

창자파래분말을 첨가한 영양바의 품질특성

김경희¹ · 김재숙²¹목포대학교 식품영양학과 교수 · ²건강식문화연구소 소장

Quality Characteristics of Nutritional Bar with Varying Concentrations of Enteromorpha intestinalis Powder

KyungHee Kim¹ · JaeSuk Kim²¹Department of Food & Nutrition, Mokpo National University, Professor · ²Health & Food culture institute, Director

Abstract

This study analyzed the quality characteristics of nutritional bars with varying concentrations (0, 0.5, 1.5, 2.5%) of Enteromorpha intestinalis powder added. To achieve this, color analysis, an assessment of DPPH radical scavenging activities, and sensory evaluations were performed. The results revealed that as the amount of Enteromorpha intestinalis powder (EIP) increased, pH and lightness values decreased. DPPH radical scavenging activities of 75.26%, 56.11%, 71.59%, and 62.49% were exhibited for the 0%, 0.5%, 1.5%, and 2.5% concentrations, respectively at 50 mg/mL. Significant differences were observed between the samples with respect to the color, appearance, texture, taste, and overall preference for the nutritional bars. Overall preference was highest for the nutritional bar with 1.5% Enteromorpha intestinalis powder added. Therefore, adding 1.5% of Enteromorpha intestinalis powder to a nutritional bar is most suitable for enhancing preference and quality characteristics.

Keywords

Enteromorpha intestinalis powder, DPPH radical scavenging activities, sensory evaluations

서론

최근 식생활과 식품 산업의 발전으로 인해 다양하고 간편하게 섭취할 수 있는 가공식품이 증가하였고(Baek & Jeon, 2020), 이러한 가공식품의 소비와 함께 고단백, 고지방의 동물성 식품의 섭취가 증가하면서 고혈압, 당뇨, 비만, 심장질환 등과 같은 생활습관병의 발생이 증가하고 있다(Kim, 2020). 활성산소인 Reactive oxygen species는 체내에서 발생하여 산화 스트레스를 유발하며, 세포 구성 성분 파괴, 세포막 및 DNA 손상과 같은 세포 손상을 일으키는데, 이는 고혈압, 심혈관 질환 등 생활습관병을 유발한다(Kim et al., 2016). 이에 따라 합성 항산화제가 개발되었으나, 이러한 합성 항산화제의 고농도 섭취는 간 손상과 같은 독성 문제를 일으킬 수 있다(Hwang et al., 2013). 이러한 문제점을 보완하기 위해 천연 물질을 이용한 천연 항산화제에 대한 연구가 진행되고 있다(Sabeena Farvin & Charlotte, 2013).

또한, 해조류는 다양한 기능성과 질병에 대한 예방효과가 있다는 것이 알려져 있어 해조류를 이용한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다(Choi et al., 2020; Kim et al., 2023; Lee et al., 2020). 대한민국 전 연안에 분포하는 녹조식물 갈파래과에 속하는 파래는 맛과 향이 독특하고, 남해안과 서해안에서 주로 분포하고 있고(Kim & Lyu, 2010), 비타민과 무기질이 풍부하며, 특히 파래에 함

Received: March 12, 2024

Revised: April 11, 2024

Accepted: April 13, 2024

Corresponding Author:

Jae Suk Kim

Health & Food culture institute, 25
Jukbongdae-ro, Seo-gu, Gwangju 61978,
Korea

Tel: +82-62-367-0222

Fax: +82-62-367-0223

E-mail: monamikjs@hanmail.net

Table 1. Ingredient Formulation of Nutritional Bar Added with *Enteromorpha intestinalis* Powder

Ingredients (g)	Sample ¹⁾			
	EIP-0.0%	EIP-0.5%	EIP-1.5%	EIP-2.5%
Puffed brown rice	17.0	16.5	15.5	14.5
<i>Enteromorpha intestinalis</i> powder	0.0	0.5	1.5	2.5
Cashew nuts	7.7	7.7	7.7	7.7
Almonds	21.1	21.1	21.1	21.1
Walnut	4.8	4.8	4.8	4.8
Pumpkin seed	7.7	7.7	7.7	7.7
Sunflower seed	6.1	6.1	6.1	6.1
Dried blueberry	3.8	3.8	3.8	3.8
Dried cranberry	4.8	4.8	4.8	4.8
Grain syrup	11.9	11.9	11.9	11.9
Yuja cheong	3.4	3.4	3.4	3.4
Sugar	10.7	10.7	10.7	10.7
Salt	0.1	0.1	0.1	0.1
Cooking oil	0.9	0.9	0.9	0.9

Note. ¹⁾ EIP-0.0%: nutritional bar added with 0.0g *Enteromorpha intestinalis* powder; EIP-0.5%: nutritional bar added with 0.5g *Enteromorpha intestinalis* powder; EIP-1.5%: nutritional bar added with 1.5g *Enteromorpha intestinalis* powder; EIP-2.5%: nutritional bar added with 2.5g *Enteromorpha intestinalis* powder.

유된 다당류는 생리활성이 강한 물질로 알려져 있다(Alleem, 1970). 파래는 단백질이 약 22.1%를 차지하며, 맛과 관련된 아미노산인 아스파르트산, 글루탐산, 류신 등이 풍부하고, 요오드와 알긴산, 칼슘, 칼륨, 마그네슘 등이 높게 함유되어 있다(Kim, 2009). 파래는 영양학적으로 풍부한 비타민, 무기질을 함유하고 있으며, 현재는 염장품과 건제품으로 주로 이용하고 있지만, 가공식품으로의 개발 연구는 아직 많이 이루어지지 않고 있다. 파래를 식품에 적용한 최근 연구들을 살펴보면, Cho (2010)과 D. H. Kim 등(2020)의 연구에서는 파래를 면류에 첨가하여 영양적인 측면을 보완하였으며, Lee 등(2010)의 연구에서는 바쁜 일상에서 쉽게 식사 대용으로 이용할 수 있도록 창자파래 분말을 첨가한 죽을 개발하였다. 또한 창자파래 분말을 첨가한 매작과(Park & Cho, 2012), 만두피(Park et al., 2010), 어묵(Cho & Kim, 2014)과 설기떡(Kim & Lyu, 2010) 등에 관한 품질특성 연구를 통해 파래를 이용한 식품개발이 지속적으로 이루어지고 있으나, 영양 간편식 소재로서의 연구는 아직 미흡한 실정이다.

1인 가구와 맞벌이 가정이 증가로 인해, 식사 대용으로 간편하게 섭취할 수 있는 제품에 대한 선호도가 높아지고 있다. 바쁜 일상으로 인해 식사 준비가 어려운 현대인들에게 영양 간편식은 적합한 식품으로, 식사 대용식, 건강기능식품, 다이어트 식품 등 다양한 형태로 제공된다. 특히 영양바는 휴대성이 좋고, 보관이 용이

하여 언제 어디서든 간편하게 섭취할 수 있는 식품으로, 건강 지향적 소비자들의 욕구에 적합한 제품이다. 최근에는 건강에 관심이 있는 소비자들 사이에서 체중 관리와 영양 보충을 위한 프로틴바, 에너지바와 같은 영양바 제품에 대한 관심이 높아지고 있다(Kim et al., 2018; Lim & Jin, 2021). 지금까지 국내에서 수행된 영양바 연구로는 뽕잎분말 첨가량을 달리한 쌀 영양바(Lee, 2019), 감귤 농축액 첨가에 따른 영양바(Park et al., 2014), 오디분말 첨가한 통곡물 영양바(Lee, 2020), 양배추 분말 첨가비율에 따른 양배추 쌀 영양바(Joo & Choi, 2016) 등에 관한 연구가 있다.

이에 본 연구에서는 건강 기능성 재료인 창자파래 분말을 이용하여 영양바를 제조하고, 영양바의 품질 특성과 항산화 능력을 확인하여 창자파래 분말을 활용한 영양 간편식 개발에 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서 사용한 창자파래(*Enteromorpha intestinalis*)는 바다명가(Bada myeongga, Wando, Korea)에서 건조된 것을 구입하여 blender로 분쇄한 후 40 mesh의 체로 내린 후 사용하

였고, 그 외에 실험에 사용된 현미튀밥(Gochangberryhankwa, Puffed brown rice, Gochang, Korea), 건블루베리(KumhoFD, Dried Blueberries, Seoul, Korea), 건크랜베리(Sominternational Co., Cranberry Bits, Yongin, Korea), 아몬드(KumhoFD, Raw Almonds, Seoul, Korea), 캐슈넛(KumhoFD, Cashew nuts, Seoul, Korea), 호두(Crefood, Walnut, Gunpo, Korea), 호박씨(KumhoFD, Pumpkin seed, Seoul, Korea), 해바라기씨(KumhoFD, Sunflower seed, Seoul, Korea)와 시럽 재료인 조청(Chungjungwon, 조청쌀엿, Osan, Korea), 유자청(Goheung Food, 통유자차, Goheung, Korea), 소금(Jeil Jedang, 명품천일염, Seoul, Korea), 설탕(Jeil Jedang, white sugar, Seoul, Korea), 식용유(Haepyo, Haepyo's cooking oil, Incheon, Korea)는 대형마트에서 구매하였다.

2. 영양바의 제조

창자파래 분말을 첨가한 영양바는 Park 등 (2014)의 연구를 참고하여 Table 1에 나와 있는 비율로 제조하였다. 예비실험에서는 창자파래 분말을 전체 중량의 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%로 첨가한 영양바를 제조하여 관능 평가를 진행하였다. 그 결과, 관능 평가가 좋지 않은 창자파래 분말 1%, 2% 첨가군은 제외하고, 창자파래 분말 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5%를 첨가한 영양바를 제조하였다. 창자파래분말을 첨가한 영양바 제조시 영양바의 느끼한 맛을 감소시키기 위해 사용한 유자청, 설탕, 조청과 식용유를 궁중팬(Premium Wok, Kitchen-Art, Incheon, Korea) 속에 넣고 중불에서 열을 가하여 녹인 후 영양바 시럽 온도가 130℃까지 되도록 끓인다. 여기에 현미튀밥과 말린 과일, 견과류, 창자파래분말을 넣어 섞은 후 틀에 혼합물을 넣고, 밀대를 이용하여 윗부분을 평평하게 되도록 성형하였다. 영양바는 절단기를 사용하여 폭 3.5 cm, 길이 10 cm, 높이 1.3 cm의 크기로 자른 후 포장을 하여 지퍼백에 보관하면서 시료로 사용하였다.

3. pH 측정

pH는 분쇄기(SMX-350SKH, Shinil, Cheonan, Korea)를 사용하여 균일하게 분쇄한 시료 5 g을 45 mL의 증류수에 넣고 균질화한 후 상온에서 30분간 방치한 후 상등액을 취해 여과지(Whatman No.1)에 여과한 후 pH meter(Orion Star A211, Thermo Fisher Scientific, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

4. 수분함량 측정

수분함량은 분쇄기(SMX-350SKH, Shinil, Cheonan, Korea)를 사용하여 영양바의 겉질과 내부를 섞어 균일하게 분쇄한 시료 1 g을 사용하여 105℃에서 적외선 수분측정기(XM60, Precisa, Dietikon, Switzerland)로 수분함량을 측정하였다.

5. 색도

색도는 균일하게 분쇄한 시료를 취하여 Petri Dish에 빈 공간이 생기지 않도록 담은 후 색도계(CM-3500d, Konica minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L (명도, lightness), a (적색도, redness), b (황색도, yellowness) 값을 측정하였고, 표준 백색판은 a값 -0.19, L값 99.03, b값 -0.29 이었다.

6. DPPH radical 소거활성 측정

창자파래분말을 첨가한 영양바의 DPPH radical 소거활성은 Lee 등(2007)의 방법에 따라 측정하였다. 분쇄기(SMX-350SKH, Shinil, Cheonan, Korea)를 사용하여 시료를 분쇄시킨 후 1 g 시료에 ethanol 9 mL를 넣고 균질화시킨 후, 25℃의 진탕 배양기(LSI-3016R, Labtech, Namyangju, Korea)로 16시간 동안 추출한 여과액을 사용하였다. 영양바 추출물의 농도별 시험용액 40 μL에 160 μL 0.1 mM DPPH solution(Sigma, D-9132) 넣고 30분간 반응시킨 후에 흡광도(PowerWave XS, Biotek, VT, USA)는 517 nm에서 측정하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무처리 구의 흡광도}}\right) \times 100$$

7. 관능 검사

창자파래 분말을 첨가한 영양바의 관능 평가는 목포대학교 생명윤리위원회의 승인을 받고 진행되었고(생명윤리심의위원회의 승인번호 MNUIRB-20190904-SB-010-02), 식품영양학과 여학생 25명을 패널로 선정하여 평가항목과 평가기준에 대해 잘 인지할 수 있도록 사전 교육시킨 후 검사를 실시하였다. 창자파래 분말을 첨가한 영양바의 시료는 높이 1.5 cm, 가로 3 cm, 세로 3 cm의 크기로 제공하였으며, 소비자 기호도 조사는 각 시료에 대한 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall preference)를 7점 척도법(1점: 아주 나쁘다/아주 약하다, 7점: 아주 좋다/아주 강하다)를 사용하여 선택하도록 제시하였다.

8. 통계처리

Table 2. pH and Moisture Content of Nutritional Bars with Enteromorpha intestinalis Powder Added

	EIP-0.0%	EIP-0.5%	EIP-1.5%	EIP-2.5%	F-value
pH	6.38±0.23 ^{a1)2)}	6.36±0.11 ^a	6.25±0.04 ^a	6.04±0.11 ^b	7.34 ^{**}
Moisture content(%)	4.12±0.08 ^b	4.20±0.08 ^b	4.48±0.08 ^a	4.52±0.11 ^a	24.724 ^{***}

Note. ¹⁾ Each values is mean±S.D. ²⁾ Difference letters(a~b) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < .05$).
^{**} $p < .01$, ^{***} $p < .001$

본 실험의 결과는 SPSS 21.0 (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타냈다. 유의성 검증($p < 0.05$)을 위하여 분산분석(ANOVA test)을 실시하였으며, 사후검정으로는 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 수분함량

창자파래 분말을 첨가한 영양바의 pH 측정된 결과는 Table 2와 같다. 대조군의 pH는 6.38로 가장 높았으며, 창자파래 분말 0.5% 첨가군은 6.36, 1.5% 첨가군은 6.25, 2.5% 첨가군은 6.04로 창자파래 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH는 감소하였다($p < 0.01$). 뽕잎 분말 첨가 영양바의 연구에서는 뽕잎 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 증가 된다고 보고하여 본 연구와 다른 결과를 보였으나(Lee, 2019). 매생이 분말을 첨가하여 제조한 쿠키(Lee et al., 2010), 가시파래를 첨가하여 제조한 가시파래 첨가 버터쿠키(S. J. Kim et al., 2020)에서는 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH가 유의적으로 감소하여 본 연구의 결과와 유사하였다. 이는 창자파래 분말을 첨가한 죽(Lee et al., 2010)에서 pH는 첨가되는 부재료의 pH에 영향을 받는다고 한 연구내용과 같이 본 연구에서도 창자파래 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH가 감소되었다. 이는 창자파래의 단백질과 무기질 및 아스파르트산, 글루탐산 함량이 높아서 창자파래의 pH가 낮기때문에, 첨가되는 창자파래 분말의 첨가량에 따라 pH가 감소된 것으로 사료된다.

창자파래 분말을 첨가한 영양바의 수분함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 대조군의 수분함량은 4.12%로 가장 낮았으며, 창자파래 분말 0.5% 첨가군은 4.20%, 1.5% 첨가군은 4.48%, 2.5% 첨가군은 4.52%로 창자파래 분말 첨가량이 증가함에 따라 수분함량은 증가하였다($p < 0.001$). Joo와 Choi (2016)의 연구에서는 양배추 첨가량이 증가할수록 수분함량이 낮아진다고 보고하여 본 연구와 다른 결과를 보였다. 그러나 S. J. Kim 등 (2020)이

제시한 가시파래 첨가 버터쿠키 연구와 Cho와 Kim (2013)이 제시한 비파잎 분말을 첨가한 쿠키 연구에서는 분말의 첨가량이 증가함에 따라 수분함량이 대조군에 비해 유의적으로 증가하여 본 연구 결과와 일치하였다. 영양바 제조 시 수분 함량은 첨가되는 성분들의 수분결합력 및 수화력에 의해 영향을 받는데, 본 연구결과에서 창자파래 분말이 증가함에 따라 수분함량이 증가된 이유는 S. J. Kim 등 (2020)의 연구에서 보고하듯이 창자파래 분말에 함유된 식이섬유가 수분을 보유하고 있어 창자파래 분말 첨가량이 증가될수록 영양바의 수분함량이 높아진 것으로 사료된다.

2. 색도

창자파래 분말을 첨가한 영양바의 외관과 색도를 측정된 결과는 Figure 1과 Table 3와 같다. 창자파래 분말을 첨가한 영양바의 색도를 측정된 결과, 명도인 L값은 대조군이 68.05로 유의적으로 높았으며, 창자파래 분말 0.5% 첨가군은 63.71, 1.5% 첨가군은 61.80, 2.5% 첨가군은 61.54로 창자파래 분말 첨가량이 증가함에 따라 L값이 감소하였다($p < 0.001$).

이는 창자파래 분말의 명도가 낮기 때문에 첨가되는 창자파래 분말의 첨가량에 따라 명도 값이 감소된 것으로 사료된다. a값은 대조군이 4.97로 가장 높았고, 창자파래 분말 0.5% 첨가군은 3.72, 1.5% 첨가군은 2.79, 2.5% 첨가군은 1.39로 창자파래 분말 첨가량이 증가함에 따라 a값도 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). 이는 창자파래가 가지고 있는 클로로필 색소의 영향으로 인해 창자파래 분말 첨가량이 증가할수록 영양바의 색도에 영향을 준 것으로 사료된다. 황색도 b값은 창자파래분말 0.5% 첨가군이 22.05, 1.5% 첨가군은 21.10, 2.5% 첨가군은 19.00으로 창자파래 분말 첨가량이 증가함에 따라 b값이 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). Cho (2010)의 파래 분말을 첨가한 국수 연구와 Lee와 Yoon (2008)의 파래 분말을 첨가한 설기떡 연구에서는 파래 분말의 첨가량이 증가함에 따라 L값은 감소하는 반면 b값과 a값은 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와 다른 결과를 보였다. 그러나 파래 분말을 첨가한 두부(Chung, 2010)의 연구에서는 파래 분말의 첨가량이 증가함에 따라 L값과 a값이 감소하여 본 연구의 결과

Table 3. Chromaticity of Nutritional Bar Added with Enteromorpha intestinalis Powder

	EIP-0.0%	EIP-0.5%	EIP-1.5%	EIP-2.5%	F-value
Lightness (L)	68.05±0.71 ^{a1)2)}	63.71±0.13 ^b	61.80±0.09 ^c	61.54±1.31 ^c	80.54 ^{***}
Redness (a)	4.97±0.44 ^a	3.72±0.21 ^b	2.79±0.35 ^c	1.39±0.24 ^d	108.54 ^{***}
Yellowness (b)	17.45±0.65 ^d	22.10±0.29 ^a	21.10±0.81 ^b	19.00±0.79 ^c	49.00 ^{***}

Note. ¹⁾ Each values is mean±S.D. ²⁾ Difference letters(a~d) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).
*** $p < 0.001$

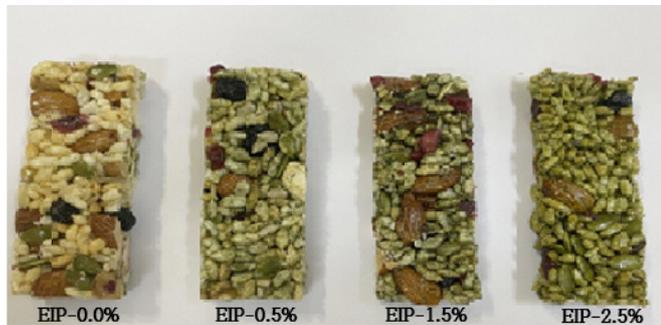


Figure 1. Visual comparison of nutritional bar added with Enteromorpha intestinalis powder.

와 일치하였다. 본 연구결과에서 창자파래 분말이 증가함에 따라 영양바의 색이 짙어진 이유는 Lim (2008)의 연구에서 보고하듯이 녹조류인 창자파래에 포함된 클로로필, 카로틴계, 잔토필 색소의 영향이 크게 작용한다고 판단된다.

2. DPPH radical 소거능

창자파래 분말 첨가량을 달리하여 제조한 영양바의 DPPH radical 소거능 측정 결과는 Figure 2와 같다. 영양바의 DPPH radical 소거능 측정 결과 50 mg/mL 수준에서 대조군의 DPPH radical 소거능은 55.26%로 가장 낮았으며 창자파래 분말 0.5% 첨가군은 56.11%, 1.5% 첨가군은 71.81%, 2.5% 첨가군은 62.60%로 창자파래 분말의 첨가량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능은 유의적으로 증가하여($p < 0.01$) 창자파래 분말 1.5% 첨가군이 가장 높은 DPPH radical 소거능을 나타내었다.

오디분말 첨가한 통곡물 영양바(Lee, 2020)연구에서도 오디 분말 사용량이 증가할수록 오디 쌀 영양바의 DPPH radical 소거능이 증가하여 본 연구결과와 일치하였다. 또한 머루 분말을 첨가한 쌀 시폰케이크 연구(Bing & Chun, 2015), 초석잠 분말 첨가한 식빵의 항산화 연구(Jeon & Park, 2015)와 초석잠 분말을 첨가한 두부 연구(Lee et al., 2014)에서도 본 연구의 결과와 같은 결과를 나타냈다.

가시파래 첨가 버터쿠키의 연구에서, 가시파래를 첨가할수록 플라보노이드 함량과 총 페놀 함량이 증가하여 버터쿠키의 항산화 활성이 유의적으로 증가하였으며, 가시파래 첨가량이 증가할수록 IC50 값이 감소하여 DPPH radical 소거능이 증가하였다고 보고되었다(Kim et al, 2020). 한국에서 식용하고 있는 갈조류(미역, 다시마, 툇), 녹조류(파래), 홍조류(김)의 항산화 효과와 총 플라보노이드와 폴리페놀 함량 간의 상관관계를 조사한 연구에서, 녹조류인 파래의 총 폴리페놀 함량이 8.97mg/g으로 가장 높았으며, DPPH radical 소거능도 가장 높게 나타났다(Kwak et al., 2005). 이는 파래가 지질과산화물과 단백질의 결합을 저해함으로써 항산화 활성이 높아진 것으로 보고되었다. 녹조류인 파래는 다른 해조류(미역, 다시마, 툇, 김)보다 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거능이 가장 높다는 연구에서처럼, 창자파래에 함유된 플라보노이드, 폴리페놀, β-carotene과 클로로필이 창자파래 분말을 첨가한 영양바의 항산화 활성을 높인 것으로 사료된다.

3. 관능검사 결과

창자파래 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 영양바의 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 영양바의 외관, 색, 향미는 유의적인 차이를 보이지 않았고, 영양바의 맛과 전체적인 기호도는 통계적

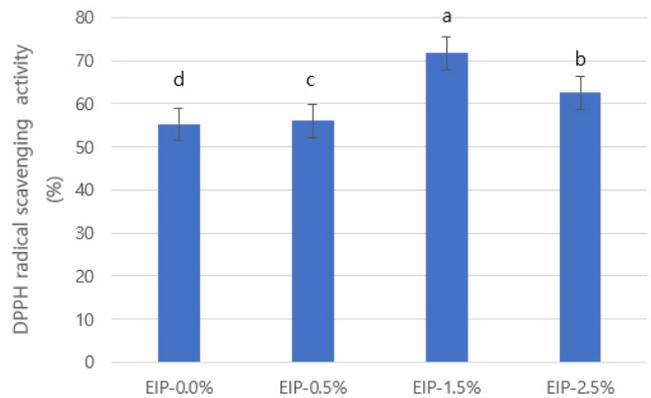


Figure 2. DPPH radical scavenging activity of nutritional bar added with Enteromorpha intestinalis powder.

Table 4. Sensory Evaluations of Nutritional Bar Added with Enteromorpha Intestinalis Powder

Sensory properties	EIP-0.0%	EIP-0.5%	EIP-1.5%	EIP-2.5%	F-value
Appearance	5.88±0.53 ¹⁾	6.00±0.50	6.04±0.45	6.00±0.41	0.533
Color	5.56±0.58	5.60±0.82	5.88±0.60	6.00±0.58	2.698
Flavor	5.00±0.65	5.56±0.71	5.64±0.64	5.76±0.60	6.727
Taste	5.12±0.60 ²⁾	5.80±0.41 ^b	6.32±0.48 ^a	6.04±0.20 ^b	33.143 ^{***}
Overall preference	5.16±0.62 ^d	5.64±0.49 ^c	6.28±0.46 ^a	5.96±0.20 ^b	25.939 ^{***}

Note. ¹⁾ Each values is mean±S.D. ²⁾ Difference letters(a~d) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < .05$).
^{**} $p < .01$, ^{***} $p < .001$

으로 유의적인 차이를 보였다. 영양바의 색은 대조군이 5.56으로 가장 낮았으며, 창자파래 분말 0.5% 첨가군은 5.60, 1.5% 첨가군은 5.88, 2.5% 첨가군은 6.00으로 나타났다.

Table 3의 색도 측정 결과와 비교해 볼 때 녹색을 띄는 파래의 첨가량이 증가할수록 영양바의 색이 짙어졌으며 기호도가 높게 나타남을 보였다. 이를 통해 창자파래의 첨가가 기호도를 높일 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 영양바의 맛은 창자파래 분말 1.5% 첨가군이 6.32점으로 가장 높았으며, 대조군은 5.12점으로 가장 낮게 평가되었다. 창자파래 분말을 첨가한 영양바의 전반적인 기호도는 창자파래 분말 1.5% 첨가군이 6.28점으로 가장 높았으며, 대조군이 5.16점으로 가장 유의적으로 낮게 평가되었다. 관능검사의 결과를 종합적으로 볼 때 전체적인 기호도가 가장 높은 창자파래 분말 1.5% 첨가군이 창자파래 분말의 기능적 이점을 최대한 활용하면서 기호도를 높일 수 있는 가장 최적의 농도로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 기능성이 우수한 창자파래 분말을 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% 첨가한 영양바를 제조하여 품질 특성, 항산화 특성, 관능적 특성을 분석하여 창자파래를 활용한 영양바를 개발하고자 하였다. 창자파래 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH는 감소하였고, 수분함량은 유의적으로 증가하였다. 색도 L값은 대조군에 비해 창자파래 분말 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다. 이는 창자파래분말의 명도가 낮기 때문에, 창자파래분말의 첨가량이 증가할수록 영양바의 명도값이 유의적으로 낮아지는 것으로 보인다. 창자파래 분말 첨가량이 증가함에 따라 a 값도 유의적으로 감소하였다($p < .001$). 이러한 경향은 창자파래가 가지고 있는 특유의 녹색으로 인해 창자파래 분말 첨가량이 증가할수록 영

양바의 색도에 영향을 준 것으로 사료된다. 창자파래 분말 첨가량을 달리하여 제조한 영양바의 DPPH radical 소거능 측정 결과 50 mg/mL 수준에서 대조군의 DPPH radical 소거능은 55.26%로 가장 낮았으며 창자파래 분말 0.5% 첨가군은 56.11%, 1.5% 첨가군은 71.81%, 2.5% 첨가군은 62.60%로 창자파래분말의 첨가량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능이 유의적으로 증가하였다. 영양바의 외관, 색, 향미는 유의적인 차이를 보이지 않았고, 영양바의 맛과 전체적인 기호도는 유의적인 차이를 보였다. 영양바의 맛은 창자파래 분말 1.5% 첨가군이 6.32점으로 가장 높았으며, 대조군은 5.12점으로 가장 낮게 평가되었다. 영양바의 전반적인 기호도는 창자파래 분말 1.5% 첨가군이 6.28점으로 가장 높았으며, 대조군이 5.16점으로 가장 낮게 평가되었다. 관능검사의 결과를 종합적으로 볼 때 전체적인 기호도가 가장 높게 나온 창자파래 분말 1.5% 첨가군이 창자파래 분말의 기능적 이점을 최대한 활용하면서 기호도를 높일 수 있는 가장 적합한 첨가량으로 판단된다. 본 연구결과, 전반적인 기호도에서 대조군이 가장 낮은 값이었으며, 창자파래 분말을 첨가한 영양바의 전반적인 기호도 값이 높게 평가되었다. 이를 통해 창자파래 분말 첨가군은 관능적 특성과 항산화 활성에서 대조군보다 우수한 것으로 나타났다. 따라서 창자파래 분말을 활용한 다양한 가공식품 및 새로운 영양간편식 개발에 필요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단되며, 향후에는 창자파래 영양바에 어울리는 고단백 원료나 견과류 등을 혼합한 영양바에 대한 다양한 제품 연구 및 항산화 활성에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

Declaration of Conflicting Interests

The authors declare no conflict of interest with respect to the authorship or publication of this article.

Acknowledgments

This work was supported by a Jeonnam Technopark grant(2019-0399).

References

- Alleem, A. A. (1970). Potential bioassay of natural seawaters and influence of certain trace elements on the growth of phytoplankton organisms. *Helgolander Wissenschaftliche Meeresunters*, 20(1), 229-248.
- Baek, C. R., & Jeon, M. S. (2020). Influence of selection attributes for HMR on 50+ generations' satisfaction and repurchase intention. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 49(7), 735-742. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2020.49.7.735>
- Bing, D. J., & Chun, S. S. (2015). Quality characteristics and antioxidant properties of rice chiffon cakes with wild grape powder. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 44(1), 118-127. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.1.118>
- Cho, H. S. (2010). Rheological properties of dried noodles with added Enteromorpha intestinalis powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 20(4), 567-574.
- Cho H. S., & Kim K. H. (2014). Quality Properties of Fish Paste Containing Green Laver Powder. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 29(5), 421-427. <https://doi.org/10.7318/KJFC/2014.29.5.421>
- Cho, H. S., & Kim K. H. (2013). Quality characteristics of cookies prepared with Loquat leaf powder. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 42(11), 1799-1804. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.11.1799>
- Choi, H. Y., Choi, N. Y., Shon, M. S., Kim, D. S., & Lee, H. J. (2020). Assessment of the possibility as cosmetics materials by brown algae from Jeju island using supercritical fluid system. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(1), 698-704. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.1.698>
- Chung, D. O. (2010). Characteristics of Tofu (Soybean Curd) quality mixed with enteromorpha intestinalis powder. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39(5), 745-749. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2010.39.5.745>
- Hwang, J. H., Park, K. Y., Oh, Y. S., & Lim, S. B. (2013). Phenolic compound content and antioxidant activity of citrus peels. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 42(2), 153-160. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.2.153>
- Jeon, K. S., & Park, S. I. (2015). Antioxidative properties of Chinese Artichoke (Stachys sieboldii Miq) added white bread. *Culinary Science & Hospitality Research*, 21(6), 120-132. <https://doi.org/10.20878/cshr.2015.21.6.010>
- Joo, S. Y., & Choi, H. Y. (2016). Quality characteristics of cabbage rice nutritional bars made with varying ratios of cabbage powder. *Korean journal of food and cookery science*, 32(4), 441-448. <https://doi.org/10.9724/kfcs.2016.32.4.441>
- Kim, B. Y. (2009). *Food components of green algae and preparation of base for the development of natural condiment* (Unpublished master's thesis). Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- Kim, D. H., Kim, S. J., Baek, S. Y., & Kim, M. R. (2020). Physicochemical properties and antioxidant activities of raw noodle added with enteromorpha prolifera. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 49(7), 686-694. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2020.49.7.686>
- Kim, G. N., Oh, J. E., & Cho, M. S. (2018). An exploratory research for development of korean protein bar-analysis on labeling of commercial protein bars in korea and USA. *The Journal of the Korea Contents Association*, 18(3), 648-657. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2018.18.03.648>
- Kim, H. S., & Lyu, E. S. (2010). Optimization of Sulgidduk with green laver powder using a response surface methodology. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 26(1), 54-61.
- Kim, S. J., Kim, D. H., Baek, S. Y., & Kim, M. R. (2020). Physicochemical properties and antioxidant activities of butter cookies added with enteromorpha prolifera. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 49(7), 695-703. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2020.49.7.695>
- Kim, S. S., Kim, J. Y., Yang, N. H., Shin, J. H., & Kim, H. J. (2023). Antioxidant activities of five different seaweeds obtained from Jeju. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 39(2), 130-136. <https://doi.org/10.9724/kfcs.2023.39.2.130>
- Kim, T. H., Ko, S. C., Oh, G. W., Park, H. H., Lee D. W., Yim, M. J., et al. (2016). Studies on bioactive substances and antioxidant activities of marine algae from Jeju Island. *The Korean Society for Marine Biotechnology*, 8(1), 30-38. <https://doi.org/10.15433/ksmb.2016.8.1.030>
- Kim, Y. H. (2020). Dietary safety management awareness and competency for healthcare among adults in Daegu and Gyeongbuk areas. *Korean Journal of Community Nutrition*, 25(2), 112-125. <https://doi.org/10.5720/kjcn.2020.25.2.112>
- Kwak, C. S., Kim, S. A., & Lee, M. S. (2005). The correalation of antioxidative effects of 5 korean common edible seaweeds and total polyphenol content. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 34(8), 1143-1150. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.8.1143>
- Lee, G. W., Jung, B. M., & Choi, M. J. (2010). Quality characteristics and antioxidative effect of cookies made with capsosiphon fulvescens powder. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 26(4), 381-389.
- Lee, J. A. (2020). Quality characteristics of rice cereal bars containing different levels of mulberry fruit(*Morus alba Linne*) powder. *Culinary*

- Science & Hospitality Research*, 26(11), 140-147. <https://doi.org/10.20878/cshr.2020.26.11.013>
- Lee, J. A. (2019). Quality characteristics of rice cereal bars containing different levels of mulberry leaf(*Morus alba Linne*) powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, 25(8), 119-126. <https://doi.org/10.20878/cshr.2019.25.8.013>
- Lee, J. E., Jin, S. Y., & Han, Y. S. (2014). Antioxidant activities and quality characteristics of Tofu supplemented with chinese artichoke powder. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 27(1), 10-21. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2014.27.1.010>
- Lee, J. H., Kim, H. J., Jee, Y. H., Jeon, Y. J., & Kim, H. J. (2020). Antioxidant potential of Sargassum horneri extrac against urban particulate matter-induced oxidation. *Food Science and Biotechnology*, 29(6), 855-865. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00729-y>
- Lee, J. H., & Yoon, S. J. (2008) Quality characteristics of Sulgidduk prepared with different amounts of green laver powder. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 24(1), 39-45
- Lee, M. K., Choi, S. H., Lim, H. S., & Ahn, J. S. (2010). Quality characteristics of Jook prepared with green laver powder. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 26(5), 552-558.
- Lee, Y. L., Huang, G. W., Liang, Z. C., & Mau, J. L. (2007). Antioxidant properties of the three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT - Food Science and Technology*, 40(5), 823-833. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.04.002>
- Lim, E. J. (2008). Quality characteristics of cookies with added *Enteromorpha intestinalis*. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 21(3), 300-305.
- Lim, J. Y., & Jin, S. Y. (2021). Quality characteristics of vegan nutritional bars with fermented soybean curd residue powder. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 50(8), 849-857. 1 <https://doi.org/10.3746/jkfn.2021.50.8.849>
- Park, B. H., Ju, S. M., & Cho H. S. (2010). Effect of *enteromorpha intestinalis* powder addition in the quality of dumpling shell. *Food Science and Preservation*, 17(6), 814-819.
- Park, I. D., & Cho, H. S. (2012). Quality characteristics of Maejakgwas containing various levels of *enteromorpha intestinalis* powder. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 25(4), 473-479. <https://doi.org/10.7318/KJFC.2010.25.4.473>
- Park, S. J., Choi, Y. B., Ko, J. R., Rha, Y. A., & Lee, H. Y. (2014). Quality evaluation of the nutritional cereal bar with citrus fruit extract. *Culinary Science & Hospitality Research*, 20(6), 245-253. <https://doi.org/10.20878/cshr.2014.20.6.021>
- Sabeena Farvin, K. H., & Charlotte, J. (2013). Phenolic compounds and antioxidant activities of selected species of seaweeds from Danish coast. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1670-1681. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.078>