pm 0.39\%$, 2000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $22.37 \pm 2.56\%$, 4000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $56.23 \pm 2.21\%$ 을 나타냈다. 청각 추출물의 농도가 증가할수록 ABTS radical 소거능도 증가하여 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $20.41 \pm 0.15\%$, 1000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $29.32 \pm 1.09\%$, 2000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $46.03 \pm 1.64\%$, 4000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $70.29 \pm 1.98\%$ 을 나타냈다.

청각 분말을 첨가한 쿠키에서 청각 분말 첨가 비율이 높아질수록 수분 함량, 조지방, 조섬유의 함량이 유의한 차이를 보이며 증가했고, 탄수화물의 함량은 감소하였다. 청각 분말 첨가 쿠키의 pH와 당도는 대조군보다 청각 분말 첨가 비율이 높아질수록 유의하게 증가했으나, 밀도는 유의한 차이가 없었다. 쿠키의 염도와 당도는 청

각 첨가 비율을 높일수록 유의미하게 증가하였다. 청각 분말 첨가량의 증가에 따라 쌀쿠키의 직경은 증가하고, 두께는 감소하여 퍼짐성은 증가하는 경향을 보였다. 색도는 청각 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 도우와 쿠키 모두 L값, a값, b값이 유의하게 감소하는 경향을 보였다.

기호도와 특성강도에 대한 관능평가에서 청각 분말을 첨가한 쌀쿠키가 대조군보다 선호도가 높은 편이었으며, 1%와 3%의 첨가 군에서 상대적으로 높은 기호도를 나타내었다. 특히 청각 분말의 첨가량이 비교적 높은 수준인 5%와 7% 첨가 군에서 쌀쿠키의 외관과 색에 대한 기호도가 높게 나타났으나, 맛과 향에 대한 기호도는 1%와 3% 첨가 군에서 높게 나타났다. 따라서 청각 분말을 쌀쿠키에 적용하여 기능성 쿠키를 제조하고자 할 때는 향과 맛을 고려하여 청각 분말을 1~3% 범위 안으로 첨가했을 때 상대적으로 높은 선호도를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

청각 분말을 첨가한 쌀쿠키의 총 flavonoid, 총 polyphenol의 함량과 DPPH free radical, ABTS free radical 소거능 그리고 FRAP value는 모두 청각 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 증가하는 양상을 보였고, 항산화 성분의 함량이 항산화능과 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 쿠키에 청각 분말을 첨가하면 기능성 성분의 함량과 항산화 능을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. AACC(1983) Approved methods of the AACC. 8th ed., American of cereal chemists, St. Paul, MN, USA.
2. AACC(1995) Approved methods of the AACC. 9th ed, Method 10-52. American of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
3. Bang BH, Kim KP, Jeong EJ(2013) Quality characteristics of cookies that contain different amounts of chlorella powder. Korean Journal of Food Preservation, 20(6), 798-804.
4. Benzie IFF, Strain JJ(1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. Analytical Biochemistry 239(1), 70-76.
5. Blois MS(1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 29(9), 1199-1200.
6. Byeon YS, Ra HA, Kim HY(2017) Antioxidant activity and sensory characteristics of rice cookies containing dandelion complex powder. Korean journal of food science and technology, 49(2), 173-180.
7. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH(2002) Standard food analysis. Paju: Jigu-Moonwhasa. 381-382.

8. Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA(2006) Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. Journal of the Korean Society of Food Culture, 21(5), 541-549.
9. Cho KJ, Lee YS, Ryu BH(1990) Antitumor effect and immunology activity of seaweeds toward sarcoma - 180. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 23(5), 345-352.
10. Choi HY(2009) Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 38(10), 1414-1421.
11. Choi MC(2020) Quality and antioxidant activity of soybean curd supplemented with *codium fragile*. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53(6), 816-822.
12. Choi MK(2019) Analysis of seaweed consumption in Korean adults using the 2016 Korea national health and nutrition examination survey. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 48(5), 597-604.
13. Choi YJ, KIM SM, Lee SG, Kim HJ, Lim SB, Oh MC(2020) In vitro Antioxidant activity of cooked rice containing various seaweeds. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53(3), 388-394.

14. Eun BJ, Choi MS, Park SY(2019) Quality and antioxidant effects of the Korean traditional rice wine Makgeolli supplemented with *Codium fragile* during fermentation. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52(3), 224-231.
15. Folin O, Denis W(1912) On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color reagents. J Bio Chem 12(2): 239-249.
16. Hwang ES, Kim SY(2023) Effects of aronia powder on the quality characteristics and antioxidant activity of cookies. Korean Journal of Food Preservation, 30(4), 642-653.
17. Jeon ER, Park ID(2006) Effect of Angelica plant powder on the quality characteristics of batter cakes and cookies. Korean Journal of Food and Cookery Science, 22(1), 62-68.
18. Jeon HL, Oh HL, Kim CR, Hwang MH, Kim HD, Lee SW, Kim MR(2013) Antioxidant activities and quality characteristics of cookies supplemented with mulberry pomace. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 42(2), 234-243.
19. Jun NY, Kim SO, Han JS(2006). The quality characteristics of bacsulgi with sea mustard(*Undaria pinnatifida*) powder. Korean Journal of Food and Cookery Science, 22(5), 591-599.

20. Jung KJ, Lee SJ(2011) Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida* Suringer) powder. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 40(10), 1453-1459.
21. Kim DS, Shin JH, Joo NM(2017) Quality characteristics of rice cookies prepared with stevia rebaudiana leaf. Journal of the Korean Dietetic Association, 23(1), 14-26
22. Kim YH, Gi-Nam Kim, K.I. Ekpeghere, Koh SC(2011) Present and future of marine bioenergies. Journal of the Korean Society of Civil Engineers , 59(5), 63-70.
23. Kim MS, Kim KM, Han DH, Ko KW, Kim SY(2018) Antibacterial activity and other functions of *Codium fragile* and *Chaenomeles sinensis* extracts by extraction method. KSBB Journal, 33(2), 89-94.
24. Kim SJ, Kim DH, Baek SY, Kim MR(2020) Physicochemical properties and antioxidant activities of butter cookies added with *Enteromorpha prolifera*. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 49(7), 695-703.
25. Kim YS, Lee HS, Lee SD(1996) Antioxidative effects and dietary sources of flavonoids. Journal of Health Science & Medical Technology 22(1), 121-129.

26. Lee CW, Kim HA, Yoon HR, Jeon TY(2019). Establishment of seaweed fermentation process for cosmetic material research. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 20(9), 14-19.
27. Lee DH, Jeon EB, KIM JY, SONG MG, Kim YY, Park SY(2021) Quality characteristics and antioxidant effects of bread containing *Codium fragile* powder. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54(6), 890-895.
28. Lee EJ, Jin SY(2015) Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies added *Kalopanax pictus* leaf powder. Journal of the East Asian Society of Dietary Life, 25(4), 672-680.
29. Lee HJ, Pak HO, Jang JS, Kim SS, Han CK, Oh JB, Do WY(2011) Antioxidant activity and quality characteristics of american cookies prepared with Job's tears(*Coix lachrymajobi* L.) Chungkukjang powder and wheat bran powder. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 24(1), 85-93.
30. Lee JH, Kim BA(2019) A study on seaweed sea staghorn(*Codium fragile*) ethanol extract for antioxidant. Journal of the Convergence on Culture Technology, 5(4), 467-472.
31. Lee JJ, Park EK, Lee HJ(2022) Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies supplemented with purple Jerusalem artichoke powder. The Korean Journal of Community Living Science, 33(4), 607-622.

32. Lee JJ, Park YJ(2020) benefits of the addition of marigold(*Tagetes erecta L.*) powder on quality characteristics and antioxidant properties of rice cookies. The Korean Journal of Community Living Science, 31(4), 585-599.
33. Lee JK, Lim JK(2013) Effects of roasted soybean flour on textural properties of rice cookies. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 42(9), 1426-1432.
34. Lee JO, Chung HJ(2018) Quality characteristics and antioxidant properties of rice cookies amended with Hibiscus powder. Journal of the Korean Society of Food Culture, 33(5), 451-457.
35. Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Kwon OC(2007) Quality characteristics of cookies prepared with fresh and steamed garlic powders. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 36(8), 1048-1054.
36. Lee, JK, Oh SH, Lim JK(2013) Effects of Tapioca starches on quality characteristics of rice cookies. Korean Journal of Food and Cookery Science, 29(5), 469-478.
37. Na YS, Lee JJ(2022) Quality characteristics and antioxidant effects of rice cookies enriched with dried plum(*Prunus domestica L.*) powder. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 35(6), 499-512.

38. Nagayama K, Iwamura Y, Shibata T, Hirayama I and Nakamu T(2002) Bactericidal activity of phlorotannins from the brown alga *Ecklonia kurome*. Journal of Antimicrobial Chemotherapy 50(6), 889-893.
39. Park BH, Cho HS, Park SY(2005) A study on the antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lycii fructus* powder. Korean Journal of Food and Cookery Science, 21(1), 94-102.
40. Park YO, Choi JH, Choi JJ, Yim SH, Lee HC, Yoo MJ(2011) Physicochemical characteristics of Yanggaeng with pear juice and dried pear powder added. Korean Journal of Food Preservation, 18(5), 692-699.
41. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C(1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology Medicine 26(9-10), 1231-1237.
42. Ryu JH, Jung HJ(2018) Quality characteristics and antioxidant activity of rice cookies added with Hempseed powder. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 31(4), 478-484.

부록. 청각 쌀쿠키의 관능평가지

1. 기호도 검사

	1	2	3	4	5	6	7
외관 (Appearance)							
색 (Color)							
향 (Flavor)							
맛 (Taste)							
조직감 (Texture)							
전반적인 기호도 (Overall acceptability)							

2. 특성강도 평가

	1	2	3	4	5	6	7
청각 냄새 정도 (<i>Codium fragile</i> smell)							
고소한 향 (Savory flavor)							
균열 정도 (Crack)							
갈색 정도 (Browniness)							
고소한 맛 (Roasted nutty)							
단단한 정도 (Hardness)							