식품공학 학사학위논문

청각 분말을 첨가한 빵의 이화학적 및 관능적 특성에 관한 연구

국립목포대학교 공과대학

식품공학과

고 흔 주

김 유 빈

모 혜 미

지도교수: 김 정 목

2025년 2월

청각 분말을 첨가한 빵의 이화학적 및 관능적 특성에 관한 연구

이 논문을 식품공학 학사학위 논문으로 제출함

국립목포대학교 공과대학

식품공학과

고 흔 주

김 유 빈

모 혜 미

지도교수 김 정 목

상기자의 식품공학 학사학위 논문을 인준함

심사위원장 허재영

심사위원 김정목

2025년 2월

목 차

국문초록

제1장 서 론 ····· 1

제2장 재료 및 방법 ····· 4

1. 청각 분말 첨가 소금빵의 실험재료 ····· 4
2. 청각 분말 첨가 소금빵의 재료 배합비 ····· 4
3. 청각 분말 첨가 소금빵의 제조 방법 ····· 6
4. 청각 분말 첨가 소금빵의 에탄올 추출 시료액 조제 ····· 8
5. 청각 분말 첨가한 소금빵의 발효 팽창력 ····· 8
6. 청각 분말 첨가한 소금빵의 반죽 수율 ····· 8
7. 청각 분말 첨가한 소금빵의 굽기 손실률 ····· 9
8. 청각 분말 첨가한 소금빵의 색도 측정 ····· 9
9. 청각 분말 첨가한 소금빵의 경도 측정 ····· 9
10. 청각 분말 첨가한 소금빵의 관능검사 ····· 11
11. 청각 분말 첨가한 소금빵의 조단백질 함량 측정 ····· 11
12. 청각 분말 첨가한 소금빵의 총 식이섬유 함량 측정 ····· 11
13. 청각 분말 첨가한 소금빵의 미네랄 함량 측정 ····· 12
14. 청각 분말 첨가한 소금빵의 총 phenol 함량 측정 ····· 12
15. 청각 분말 첨가한 소금빵의 DPPH radical 소거능 측정 ····· 13
16. 통계처리 ····· 13

제3장 결과 및 고찰 ····· 14

1. 청각 분말 첨가한 소금빵의 품질 특성 ····· 14

1) 청각 분말 첨가한 소금빵의 발효 팽창력 ····· 14
2) 청각 분말 첨가한 소금빵의 반죽 수율 ····· 14
3) 청각 분말 첨가한 소금빵의 굽기 손실률 ····· 15
4) 청각 분말 첨가한 소금빵의 색도 측정 ····· 17
5) 청각 분말 첨가한 소금빵의 경도 측정 ····· 19
6) 청각 분말 첨가한 소금빵의 관능검사 ····· 21

2. 청각 분말 첨가한 소금빵의 영양성분 및 항산화 효과 ····· 23
1) 청각 분말 첨가한 소금빵의 조단백질 함량 측정 ····· 23
2) 청각 분말 첨가한 소금빵의 총 식이섬유 함량 측정 ····· 23
3) 청각 분말 첨가한 소금빵의 미네랄 함량 측정 ····· 23
4) 청각 분말 첨가한 소금빵의 총 phenol 함량 측정 ····· 25
5) 청각 분말 첨가한 소금빵의 DPPH radical 소거능 측정 ····· 27

제4장 결 론 ····· 29

참고문헌 ····· 30

청각 분말을 첨가한 빵의 이화학적 및 관능적 특성에 관한 연구

고 흔 주, 김 유 빈, 모 혜 미

국립목포대학교 공과대학 식품공학과

(지도교수 : 김 정 목)

(초록)

세계적으로 해조류의 영양학적 우수성과 환경친화적인 가치가 주목받기 시작하면서, 해조류에 대한 수요와 공급이 증가하고 있다. 국내에서는 현재 김, 미역 등 한정된 소수의 해조류만이 주목받고 있다. 청각(*Codium fragile*)은 식품학적 가치가 충분함에도 불구하고, 제품 개발 및 상용화가 부족하여 김치의 부재료(또는 반찬) 따위로만 국한되어 활용되고 있다. 청각은 식이섬유와 미네랄(Mg, Ca, Fe 등)이 풍부하고 항산화능과 면역활성 기능도 알려져 있다. 그러나 이와 같은 식품학적 가치를 입증하는 연구 사례들이 존재함에도 불구하고, 청각에 대한 개발 및 제품화는 현재까지도 현저히 미흡하다. 본 연구에서는 기존의 생 청각보다 보관과 사용이 용이하고, 장기간 저장이 가능한 청각 분말을 원료로 사용하여 '청각 소금빵'을 개발하고자 하였다. 본 연구는 현시대 인기 소비 트렌드인 '소금빵'을 접목시킨 '청각 소금빵'을 개발함으로써 청각의 이용 가능성과 활용도를 증대시키는 것을 최종 목표로 한다. 또한, 해당 제품의 품질 및 영양·기능성 평가를 통해 청각 활용 제품의 가치를 입증하고자 한다. 품질 평가 항목으로는 발효 팽창력, 굽기 손실률, 반죽 수율, 내외부 색도, 내외부 경도 측정 실험으로, 빵의 일반적 품질특성 및 대조군과의 품질특성 차이 정도를 분석하였다. 영양·기능성 평가 항목으로는 Mg, Ca 함량, 총 식이섬유, 조단백 함량, DPPH 라디칼 소거 활성능과 총 페놀분석법을 통한 항산화능 활성이 있다. 본 연구를 통해 전라남도 특화

양식 수산자원인 청각의 이용 가능성을 확대하고, 해조류 가공식품 개발에 기여함으로써 지역 해조류 산업의 활성화를 기대해 본다.

제1장 서 론

현대 사회의 급격한 변화는 식생활 패턴에도 큰 영향을 미치고 있다. 특히 바쁜 일상과 간편한 식사를 선호하는 트렌드가 맞물리면서 아침을 대체할 수 있는 간편한 음식, 간식 혹은 디저트로 활용되는 빵의 소비는 이제 단순한 편의성 이상의 의미를 지니게 되었다. 이러한 변화는 1인 가구와 맞벌이 가정의 증가, 외식 문화의 확산과 더불어 전통적인 빵, 식이섬유를 배합하여 건강면을 추구하는 빵 등이 출시되고 있다(1). 제과제빵 산업은 최근 몇 년간 급격한 성장을 보이며 국내외 시장에서 높은 매출을 기록하고 있으며, 베이커리 프랜차이즈뿐만 아니라 소규모 개인 베이커리도 다양한 제품으로 소비자들의 요구를 충족시키고 있다. 최근 5년간 빵류 수입액은 2013년 1,911만 달러에서 2017년 5,580만 달러로 192.1% 증가하였으며, 같은 기간 수입량은 3,244톤에서 1만 1,278톤으로 247.7% 증가하여 제과제빵의 성장세를 나타내고 있다(2). 또한 베이커리가 세분화되고 전문화되어가고 있다. 신선도가 높고 이색적인 재료 등을 활용하여 개성있는 맛을 내는 빵에 대한 수요가 커지면서 비프랜차이즈 베이커리 전문점이 다시 주목받기 시작했고 향후 국내 빵 소비는 당분간 지속적으로 증가할 것으로 보이며 영업 여건 역시 비교적 양호할 것으로 전망되고 있다(3). 이처럼 제과제빵 산업은 소비 트렌드의 변화와 함께 지속적인 성장을 이어가고 있다. 따라서 소비자들의 다양한 요구를 반영한 제품 개발과 품질 향상이 업계의 중요한 과제로 대두되고 있다.

우리나라는 중국, 필리핀, 일본에 이어 세계 4위의 해조류 생산국으로 생산량은 2017년 기준 175만 톤이다(4). 우리나라에서 생산되는 해조류 중 김, 미역, 다시마, 톳 등이 식용으로 많이 이용되며, 건제품, 염장품, 조미품 등의 형태로 가공되고 있다(5,6). 그중 청각(*Codium fragile*)은 녹조식물 청각과에 속하는 해조류로 우리나라와 중국, 일본은 물론 필리핀과 하와이, 아프리카 등지에서 식용으로 널리 사용되고 있으며(7-10), 오래전부터 민간요법의 구충제로 이용되거나(7-11), 비뇨기 질환 및 수종 치료에 이용되어 왔다(12). 정약전의 '자산어보'에서는 김치 맛을 돋우는 해조로 소개되어 있으며, 본초강목, 동의보감, 식성본초,

식료본초 등의 고서에 기술되어 있는 것을 미루어보아 오래전부터 청각을 식용으로 이용해왔음을 알 수 있다. 또한 청각의 추출물에는 항 미생물 작용이 있는 acrylic acid, 항응고 활성물질 등이 함유되어 있을 뿐 아니라 항암 및 항 돌연변이 효과와 면역 활성 등이 있는 것으로 밝혀져 약학, 생화학, 의학 분야에도 응용될 수 있는 유용 해조류이다(13-20). 2017년 기준 국내 청각 생산량은 총 4,150 톤이며 이 중 천해 양식업을 통한 생산량이 3,980 톤으로 전체 생산량의 95.9%, 생산 금액으로는 전체의 92.4%를 차지하고 있다. 이중 전라남도는 전체 생산량의 97.3%(4,037 톤)를 차지하여 전국 최대의 생산지이다(4). 특히 전라남도는 청각을 비롯한 해조류의 주요 생산지로, 풍부한 해양 자원을 바탕으로 다양한 해조류 산업이 발전하고 있다. 하지만 현재 청각의 활용은 주로 김치의 부재료나 전통 요리에 한정되어 있으며, 그 수요가 한정적이라는 문제점이 있다. 이러한 상황에서 전남산 청각의 새로운 소비처를 발굴하고, 청각의 가치를 더욱 확대할 수 있는 방안이 필요한 시점이다.

청각은 항산화, 항암, 면역 강화 등 다양한 건강 효능이 여러 연구를 통해 입증되었으며, 이를 기반으로 식품 산업에서의 활용 가능성이 높아지고 있으며 건강 기능성 측면에서의 연구는 최근에 들어서야 본격적으로 이루어지기 시작했다. Lee 등(2019)에 따르면 청각의 에탄올 추출물이 항산화 능력을 나타낸다고 보고하였다(21). Choi 등(2020)에 따르면 연구는 청각을 첨가한 두부의 품질 특성 및 항산화 활성을 분석하였으며, 청각이 첨가된 두부가 기존의 두부와 비교했을 때 더 우수한 품질과 건강 기능성을 지니고 있음을 보고하였다(22). Cho 등(1990)에 따르면 연구에서는 청각에서 추출한 당단백질이 Sarcoma-180 세포에 대한 항암 효과를 발휘함과 동시에 면역 시스템을 활성화하는 기능을 확인하여 현대인들의 건강 유지 및 질병 예방에 긍정적인 영향을 미칠 수 있고 청각이 암 예방 및 면역력 강화에도 기여할 수 있는 중요한 식품 소재임을 보고하였다(17). Lee 등(2021)에 따르면 연구는 청각 분말을 첨가한 식빵이 항산화 효과와 함께 품질 특성에서 긍정적인 변화를 보였고, 연구 결과에 따르면 청각을 첨가한 식빵은 일반 식빵에 비해 항산화 활성이 높아졌으며 청각이 첨가된 식빵은 영양 측면에서뿐만 아니라 식감과 풍미에서도 개선된 특성을 보여준다고 보고하였다(23). 이처럼 청각은 그 자체로도 우수한 건강 기능성을 지닌 해조류일 뿐만 아

니라, 다양한 식품에 적용할 수 있는 높은 활용 가치를 지니고 있다.

따라서, 본 연구에서는 기후변화와 식량안보를 해결하는 지속 가능한 미래 먹거리인 청각에 주목하여 식이섬유, 비타민 미네랄 등 영양소가 풍부하고 항산화, 항염증, 항암 등의 다양한 생리 활성 기능을 가진 고부가가치 식품 소재이지만 김치의 부재료나 전통 음식에 한정되어 있는 것을 제외하고는 다양한 방법으로 식용되지 않아 청각을 식품으로서의 이용 가능성과 산업적 활용 가능성을 높이는데 필요성이 있다고 판단하였다. 이에 청각을 소금빵에 접목시켜 이화학적 및 관능적 특성을 알아보고자 하였다. 본 연구를 통해 우리나라에서 생산되는 청각의 식품 재료로의 활용 가능성 확장함과 동시에 하나의 전남지역 대표 상품으로 자리매김하여 청각을 널리 알리고자 하였으며 동시에 청각의 소비량 증가에 따른 전남 어촌의 소득을 증대하고자 하였다. 또한, 청각을 활용한 새로운 식품 소재 개발로 한국 해조류 시장의 다양성을 넓히고 해초 고부가가치 산업 발전에 이바지하고자 하였으며 전남 특화된 양식 수산자원인 청각과 최근 급격한 소비 증가를 나타내고 있는 소금빵에 접목해서 소비자들의 건강 만족도를 충족하고자 하였다. 이에 밀가루에 대한 청각 분말의 비율을 0%, 3%, 5% 그리고 7%로 달리하여 소금빵을 제조하고, 그 이화학적 특성과 관능적 특성을 살펴보았다.

제2장 재료 및 방법

1. 청각 분말 첨가 소금빵의 실험 재료

본 실험에 청각 분말을 첨가한 소금빵 제조 시 강력분(GomPyo Bread Flour; Daehan Flour Mills Co., Ltd., Seoul, Korea), 박력분(GomPyo Pastry Flour; Daehan Flour Mills Co., Ltd., Seoul, Korea), 설탕(Baeksul White Sugar; CJ CheilJedang Corp., Seoul, Korea), 소금(Guérande Fleur de Sel; Le Guérandais, Guérande, France),굵은 소금(CheongSolSalt Co., Ltd., Seoul, Korea), 탈지분유(Seoul Skimmed Milk Powder; Seoul Dairy Cooperative, Seoul, Korea), 이스트(Saf Instant Yeast; Lesaffre, Marcq-en-Barœul, France), 버터(Elle & Vire Gourmet Butter; Savencia Fromage & Dairy, Laval, France)를 사용하였고 청각(*Codium fragile*)은 바다세상 제품(Wando, Korea)으로 분말 형태로 온라인 구매하여 사용하였다.

2. 청각 분말 첨가 소금빵의 재료 배합비

청각 분말을 첨가한 소금빵의 제조를 위한 재료 및 배합률은 Table 1과 같다. 몇 번의 예비 실험을 통해 박력분, 강력분 밀가루에 대한 청각 분말을 다르게 설정하여 레시피를 보완했다. 청각 분말을 첨가하지 않은 실험군을 대조군(Control)으로 두고, 청각 분말을 3%, 5%, 7%를 첨가군으로 두었다.

Table 1. Formulas for salt bread added with *Codium fragile* powder

	Control		C.F 3%[1)]		C.F 5%		C.F 7%	
Ingredient	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Bread Flour	200	41	196	40	194	40	191	39
Cake Flour	50	10	46.5	9	43.5	8	41.5	8
Codium fragile	0	0	7.5	2	12.5	3	17.5	4
Sugar	15	3	15	3	15	3	15	3
Salt	5	1	5	1	5	1	5	1
Skimmed Milk Powder	15	3	15	3	15	3	15	3
Butter	30	6	30	6	30	6	30	6
Compound Butter	10	2	10	2	10	2	10	2
Yeast	3	1	3	1	3	1	3	1
Water	160	33	160	33	160	33	160	33
Total	488	100	488	100	488	100	488	100

[1)] C.F: *Codium fragile* Percentage means the weight % of total flour

3. 청각 분말 첨가 소금빵의 제조 방법

청각 소금빵 제조과정은 Fig. 1과 같다. 청각 소금빵을 제조하기 위해 먼저 대조군인 소금빵 같은 경우 강력분 200 g, 박력분 50 g, 설탕 15 g, 소금 5 g, 탈지분유 15 g을 보울에 넣고 섞어주었다. 청각 첨가군의 경우 청각 분말을 3%, 5%, 7%를 첨가하여 반죽기 (NVM-SN12, Deayung, Seoul, Korea)에 넣고, 이스트 3g과 물 160 mL를 섞어 믹서기 안에 나누어가며 넣어준다. 반죽이 뭉쳐졌을 때 버터 30 g을 넣고 글루텐이 형성될 때까지 반죽을 믹싱해준다. 반죽을 발효통에 넣고 30°C 발효기 (EP-20, Deayung, seoul, Korea)에서 60분간 1차 발효를 한다. 반죽의 가운데 부분을 손가락으로 눌러봤을 때 깊게 들어갈 정도로 발효되었다면 70 g으로 분할하여 둥글리기를 하고 10분 동안 실온에서 중간 발효시킨다. 밀대로 물방울 형태로 만든 다음 충전 버터 10 g을 넣어 버터롤을 만들고 30°C 발효실에서 90분 2차 발효를 한다. 발효가 끝난 후 오븐 (DH02-33, Deahung Softmill, Seoul, korea) 윗불 210°C, 아랫불 200°C에서 13분 구운 다음 빵을 방랭하여 실험에 사용하였다.

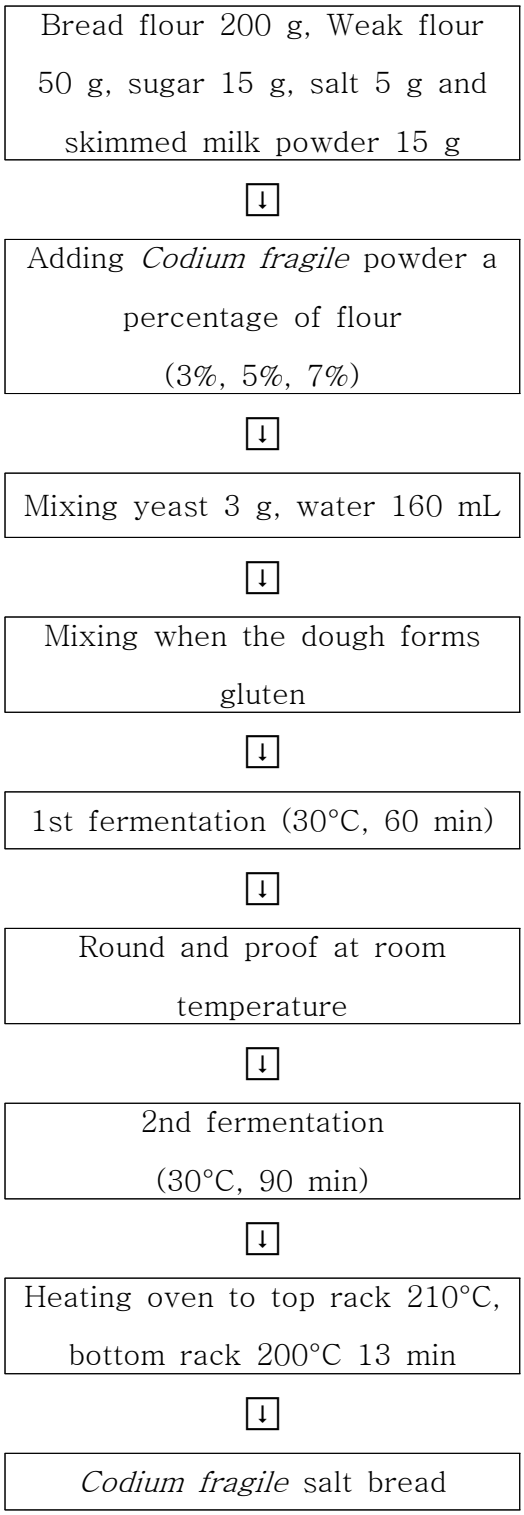


Fig. 1 The preparation procedure of the salt bread containing *Codium fragile* powder

4. 청각 분말 첨가 소금빵의 에탄올 추출 시료액 조제

동결건조된 청각 소금빵 5 g에 70% 에탄올을 가하여 10배 희석한 혼합액을 24시간 추출하였다. 각각의 추출물은 여과지 (whataman No. 2)로 여과하고, 이 추출물을 40℃에서 농축기 (rotary evaporator)로 감압 농축하여 용매를 제거한 후 동결건조(freeze dryer) 하여 측정 시료로 사용하였다.

5. 청각 분말 첨가 소금빵의 발효팽창력

청각 분말을 첨가한 반죽 혼합을 완료한 반죽 20 g을 취한 후 100 mL의 메스실린더에 넣은 다음 표면을 평평하게 만든 후 발효 팽창력을 측정하였다. 발효 팽창력은 2차 발효실(온도 25℃, 상대습도 75%) 총 90분 직후 다음과 같은 계산식으로 계산하였다.

$$\text{발효팽창력}(\%) = \frac{\text{발효후부피}(\text{mL}) - \text{발효전부피}(\text{mL})}{\text{발효전부피}(\text{mL})} \times 100$$

6. 청각 분말 첨가 소금빵의 반죽수율

청각 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 소금빵 반죽의 수율(%)은 다음의 식으로 3회 반복하여 평균값으로 계산하여 나타내었다.

$$\text{반죽수율}(\%) = \frac{\text{반죽의중량}(\text{mL})}{\text{완제품의중량}(\text{g})} \times 100$$

7. 청각 분말 첨가 소금빵의 굽기 손실률

청각 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 소금빵의 굽기 손실률(%)은 굽기 전에 반죽의 중량을 측정하고 구운 후, 1시간이 지난 다음 완제품의 중량을 측정하였다. 그 차이를 반죽의 중량으로 나눈 값으로 3회 반복 측정하고 평균값과 표준편차를 사용하여 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{굽기 손실률}(\%) = \frac{\text{반죽의 중량}(g) - \text{완제품의 중량}(g)}{\text{반죽의 중량}(g)} \times 100$$

8. 청각 분말 첨가 소금빵의 색도 측정

청각 분말을 첨가한 소금빵의 속면(crum)과 겉면(Crust)의 색은 색차계(CR-400 Chroma meter, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)를 이용해 측정하였고 3회 반복하여 측정하고 평균값을 산출하였다. 색도는 L값(lightness), a값(+redness/-greeness), b값(+yellowness/-blueness)과 $\triangle E$값[$\sqrt{(\triangle L^2 + \triangle a^2 + \triangle b^2)}$]을 측정하였다.

9. 청각 분말 첨가 소금빵의 경도 측정

청각 분말을 첨가한 소금빵의 경도를 측정하고자 3×3×3 cm의 크기로 소금빵을 잘라 준비하였다. Rheomether (Compac-100Ⅱ)를 이용하여 경도를 측정하였다. 조건은 load cell 5 kg, table speed 60 mm/min, 어댑터 needle No. 1로 소금빵 표면으로부터 5 mm까지 침투하도록 했다. 소금빵 겉면, 속면 받는 최대의 힘을 이용하여 3회 반복 측정하였다.

Table 2. Measurement conditions using a Rheometer

	Condition
Table speed	60 mm/min
Critical Diameter	30 mm
Load Cell	2 Kg
Sample Height	30 mm

10. 청각 분말 첨가 소금빵의 관능검사

국립목포대학교 식품공학과 학생 40명을 대상으로 청각 소금빵의 색(Color), 풍미(Flavor), 맛(Taste), 외관(Appearance), 조직감(Texture), 선호도(Overall perference)를 최고 5점, 최저 1점으로 하는 5점 척도 법에 준하여 매우 불만족(1점), 불만족(2점), 보통(3점), 만족(4점), 매우 만족(5점)으로 하여 검사하였다.

11. 청각 분말 첨가 소금빵의 조단백질 함량 측정

청각 분말을 첨가한 소금빵의 조단백질 함량 측정은 식품공전(24)에 따라 분석하였다. 조단백질 분석은 자동 질소 증류장치를 이용한 micro-Kjeldahl법으로 분석했다.

12. 청각 분말 첨가 소금빵의 총 식이섬유 함량 측정

청각 분말을 첨가한 소금빵의 총 식이섬유 함량 측정은 식품공전 효소 중량법을 이용하여 분석하였다(24). 청각 분말을 첨가한 소금빵을 내열성 α-amylase, protease, amyloglucosidase(Megazyme, Chicago, IL, USA)로 분해하여 전분과 단백질을 제거하였다. 효소 분해물에 용해되어 있는 식이섬유를 에탄올로 처리하여 침전시킨 후 여과하였다. 여과물을 에탄올과 아세톤으로 세척한 후 건조하여 식이섬유 함량을 측정하였다.

13. 청각 분말 첨가 소금빵의 미네랄 함량 측정

청각 분말을 첨가한 소금빵을 약 0.3 g을 정밀히 취하여 microwave oven (CEM, MARS5, Mattgews, NS, USA)을 이용, 산 분해하여 50 mL로 정용하였다. ICP-MS (Bruker, Aurora M90, Billerica, MA, USA)를 이용하여 각각의 미네랄을 정량하였다.

14. 청각 분말 첨가 소금빵의 총 Phenol 함량 측정

청각 분말을 첨가한 소금빵 에탄올 추출물에서 총 phenol 함량은 Folin-Denis의 법에 기초하여 측정했다(25). 측정을 위해 증류수 10 mL에 $NaCO_3$ 2 g을 혼합하고 희석하여 10%의 NaCO를 만들었다. 마지막으로 표준물질은 galic acid를 사용하였다. 시험관에 청각 분말을 첨가한 소금빵의 에탄올 추출물 1mL와 Folin reagent 0.5 mL 그리고 20%의 $NaCO_3$ 용액을 0.3 mL 첨가하여 혼합하고 15분 동안 암소에서 반응하도록 했다. 다음 과정으로 microplate reader (TECAN Spark Multimode microplate reader)로 760 nm에서 흡광도 측정을 하였다. 표준물질은 galic acid를 사용했고 농도가 0, 6, 12, 2, 5, 50, 100 ppm이 되도록 하여 검량곡선으로부터 총 phenol의 함량을 구하였다.

15. 청각 분말 첨가 소금빵의 DPPH radical 소거능 측정

청각 분말을 첨가한 소금빵의 에탄올 추출물의 DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) radical 소거능은 Blois의 방법에 따라 측정하였다(26). 96-well plate에 청각 분말을 첨가한 에탄올 추출물을 20 μL, Assay Buffer 80 μL, DPPH 용액 100 μL를 넣고 혼합하여 균질화시켰다. 시료 첨가하지 않은 군은 DPPH 용액 100 μL에 에탄올 20 μL와 Assay Buffer를 넣고 반응시켰다. 그리고 암소에서 30분간 반응시키고 Microplate reader (TECAN Spark Multimode microplate reader)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 활성의 비교를 위한 Standard는 Trolox를 사용하여 같은 조건으로 측정하였다. 다음 식에 따라 청각 분말을 첨가한 소금빵의 DPPH 라디칼 소거능을 계산하였다.

$$DPPH\text{라디칼소거활성능}(\%) = \frac{A_{517}of\,control - A_{517}of\,sample}{A_{517}of\,control} \times 100$$

16. 통계처리

실험 결과는 SPSS(ver. 21.0 for window) 프로그램을 사용하여 일원 배치 분산분석(ANOVA)으로 통계처리하였다. 각 실험은 3회 반복하여 평균과 표준편차를 구하였으며, $p<0.05$ 수준에서 t-test 및 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 각 시료 간의 유의적인 차이를 검사하였다.

제3장 결과 및 고찰

1. 청각 분말 첨가한 소금빵의 품질 특성

1) 청각 분말 첨가 소금빵의 발효 팽창력

청각 소금빵의 발효 팽창력을 측정한 결과는 Table 3와 같다. 90분 뒤에 발효 팽창력을 보면 청각 분말을 첨가하지 않은 대조군이 126.27%로 가장 높은 수치를 보였고 청각 분말을 첨가한 실험군 3%, 5%, 7%은 각각 86.67%, 66.67%, 25.00%로 청각 분말 함유량이 증가할수록 발효 팽창력은 유의적으로 감소하였다(p<0.05). Lee 등(2021)에 따르면 1%, 3%, 5%의 청각 분말을 첨가한 식빵 또한 본 연구 결과와 유사한 발효 팽창력임을 보고하였다(27). 청각 함량이 증가할수록 팽창력이 감소하는 이유는 밀가루 양 대비 청각 분말의 첨가량이 증가함에 따라 글루텐 생성량이 감소되었기 때문이라고 여겨진다.

2) 청각 분말 첨가 소금빵의 반죽 수율

청각 소금빵의 반죽 수율을 측정한 결과는 Table 3와 같다. 반죽 수율은 청각 가루 첨가 증가함에 따라 유의미하게 증가하였다. 대조군이 86.39±0.85%로 가장 높은 수치를 보였고 청각 분말을 첨가한 실험군은 각각 90.25±0.77%, 97.65±0.27%, 98.97±0.07%로 청각 분말을 함유할수록 반죽 수율은 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 빵의 부피는 반죽 및 굽는 과정에서 발생한 가스와 글루텐 그물망 구조에 갇혀있는 가스 보유력에 의해 영향을 받아 증가한 것으로 사료된다.

3) 청각 분말 첨가 소금빵의 굽기 손실률

청각 소금빵의 굽기 손실률을 측정한 결과는 Table 3와 같다. 굽기 손실률은 청각 가루 첨가량 증가함에 따라 감소하였다. 대조군이 13.60±0.85%로 가장 높은 수치를 보이며 9.75±0.77%, 2.35±0.26%, 0.94±0.18%로 유의미하게 감소하였다(p<0.05). Byun(2022)에 따르면 2.5%, 5%, 7.5%, 10% 톳 분말을 첨가한 식빵 논문 또한 본 연구와 같이 굽기 손실률은 감소하는 경향을 보인다고 보고하였다(28). 굽기 손실의 영향을 주는 요인으로는 오븐의 종류, 굽기 온도 및 시간, 틀의 사용 여부, 굽기 과정 중 오븐스프링에 의한 부피 증가로 인한 오븐 안에서의 열과 반응하는 면적에 따라 차이가 발생한다고 보고하였다.

Table 3. Changes of dough weight, bread weight, dough yield, baking loss and Fermentation expansion power after 90 min fermentation of dough containing various concentrations of *Codium fragile* powder.

	Codium fragile powder (%)			
	Control	3	5	7
Dough weight (g)	74.73±0.20[a]	75.17±0.39[a]	75.00±0.36[a]	71.17±0.34[b]
Bread weight (g)	64.57±0.74[a]	67.83±0.23[b]	73.23±0.21[c]	70.50±0.41[d]
Dough yield (%)	86.39±0.85[a]	90.25±0.77[b]	97.65±0.27[c]	98.97±0.07[c]
Baking loss (%)	13.60±0.85[a]	9.75±0.77[b]	2.35±0.26[c]	0.94±0.18[d]
Fermentation expansion power (%)	126.27	86.67	66.67	25.00

Values are Mean±SD, n=3

Means with the same letter in a column(a-d) is not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Control: bread without *Codium fragile* powder.

3% : bread containing 3% of *Codium fragile* powder.

5% : bread containing 5% of *Codium fragile* powder.

7% : bread containing 7% of *Codium fragile* powder.

4) 청각 분말 첨가 소금빵의 색도

색도 측정 결과는 Table 4와 같고 색차계를 이용하여서 Hunter L값, a값, b값으로 구분되며 L값은 명도(lightness), a값은 적색도(redness), b값은 황색도(yellowness), *ΔE*값은 전체적인 색도(overall color difference)를 나타낸다. Lim 등(2017)에 따르면 파래를 이용한 빵 반죽의 이화학적 물성에 관한 연구 색도 결과에서 해조류의 색은 주로 엽록소와 카로티노이드에서 비롯되며 녹조류에서는 클로로필, 잔토필, 카로틴계 색소에 의해서 독특한 색을 나타내며 가공 또는 저장 조건에 의해 변색된다고 보고하였다(29).

청각 분말 첨가 소금빵을 구운 후의 겉면(crust)의 색도는 L값이 대조군에서 60.73±1.61, 3%, 5%, 7%의 첨가군의 차례대로 각각 48.74±3.49, 44.29±0.26, 36.59±0.31로 측정되었다. 결과적으로 대조군이 가장 높은 수치를 보였고 청각 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. a값은 대조군이 9.25±0.07을 나타내었고, 3%, 5%, 7% 순으로 각각 8.32±0.04, 6.14±0.56, 3.25±0.12로 청각 분말 첨가량이 증가할수록 a값이 감소하였다. b값은 대조군이 38.29±1.70, 3%, 5%, 7%의 순으로 각각 33.59±1.21, 29.88±0.63, 17.86±1.99으로 대조군의 값이 가장 컸고, 청각 분말 첨가량이 증가함에 따라 b값도 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 반면에 *ΔE*값은 청각 분말을 첨가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05).

식빵의 겉면(crust)의 경우, 청각 분말 함유량이 높은 식빵일수록 어두운색을 띄게 되어 L값이 감소하였다. 아울러 청각 고유의 진한 녹색으로 인해 a값과 b값 역시 청각 분말 함유량이 증가함에 따라 감소하였으며, *ΔE*값은 전체적으로 색이 진해졌기 때문에 증가한 것으로 사료된다.

속면(crumb)의 색도는 L값이 대조군 80.72±2.27에서 3%, 5%, 7%의 첨가군의 차례대로 각각 61.79±3.40, 55.90±0.65, 46.37±3.59로 측정되었다. 속면 역시 결과적으론 대조군이 가장 높은 수치를 보였으며 청각 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. a값은 대조군 -3.37±0.16에서 3%, 5%, 7% 순으로 각각 6.12±1.98, -6.96±0.58, -7.04±0.09로 청각 분말 첨가량이 증가할수록 a값은 증가

하였다. b값은 대조군 19.16±1.05에서 3%, 5%, 7% 순으로 각각 26.73±3.34, 29.05±1.40, 30.17±1.30으로 대조군 값이 가장 작았고, 청각 분말 첨가량이 증가함에 따라 b값은 유의적으로 증가하였다(p<0.05).

5) 청각 분말 첨가 소금빵의 경도

청각 분말 첨가 소금빵의 경도는 Table 4와 같다. 경도는 제품의 물성 검사 중 가장 대표적인 것으로 물질을 압축하여 변형시킬 때의 필요한 힘이다. 대조군 소금빵의 경도는 1306.33±4.85 g/cm²이고, 3%, 5%, 7% 첨가군은 각각 2807.67±4.81 g/cm², 4242.67±4.63 g/cm², 5759.33±5.67 g/cm²으로 청각 분말의 첨가량이 많아질수록 경도 값은 유의적으로 증가했다(p<0.05). Park(2015)에 따르면 발아현미 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성을 연구한 결과에서 밀가루 경도 결과 또한 분말을 첨가할수록 경도 값은 증가하였다고 보고하였다(30). 저장 기간이 길어질수록 대조군에 비해 낮은 수준의 차이로 경도 값이 증가한다고 보고하였다. 청각 분말로 대체함으로써 식빵의 부피가 감소하여 기공이 작은 제품이 되어 경도가 높아지는 것으로 사료된다.

Table 4. Hunter value and texture characteristics in salt bread with different amounts of *Codium fragile*

Codium fragile powder (%)			Control	3	5	7
Hunter value	crust	L	60.73±1.61^{a}	48.74±3.49^{b}	44.29±0.26^{c}	36.59±0.31^{d}
		a	9.25±0.07^{a}	8.32±0.04^{b}	6.14±0.56^{c}	3.25±0.12^{d}
		b	38.29±1.70^{a}	33.59±1.21^{b}	29.88±0.63^{c}	17.86±1.99^{d}
		$\triangle E$	-	12.95±1.56^{b}	18.74±1.58^{c}	32.20±0.78^{c}
	crumb	L	80.72±2.27^{a}	61.79±3.40^{b}	55.90±0.65^{c}	46.37±3.59^{d}
		a	-3.37±0.16^{a}	-6.12±1.98^{b}	-6.96±0.58^{b}	-7.04±0.09^{b}
		b	19.16±1.05^{a}	26.73±3.34^{b}	29.05±1.40^{b}	30.17±1.30^{b}
		$\triangle E$	-	20.73±0.46^{a}	26.96±1.56^{ab}	36.26±1.17^{a}
Hardess (g/cm)			1306.33±4.85^{a}	2807.67±4.81^{b}	4242.67±4.63^{c}	5759.33±5.67^{d}

Values are Mean±SD, n=3

Means with the same letter in a column(a-d) is not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Control: bread without *Codium fragile* powder.

3% : bread containing 3% of *Codium fragile* powder.

5% : bread containing 5% of *Codium fragile* powder.

7% : bread containing 7% of *Codium fragile* powder.

6) 청각 분말 첨가 소금빵의 관능검사

청각 분말을 첨가하여 제조한 소금빵의 관능적 기호도 검사의 6가지 항목, 색깔(Color), 풍미(Flavor), 맛(Taste), 외관(Appearance), 조직감(Texture), 전체 기호도(Overall perference)를 조사한 결과는 Table 5에 나타내었다. 청각 분말을 첨가한 소금빵의 색깔에 대한 기호도는 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 4.45±0.71, 3.95±0.93, 3.80±0.91, 3.68±0.89였고 대조군이 가장 높은 점수를 얻었다. 풍미에 관한 기호도는 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 3.98±0.95, 3.35±1.00, 3.28±1.13, 2.78±1.05였고 대조군이 가장 높은 점수를 얻었다. 맛에 관한 기호도는 4.33±0.76, 3.13±1.07, 3.25±1.43, 2.53±1.11이였고 대조군이 가장 높은 점수를 얻었다. 외관에 관한 기호도는 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 4.68±0.47, 3.95±1.04, 3.80±0.99, 3.68±0.97이였고 대조군이 가장 높은 점수를 얻었다. 조직감에 관한 기호도는 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 4.13±0.88, 4.03±1.03, 4.05±0.99, 3.65±1.10이였고 대조군이 가장 높은 점수를 얻었다. 전체 기호도는 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 각각 4.38±0.74, 3.25±1.15, 3.15±1.41, 2.48±0.99였고, 대조군이 가장 높았고 7% 첨가군에서 가장 낮았다.

관능 평가의 기호도 평가에서 청각 분말 함량이 감소할수록 선호도가 높아지는 양상을 보인다.

Table 5. Sensory evaluation of bread containing *Codium fragile* powder

Codium fragile powder (%)	Color	Flavor	Taste	Appearance	Texture	Overall perference
Control	4.45±0.71^{b}	3.98±0.95^{c}	4.33±0.76^{c}	4.68±0.47^{a}	4.13±0.88^{a}	4.38±0.74^{a}
3	3.95±0.93^{a}	3.35±1.00^{b}	3.13±1.07^{b}	3.95±1.04^{a}	4.03±1.03^{a}	3.25±1.15^{b}
5	3.80±0.91^{a}	3.28±1.13^{ab}	3.25±1.43^{b}	3.80±0.99^{a}	4.05±0.99^{a}	3.15±1.41^{b}
7	3.68±0.89^{a}	2.78±1.05^{a}	2.53±1.11^{a}	3.68±0.97^{b}	3.65±1.10^{a}	2.48±0.99^{c}

Values are Mean±SD, n=3

Means with the same letter in a column(a-c) is not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Control: bread without *Codium fragile* powder.

3% : bread containing 3% of *Codium fragile* powder.

5% : bread containing 5% of *Codium fragile* powder.

7% : bread containing 7% of *Codium fragile* powder.

2. 청각 분말 첨가한 소금빵의 영양성분 및 항산화 효과

1) 청각 분말 첨가 소금빵의 조단백질 함량

청각 분말을 첨가한 소금빵의 조단백질 함량은 Table 6에 나타내었다. 청각 분말을 첨가한 소금빵의 조단백질 함량 분석 결과 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 100 g 당 각각 7.92 g, 8.01 g, 8.47 g, 8.67 g으로 나타났다. 첨가하는 청각 분말의 양이 많아질수록 조단백질 함량은 증가하는 경향을 나타냈다.

2) 청각 분말 첨가 소금빵의 총 식이섬유 함량

청각 분말을 첨가한 소금빵의 총 식이섬유 함량은 Table 6에 나타내었다. 청각 분말을 첨가한 소금빵의 총 식이섬유 함량 분석 결과 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 100 g 당 각각 6.92 g, 7.55 g, 7.79 g, 8.06 g으로 나타났다. 첨가하는 청각 분말의 양이 많아질수록 총 식이섬유 함량은 증가하는 경향을 나타냈다.

3) 청각 분말 첨가 소금빵의 미네랄 함량

청각 분말을 첨가한 소금빵의 미네랄 함량은 Table 6에 나타내었다. 인체 내 보조효소 등으로 작용하는 미네랄은 생리작용에 매우 중요한 영양 요소로서 Mg은 에너지 대사, Ca는 체내 골격 유지에 작용하는 등 미네랄은 생체 내 생화학 반응에 매우 중요한 요소로 작용한다. 청각 분말을 첨가한 소금빵의 Mg 함량 분석 결과 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 100 g 당 각각 29.20 mg, 47.47 mg, 56.42 mg, 71.33 mg으로 나타났다. 청각 분말을 첨가한 소금빵의 Ca함량 분석 결과 대조군, 3%, 5%, 7% 첨가군이 100 g 당 각각 56.92 mg, 57.97 mg, 72.77 mg, 92.13 mg으로 나타났다. 첨가하는 청각 분말의 양이 많아질수록 Mg, Ca 함량 모두 증가하는 경향을 나타냈다.

Table 6. Proximate composition and mineral contents of bread containing *Codium fraglie* powder

Composition		*Codium fragile* powder (%)			
		0	3	5	7
Proximate composition (g/100g)	Crude protein	7.92	8.01	8.47	8.67
	Total dietary fiber	6.92	7.55	7.79	8.06
Mineral (mg/100g)	Mg	29.20	47.47	56.42	71.33
	Ca	56.92	57.97	72.77	92.13

Codium fragile powder Percentage means the weight % of total flour

4) 청각 분말 첨가 소금빵의 총 phenol 함량

청각 분말의 첨가비에 따른 소금빵의 총 phenol의 함량을 측정한 결과값은 Fig. 3. 에 나타내었다. 청각 분말을 첨가한 소금빵의 총 phenol의 함량은 대조군이 4.78±0.58 mg GAE/100 mL이고, 3%, 5%, 7%의 첨가군은 각각 21.02±0.11 mg GAE/100 mL, 33.14±0.21 mg GAE/100 mL, 48.21±0.60 mg GAE/100 mL로 나타났다. 첨가하는 청각 분말의 양이 많아질수록 총 phenol 함량이 유의하게 증가하는 경향성을 나타냈다. Na와 Lee(2022)에 따르면 페놀성 화합물은 강한 항산화 활성을 나타내므로 phenol 화합물이 풍부한 식품을 섭취하면 항암, 면역기능, 심혈관 질환 예방 등의 효과가 있는 것으로 보고되었다(31). 따라서, 소금빵에 총 phenol 함량이 높은 청각 분말을 첨가하면 항산화 활성이 풍부한 소금빵을 만드는 데 도움이 될 것이다.

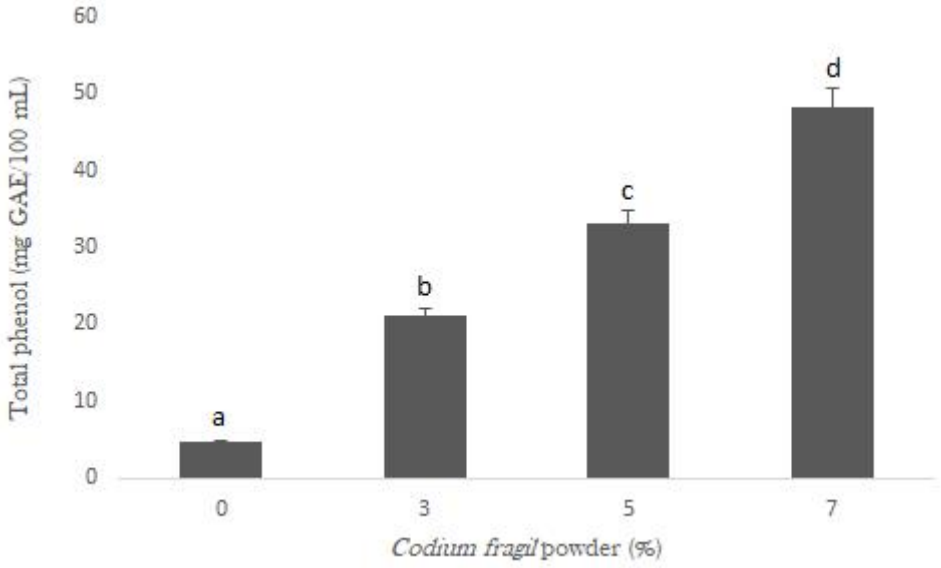


Fig. 3. Total phenol DPPH radical content of bread with *Codium fragile* Powder. Means with the same letter is not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

0% : bread without *Codium fragile* powder.

3% : bread containing 3% of *Codium fragile* powder.

5% : bread containing 5% of *Codium fragile* powder.

7% : bread containing 7% of *Codium fragile* powder.

5) 청각 분말 첨가 소금빵의 DPPH radical 소거능

청각 분말을 첨가한 소금빵의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과는 Fig. 4.에 나타내었다. DPPH radical 소거능을 측정한 결과 청각 분말을 첨가하지 않은 소금빵 대조군은 16.62±3.07 mg GAE/100 mL로 나타났고, 3%, 5%, 7% 첨가군에서는 각각 24.17±0.53 mg GAE/100 mL, 27.78±1.26 mg GAE/100 mL, 41.70±3.83 mg GAE/100 mL로 청각 분말 함량이 증가할수록 DPPH radical 소거능이 증가하는 유의성을 나타냈다. 이는 Kim과 Cho(2010)에 따르면 브로콜리 분말 첨가량이 증가함에 DPPH radical의 소거능이 증가하는 경향을 나타내었으며(32) Kim과 Beak 등(2019)에 따르면 가시파래 첨가량이 많을수록 IC_{50}이 감소하여 항산화능이 증가하는 것으로 보고되었다(33). 또한 겨우살이 분말 대체량이 증가할 수록 DPPH radical의 소거능이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다(34). 따라서, 빵에 청각 분말을 첨가하면 항산화 능과 기능성 성분의 함량을 높일 수 있다고 생각된다.

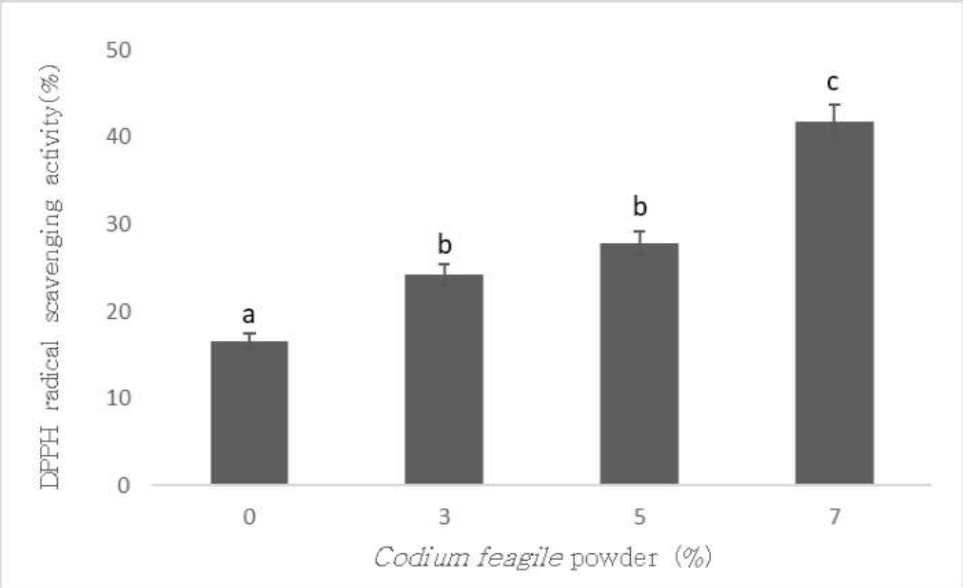


Fig. 4. DPPH radical scavenging activity of bread with *Codium fragile* Powder. Means with the same letter in a column(a-c) is not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

0% : bread without *Codium feagile* powder.

3% : bread containing 3% of *Codium fragile* powder.

5% : bread containing 5% of *Codium fragile* powder.

7% : bread containing 7% of *Codium fragile* powder.

제4장 결 론

본 연구는 품질 및 영양·기능성 평가를 통해 청각 활용 제품의 가치를 입증하고자 이화학적 및 항산화능 효과를 측정하였다. 또한 청각 분말을 각 3%, 5%, 7% 첨가한 소금빵을 제조하여 배합비 확립 및 관능 평가를 실시하였다.

발효 팽창력 결과에 따르면 대조군의 팽창력이 가장 높았고 청각 함량이 증가할수록 팽창력은 감소하였다. 굽기 손실률 결과 또한 청각 함량이 증가할수록 굽기 손실률은 감소하였다. 반죽 수율은 청각 함량이 증가할수록 반죽 수율 또한 증가하는 경향을 보였다. 미네랄 및 영양성분 분석 결과 청각 분말을 첨가할수록 함량은 유의적으로 증가하였다. 색도의 경우 청각 분말을 첨가할수록 겉면 색의 L값, a값 및 b값이 모두 감소하였고 속면은 청각 분말을 첨가할수록 L값과 a값은 감소하였으며 b값은 유의적으로 증가하였다. 경도의 경우 청각 분말을 첨가할수록 청각 소금빵은 기공이 작은 제품이 되어 유의적으로 증가하였다. 관능검사 결과를 보면 색, 풍미, 외관, 선호도는 청각 분말을 첨가할수록 기호도는 감소하였다. 총 페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 청각 분말을 첨가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 청각 7% 소금빵은 다른 청각 소금빵에 비해 높은 항산화 활성을 나타내었지만, 관능 평가 부분에서 선호도는 가장 낮았기 때문에 청각 분말을 첨가한 소금빵을 제조할 때 소비자들의 선호도를 고려하여 청각 3% 소금빵을 제조하는 것이 적합하다고 사료된다.

본 연구를 통해 전라남도의 특화 양식 수산자원인 청각의 활용 가능성을 확대함으로써, 청각의 부가가치를 높이고 이를 기반으로 해조류 가공식품 개발에 실질적으로 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 더 나아가 이러한 연구 성과는 지역 해조류 산업의 활성화를 도모하고, 전라남도의 해양 자원을 활용한 지속 가능한 산업 발전에 이바지할 수 있는 중요한 밑거름이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Ahn TY. The Effects of Modified Starches and Thickening Polysaccharides in Baking and Confectionery, KISTI (2012)

2. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, Processed food segment market status (2018)

3. Kim TH. Domestic bakery market trends and changes in consumption trends, KB Financial Group Management Research Center (2020)

4. KOSIS 국가통계포탈, Available from: http://kosis.kr.Accessed Dec. 27, (2018)

5. Ahn SM, Hong YK, Known GS, Sohn HY. Evaluation on in-vitro anticoa gulation activity of 35 different seaweed extracts, J. Life Sci. 20, 1640-1647 (2010)

6. Jeon YE, Yin XF, Lim SS, Chung CK, Kang IJ. Antioxidant activities and acetylcholinesterase inhibitory activities from seaweed extracts, J. Korean Soc. Food Sci. nutr. 41, 443-449 (2012)

7. Kang JW. On the geographical distribution of marine algae in Korea, Pusan Fish. Coll. 7, 1-125 (1966)

8. Park MK. Illustrated wncyclopedia of fauna and flora of korea. Vol. 16. Pteridophyta. Ministry of Education, Seoul, Korea (1975)

9. Velasquez GT. Studies and utilization of the Philippine marine algae.

Proc. InCi. Seaweed Symp. 7, 62-65 (1972)

10. Oh YSZ, Lee IK, Boo SM. An annotated account of Korean economic seaweeds for food, medical and industrial uses, Korean J. Phycol 5, 57-71 (1990)

11. Hoppe HA, Levring T, Tanaka Y. Marine algae and their products and constituents in pharmacy. In (eds.). Marine Algae in Pharmaceutical Science. Walter de Gruyter. New York. p. 28-29 (1979)

12. Tseng CK and Zhang JF, Chinese seaweeds in herbal medicine, J, Hydrobiologia, 11, p. 152-154 (1984)

13. Katayama T, Biochemical significanoe of the existence of acrylic acid in algae, Jap. Soc. Phycol, 12, p. 14-19 (1964)

14. Glombitza KW, Antibiotics from algae. In (eds.) Hoppe HA, T Levring and Y Tanaka. Marine Algae in Pharmaceutical Science, Walter de Gruyter. New York, p. 301-342 (1969)

15. Shiomi K, Agglutinins. Biochemistry and utilization of marine algae. In (eds.) Jap. Soc. Sci. Fish., p. 120-131 (1983)

16. Ryu BH, Chi BH, Kim DS and Ha N6, Desmutagenic effect of extracts obtained from seaweeds, Bull. Korean Fish. Soc, 19, p. 502-508 (1986)

17. Cho KJ, Lee YS and Ryu BH, Antitumor effect and immunology activity of seaweeds toward sarcoma-180. Bull. Korean Fish, Soc., 23,

p. 345-352 (1990)

18. Rogers DJ, Jurd KM, Blunden G., S.Fholetti and F. Zanetti, Anticoagulant activity of a proteoglycan in extracts of Codium fragile sp. atlantic umm, J. Appl. Phycol, 2, p. 357-361 (1990)

19. Rogers DJ, Loveless RW, Electron microscopy of human erythrocytes agglutinated by lectin from Codium fragile sp. tomentosoides and pseudohaemagglutinin from Ascophyllum nodosum, J. Appl. Phycol, 3, p. 83-86 (1991)

20. Rogers DJ, Hori K. Marine algallectins: new developments. Hydrobiolgia, 260/261, p. 589-593 (1993)

21. Lee JH, Kim BA. A Study on Seaweed Sea Staghorn(*Codium fragile*) Ethanol Extract for Antioxidant. The Journal of the Convergence on Culture Technology 5(4), 467-472 (2019)

22. Choi MS, Jeon EB, Kim JY, Park SY. Quality and Antioxidant Acitivity of Soybean Curd Supplemented with *Codium fragile*. Korean Jounal of Fisheries and Aquatic Sciences 53(6), 816-822 (2020)

23. Lee DH, Jeon EB, Kim JY, Song MG, Kim YY, Park SY. Quality Characteristics and Antioxidant Effects of Bread Containing Codium fragile Powder. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54(6), 892-893 (2021)

24. Ministry of Food and Drug Safety, Korean Food Code (2022)

25. Folin O. Dwnis W. On phosphotungastic phosphomolybdic compound as color regents. J Bio Chem 12(2), 239-249 (1912)

26. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 29(9), 1199-1200 (1958)

27. Lee DH, Jeon EB, Kim JY, Song MG, Kim YY, Park SY. Quality Characteristics and Antioxidant Effects of Bread Containing Codium fragile Powder. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54(6), 892-893 (2021)

28. Byun SB. Quality Characteristics of Bread with Hizikia fusiformis Powder (2022)

29. Lim EJ, Lee YH, Huh CO, Kwon SH, Kim JY, Han YB. Rheological Properties of Bread Dough Added with *Enteromorpha intenstinalis*. Korean Journal of Food Science and Technology 39(6), 655 (2017)

30. Park JY. Quality Characteristics of Bread Added with Germinated Brown Rice Powder (2015)

31. Na YS, Lee JJ. 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 (2022)

32. Kim CH, Cho KR. Quality Characteristics of Sponge Cake Made with Differnt Quantities of Broccoli Powder. Journal of the Korean Society of Food Science and Technology 42(4), 459-467 (2010)

33. Kim SJ, Beak SY, Kim DH, Kim MR. Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Morning Bread Added with *Enteromorpha prolifera*. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition 48(11), 1244-1252 (2019)

34. Kim SH, Yoo SJ, Yoo DJ, Kim CE. Quality Characteristics and Antioxidant Activities of White Bread Added with Mistletoe (*Viscumalbum* var.) Powder. Journal of Korean Society of Community Living Science 28(1), 81-91 (2017)