

투스(*Hizikia fusiformis*) 분말을 첨가한 양갱의 이화학적 품질특성 및 항산화 효과

이연지 · 김원석¹ · 전유진² · 김용태*

군산대학교 식품생명공학전공, ¹신라대학교 제약공학전공, ²제주대학교 수산생명의학전공

Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Yanggaeng Containing *Hizikia fusiformis* Powder

Yeon-Ji Lee, Won-Suk Kim¹, You-Jin Jeon² and Yong-Tae Kim*

Department of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

¹Major in Pharmaceutical Engineering, Silla University, Busan 46958, Korea

²Department of Marine Life Sciences, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

The seaweed *Hizikia fusiformis* is rich in protein, carbohydrates, vitamins, and minerals. We investigated the physicochemical properties and antioxidant activities of yanggaeng made with agar, sugar, honey, oligosaccharide, cooked white bean paste, and different amounts (0, 1, 2, 3, 4, and 5%) of *H. fusiformis* powder. The proximate composition, pH, sugar content, color, texture, antioxidant activity, and sensory properties of the yanggaeng were investigated. The moisture and sugar contents of the yanggaeng did not change despite increasing the amount of *H. fusiformis*. The pH decreased with increasing *H. fusiformis*. The lightness decreased significantly, whereas the redness and yellowness increased with increasing amounts of *H. fusiformis*. In the texture profile analysis, the hardness, gumminess, and chewiness decreased with increasing *H. fusiformis* content. The antioxidant activity of the yanggaeng increased with the concentration of the *H. fusiformis* powder. The yanggaeng containing 2% *H. fusiformis* had the highest overall sensory acceptance score. The addition of *H. fusiformis* to yanggaeng appears to improve its quality and antioxidant activity.

Keywords: Antioxidative activity, *Hizikia fusiformis*, Physicochemical property, Sensory preference, Yanggaeng

서론

최근 한국의 식생활 개선 및 보건의료 시스템의 발달에 따라 65세 이상의 노년층 인구의 증가로 전체 인구 대비 노인의 비율이 15.9% (Statistics Korea, 2020)로 고령사회에 접어들었으며, 통계청의 예상자료에 따르면 2025년에는 노인 인구의 비율이 20%를 넘어서 초고령사회로 진입할 것으로 예상된다. 이러한 노년층의 증가로 노인에게 대한 사회적 인식변화 및 노년층의 경제활동 증가에 따른 새로운 소비활동 계층으로 인식되어 노년층을 위한 패션, 식품, 주택을 비롯한 레저산업 및 복지시설 등이 확대되고 있는 추세이다. 특히, 건강한 노년 생활을 유지하기 위해 운동과 바른 식생활을 통해 질병을 예방하고자 하는

개인적, 사회적 노력이 지속되고 있다(Lee et al., 2018). 이러한 질병 예방을 위한 건강 지향적인 식·의약품을 구입하는데 많은 소비가 증가함에 따라 건강 증진을 위한 다양한 건강기능성 식품 및 의약품 소재에 대한 관심이 높아지면서 천연물, 농·수산물 및 해양생물로부터 생리기능성을 가진 생리활성물질에 대한 많은 연구가 활발히 진행되고 있다(Lee et al., 2016).

한국을 비롯한 선진국에서는 '21세기는 해양바이오 시대'라는 슬로건이 과학계를 중심으로 확산되고 있는 시점에 우리나라는 삼면이 바다로 둘러 싸인 지형에 있어 다양한 해산물들을 쉽게 채취 및 양식할 수 있다. 특히, 김, 미역, 다시마, 투스를 포함한 다양한 해조류를 연근해에서 대량으로 양식하여 그 생산량이 세계 4위로 약 23%를 담당하고 있는 국가이다(Lee and Kim,

*Corresponding author: Tel: +82. 63. 469. 1824 Fax: +82. 63. 469. 7448

E-mail address: kimyt@kunsan.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0588>

Korean J Fish Aquat Sci 53(4), 588-596, August 2020

Received 13 July 2020; Revised 27 July 2020; Accepted 30 July 2020

저자 직위: 이연지(대학원생), 김원석(교수), 전유진(교수), 김용태(교수)

2011; Park and Jung, 2016). 해조류는 바다에서 생산되는 조류 식물의 총칭으로서 우리나라 연안에서 750여종이 서식하고 있으며, 그 중 30여종을 식용으로 소비하거나, 식품 첨가물, 사료의 원료 등으로 이용하고 있다. 더구나 해조류는 다양한 기능성 물질을 함유하고 있어 식품, 의약품 및 화장품 소재 개발을 위한 유용한 자원 중 하나로 평가되고 있다(Byun and Kim, 2005; Park et al., 2014).

뜻(*Hizikia fusiformis*)은 아시아의 해안에서 많이 분포하는 갈조류 모자반과의 다년생 해조류로 한국에서는 서·남해안 및 제주도에서 많이 서식하고 있다. 한국에서의 뜻 생산량은 2000년, 11,654톤; 2010년, 21,133톤; 2019년, 33,477톤으로 연간 약 2-4만톤 정도 생산하고 있다(Lee et al., 2016; Park and Jung, 2016; Statistics Korea, 2020). 일반적으로 뜻은 무기질과 다당류로 구성되어 있으며, 특히, 천연 정미성분인 아미노산(glutamic acid 및 aspartic acid)과 식이섬유 및 칼슘, 철, 요오드 같은 무기질, 비타민 등이 풍부한 식품으로 알려져 있다(Lee et al., 2016). 더구나, 뜻은 여러 가지 기능성 효과가 있다고 보고되어 있으며 특히, 항산화효과(Kim et al., 2013), 항균성효과(Kim et al., 1994), 항염증효과(Kwon et al., 2015), 인간 피부섬유아세포 보호 효과(Cui et al., 2019) 등 우수한 기능성분에 대한 연구들이 진행되어 왔으며, 뜻을 첨가한 식품에 관한 연구로는 제빵(Choi and Oh, 2008), 생면(Oh and Choi, 2006), 절편(Pyun et al., 2012), 쿠키(Kim et al., 2010), 죽(Lee et al., 2016), 증편(Lee and Lee, 2016) 등의 제조 및 품질특성에 대한 연구가 있을 뿐 다양한 종류의 식품에 적용한 연구는 충분하지 않은 실정이다.

양갱은 우리나라 전통 고에너지 식품으로 조선시대에 처음으로 등장한 후식으로 당시에는 삶아 으갠 팥을 체에 걸러 당분, 소금, 녹말을 넣고 끓여 당분 물에 재운 밤을 넣고 고루 저어 반듯하게 식혀 썬다고 하였다(Park et al., 2004). 현대에 이르러 녹말을 대신하여 한천을 넣어 굳히며 팥 또는 완두콩으로 만들어진 양갱을 넣고 천연색소 및 당 성분이 함유된 과즙과 당질 성분 등을 넣고 가열·농축시킨 후 성형을 시켜 제조된 양갱이 개발되고 있다(Choi, 2015; Kim et al., 2019). 이러한 양갱은 질감이 부드러워 치아가 약한 노인들도 쉽게 먹을 수 있고 색과 향이 좋아 남녀노소 모두 즐길 수 있다(Park and Lee, 2019). 양갱의 주 원료인 한천이 식이섬유로 구성되어 있어 칼로리가 낮고 보수력이 커서 적당량 섭취하면 쉽게 포만감을 주어 정장작용 및 변비에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2018). 최근 기능성 건강식품에 대한 소비자들의 관심증대와 건강한 맛과 다양성을 추구하는 소비성향에 부응하기 위해 다양한 맛과 식감을 가지고 있으면서, 생리활성을 내포하는 부재료를 첨가한 다양한 양갱 제조에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Choi, 2015; Park and Lee, 2019). 양갱 제조 연구로는 연근과 오미자를 첨가한 양갱(Park et al., 2004), 홍삼추출물을 첨가한 양갱(Ku and Choi, 2009), 아사이베리 분말을 첨가한 양갱(Choi,

2015), 방풍나물 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2018), 히비스커스 분말을 첨가한 양갱(Park and Lee, 2019), 가시파래 첨가 알룰로스 양갱(Kim et al., 2019) 등 과채류 형태의 부재료를 첨가한 양갱의 품질특성 연구들이 보고되어 있다.

본 연구에서는 해조 다당류가 풍부하고 면역력 증강 및 생리활성 효과 등이 우수한 기능성 천연소재인 뜻 분말의 첨가량을 달리한 양갱을 제조한 후 이화학적 특성, 관능적 특성 및 항산화 효과를 분석하여 이를 통해 수산식품소재를 활용한 노인 친화성 고품질 양갱을 제조 개발하여 기능성 건강 양갱의 이용 증대를 위한 가능성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 뜻(*Hizikia fusiformis*, Korea)은 전북 군산 소재 시장에서 2018년 국내산 건조 뜻을 구입하여 사용하였다. 양갱 제조를 위한 재료인 한천 분말(Fine Trading Co., Ltd., Damyang, Korea), 백앙금(Deadoo Food Co., Ltd., Gunsan, Korea), 설탕(Cheiljedang Co., Ltd., Incheon, Korea), 꿀(운장산농산, Wanju, Korea), 올리고당(Ottogi Co., Ltd., Ulsan, Korea)은 군산 소재 마트에서 구입하여 사용하였으며, 기타 모든 시약은 분석용 특급 시약으로 사용하였다.

뜻 분말을 첨가한 양갱의 제조

뜻 분말은 분쇄기(FM700SS, Hanil, Seoul, Korea)로 곱게 분쇄한 후, 100 mesh 체를 이용하여 고른 크기로 준비하여 뜻 양갱 제조에 사용하였다. 뜻 양갱의 재료와 배합 비율은 여러 차례의 예비실험을 통해 배합 비율을 정하였으며, 뜻 분말의 첨가 비율에 따라 백앙금의 양을 달리하였고, 물, 한천 분말, 설탕, 올리고당, 꿀은 일정한 양으로 사용하였다. 뜻 양갱의 배합 비율은 Table 1과 같다. 500 g 기준으로 제조할 때 물 2/3의 양인 95 mL에 한천 분말 5 g을 10분간 불린 후 중불에서 2분간 저어주면서 한천 분말을 녹인 다음 설탕과 올리고당, 꿀, 뜻 분말을 넣고 1분간 녹였다. 그리고 백앙금을 넣고 주걱으로 2분간 저어서 풀어준 후 마지막으로 앙금이 다 풀리면 나머지 1/3의 물 55 mL을 넣고 1-2분간 살살 저으면서 끓여준다. 불은 끈 상태에서 양갱이 굳기 전에 식힌 후 무게를 재고 양갱 틀에 넣어 냉장 상태(4°C)에서 1시간정도 보관하여 굳힌 후 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

뜻 분말을 첨가하여 제조한 양갱의 일반성분은 AOAC법(AOAC, 1990)에 따라 수분함량은 105°C 상압건조법, 조회분은 550°C 건식회화법으로 분석하였고, 조지방은 Cu(OH)₂ 침전법으로 당분을 제거한 후 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 조단백질은 Kjeldahl법을 개량한 방법인 봉산에 의한 암모니아 포집법에 따라 정량하였다. 탄수화물 함량은 고형분의 총량에서 수

분, 회분, 단백질 및 지방의 함량을 뺀 값으로 나타내었다. 모든 분석은 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

pH 및 당도 측정

각 시료 10 g과 증류수 90 mL를 믹서기(Magic MCH-308, Tongyang/Magic, Seoul, Korea)에 넣어 5분간 균질화하여 상온에서 10분간 정치한 후, 그 용액을 원심분리(1,800 g, 15분)하여 상층액을 취하여 pH 및 당도를 측정하였다. 각 시료의 pH는 pH meter (SevenCompact™pH/Ionmeter S220, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 각 시료의 당도는 당도계(HSR-500, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 시료를 당도계 렌즈에 넓게 펼쳐 채운 후 3회 반복 측정하여 °Brix % 표시하였다.

색도 측정

각 시료의 색도는 색차계(JC801, Color Techno System Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 L (명도), a (적색도) 및 b (황색도)값을 측정하였다. 시료 당 3회 반복하여 측정된 뒤 그 평균값을 나타내었다. 측정 시 사용한 표준 백색판(calibration plate)은 L값이 96.5, a값은 -0.13, b값은 -0.05이었다.

조직감 측정

투스 분말을 첨가한 양갱의 조직감 측정은 양갱을 일정한 크기(20×20×20 mm)로 자른 다음 texture analyzer (LS1, Lloyd Instruments Ltd., Bognor Regis, England)를 이용하여 plunger diameter 10.0 mm, pretest speed 5.0 mm/s, test speed 5.0

mm/s, posttest 5.0 mm/s, distance 10.0 mm, contact force 5.0 g의 조건으로 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 부착성(adhesiveness), 검성(gumminess)을 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

Total polyphenol 함량 및 total flavonoid 함량 측정

투스 양갱 추출물 제조는 투스 양갱 50 g에 70% 에탄올 450 mL를 가하여 25°C에서 24시간 동안 shaking incubator (120 rpm)에서 추출한 다음 원심분리(1,800 g, 15분)한 후 상층액을 회수하였다. 이 상층액을 55°C에서 50 mL로 감압 농축하여 투스 양갱의 추출물 시료로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Denis법을 약간 변형한 Shetty et al. (1995)의 방법에 준하여 수행하였다. 각 시료(1 mL)에 95% 에탄올 용액 1 mL와 증류수 5 mL를 넣어 혼합한 후 50% Folin-Ciocalteu reagent 0.5 mL를 넣고 5분간 반응시켰다. 여기에 5% Na₂CO₃ 용액 1 mL를 가한 후 어두운 상태에서 1시간 동안 반응시킨 후 분광광도계(Optizen Pop, KLAB, Seoul, Korea)를 이용하여 파장 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 gallic acid를 표준물질로 사용하여 동일한 방법으로 작성된 표준 총 폴리페놀 함량으로 환산하였다.

총 플라보노이드 함량은 Moreno et al. (2000)의 방법을 약간 변형하여 아래와 같이 측정하였다. 각 시료 용액(0.5 mL)에 1.5 mL, 95% 에탄올을 혼합한 다음 0.1 mL, 10% aluminum nitrate 와 0.1 mL, 1 M potassium acetate를 차례로 가하여 혼합한 후 실온에서 3분간 반응시킨 다음 증류수 2.8 mL를 가하여 혼합한 후 실온에서 30분간 반응시킨 후 파장 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin을 표준물질로 사용하여 동일한 방법으로 작성된 표준 곡선으로부터 총 플라보노이드 함량으로 환산하였다.

항산화 활성 측정

ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA] radical 소거능은 ABTS⁺ radical decolorization assay (Re et al., 1999) 방법을 이용하여 측정하였다. 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM potassium persulfate를 동량 혼합하여 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 다음 실험 직전에 ABTS 용액을 734 nm에서 흡광도가 1.000±0.030 (mean±SD)가 되도록 phosphate-buffered saline (pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 추출물 50 µL에 ABTS 용액 950 µL를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식, ABTS⁺ radical scavenging ability(%)=[(Control₇₃₄ - Sample₇₃₄)/Control₇₃₄]×100에 의하여 활성을 산출하였다.

환원력(reducing power)은 Oyaizu(1988)의 방법을 일부 수정한 Lee et al. (2017b)의 방법으로 측정하였다. 각 시료용액(1 mL)에 1 mL의 0.2 M sodium phosphate 완충액(pH 6.6)과 1 mL의 1% (w/v) potassium ferricyanide을 차례로 가하여 혼합

Table 1. Recipe of yanggaeng added with different concentration of *Hizikia fusiformis*

Ingredients	(Unit: g)					
	HFY0 ¹	HFY1 ²	HFY2 ³	HFY3 ⁴	HFY4 ⁵	HFY5 ⁶
<i>Hizikia fusiformis</i> powder	0.0	2.8	5.5	8.3	11.0	13.8
Cooked white bean	275.0	272.3	269.5	266.8	264.0	261.3
Agar powder	5	5	5	5	5	5
Honey	15	15	15	15	15	15
Oligosaccharide	30	30	30	30	30	30
Sugar	30	30	30	30	30	30
Water	145	145	145	145	145	145
Total weight	500	500	500	500	500	500

¹HFY0, Yanggaeng added with 0% of *H. fusiformis* powder. ²HFY1, Yanggaeng added with 1% of *H. fusiformis* powder. ³HFY2, Yanggaeng added with 2% of *H. fusiformis* powder. ⁴HFY3, Yanggaeng added with 3% of *H. fusiformis* powder. ⁵HFY4, Yanggaeng added with 4% of *H. fusiformis* powder. ⁶HFY5, Yanggaeng added with 5% of *H. fusiformis* powder.

한 후, 50°C의 항온수조에서 20분 동안 반응시켰다. 이 반응액에 1 mL의 10% (w/v) trichloroacetic acid (TCA)를 가하여 반응을 정지시킨 후, 원심분리(1,890 g, 10분)하였다. 상층액 1.5 mL에 1.5 mL의 증류수 와 0.3 mL의 0.1% (w/v) ferric chloride 용액을 혼합하여, 10분 동안 실온에서 정치한 후, 파장 700 nm에서 흡광도를 측정하여 환원력으로 나타내었다. 흡광도가 높을수록 환원력이 큰 것을 의미한다.

관능검사

팥 분말을 첨가한 양갱의 관능평가는 식품생명공학을 전공하는 남녀 대학생 50명을 대상으로 실험목적 및 평가항목에 대하여 충분히 인지하도록 설명한 다음 기호도 검사를 실시하였다(군산대학교 생명윤리위원회 생명윤리 면제심의 윤리면제 승인 번호: 1040117-202005-HR-007-02). 각각의 시료는 실온을 유지시키면서 색과 향이 없는 용기에 일정량을 담아 스푼과 같이 제공하였으며, 한 가지의 시료를 평가하고 난 다음에 반드시 물로 입안을 헹군 뒤 기호도 검사를 실시하였다. 평가항목은 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference)이고, 각 항목에 대하여 9점 기호도 척도(hedonic scale)로 평가하였다. 기호도 평가 시 1점은 '매우 싫다'에서 9점 '매우 좋다'까지 점수를 부여하도록 하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS 22.0 package program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 통계처리 하여 3회 측정된 값의 평균 ± 표준편차로 나타내었다. 각 시료 간의 유의성 검정은 분산분석(ANOVA)을 한 후 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 따라 분석하여 시료 간 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

팥 분말을 첨가한 양갱의 일반성분

팥 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 양갱의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 팥 양갱의 수분함량은 팥 분말을 넣지

않은 대조군(HFY0)이 34.76%이었고, 팥 분말을 1-5% 첨가한 팥 양갱(HFY1-HFY5)의 수분함량은 36.21-36.90%로 대조군에 비해 유의적으로 높은 수분함량을 보였다(P<0.05). 팥 첨가량을 달리한 첨가군(HFY1-HFY5)의 수분함량은 팥 분말 첨가량의 증가와 상관없이 모두 유사한 결과를 얻었다. 이러한 결과들은 팥 가루를 첨가한 설기떡 연구(Lee and Kim, 2011)에서 대조군에 비해 팥 가루 첨가 시 점질성 복합 다당류에 의해 수분함량이 증가한다는 결과와 팥 가루를 첨가한 절편 연구(Pyun et al., 2012)에서 팥의 첨가량을 증가(2-8%)하여도 비율별 절편의 수분 함량이 유의적인 차이가 없다는 결과들과 유사하였다. 한편, 녹차가루를 첨가한 양갱의 연구(Choi et al., 2010)에서는 녹차가루의 첨가량 증가에 따른 양갱의 수분 함량 증가는 녹차가루의 수분 결합력이 커서 높은 수분 보수성을 갖기 때문이라고 보고하였다.

팥 분말을 첨가한 양갱의 조회분 분석 결과 대조군(HFY0)은 0.26%이었으나, 팥 분말을 1-5% 첨가한 팥 양갱(HFY1-HFY5)의 회분 함량은 0.34-0.66%로 팥 분말 첨가량의 증가에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였으며, 각 첨가량 간에 유의적인 차이가 나타났다(P<0.05). 이는 양갱 제조 시 팥 분말의 첨가량을 증가시킴으로 팥 유래 회분량이 점차적으로 높아졌다고 판단된다. 팥 양갱의 조단백질 및 조지방 분석 결과, 팥 분말을 첨가하지 않은 대조군과 팥 분말 첨가군의 조단백은 2.86-3.48%이고, 조지방은 0.55-0.68%로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 팥 분말의 첨가 유무 및 첨가량 간에 조단백 및 조지방 함량은 상관관계가 크게 없는 것으로 생각된다. 팥 양갱의 탄수화물 함량 분석 결과, 팥 분말을 첨가하지 않은 대조군(HFY0)은 61.08%이었으나, 팥 분말을 1-5% 첨가한 팥 양갱(HFY1-HFY5)의 탄수화물 함량은 58.61-59.82%로 팥 첨가량의 증가에 따른 탄수화물 함량의 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다.

팥 분말을 첨가한 양갱의 pH와 당도

팥 분말을 첨가한 양갱의 pH를 측정할 결과는 Table 3에 나타내었다. 각 조건 별로 제조한 양갱의 pH를 측정할 결과 팥 분말

Table 2. Proximate compositions of yanggaeng with different concentration of *Hizikia fusiformis*

(Unit: %)

Sample ¹	Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate
HFY0	34.76±0.00 ^{f2,3}	0.26±0.01 ^f	3.27±0.09 ^{ab}	0.62±0.09 ^a	61.08±0.01 ^a
HFY1	36.90±0.00 ^b	0.34±0.01 ^e	3.48±0.47 ^a	0.65±0.40 ^a	58.61±0.39 ^d
HFY2	36.31±0.00 ^c	0.40±0.01 ^d	2.86±0.21 ^b	0.60±0.01 ^a	59.82±0.22 ^b
HFY3	36.93±0.00 ^a	0.50±0.00 ^c	3.26±0.00 ^{ab}	0.55±0.03 ^a	58.74±0.04 ^d
HFY4	36.21±0.00 ^e	0.59±0.01 ^b	3.06±0.16 ^{ab}	0.68±0.09 ^a	59.46±0.06 ^c
HFY5	36.27±0.00 ^d	0.66±0.02 ^a	3.30±0.08 ^a	0.61±0.06 ^a	59.15±0.10 ^c

¹Refer to Table 1. ²Value are mean±SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)의 pH가 6.55로 가장 높은 것으로 나타났다. 반면에 톳 분말을 1% 첨가한 양갱(HFY1)의 pH는 6.48, 2% 첨가한 양갱(HFY2)의 pH는 6.44, 3% 첨가한 양갱(HFY3)의 pH는 6.40, 4% 첨가한 양갱(HFY4)의 pH는 6.34, 5% 첨가한 양갱(HFY5)의 pH는 6.32로 톳 분말의 첨가량이 증가할수록 양갱의 pH가 감소하는 경향을 보였으며, 각 첨가량 간에 유의적인 차이를 나타냈다($P < 0.05$). 이러한 결과들은 톳을 첨가한 흰찰쌀보리죽에 대한 연구(Lee et al., 2016)와 다시마죽의 품질특성 연구(Lee et al., 2017b)에서 톳과 다시마 분말의 첨가량이 증가할수록 해조류에 존재하는 유기산의 영향으로 pH가 유의적으로 감소한다는 결과와 일치하였다.

톳 양갱의 당도 측정 결과는 Table 3과 같이 나타났다. 톳 분말을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)의 당도는 3.46 °Brix (%)이었고, 톳 분말을 1-5% 첨가한 톳 양갱(HFY1-HFY5)의 당도는 3.40-3.60 °Brix (%)로 톳 분말 첨가에 따른 당도의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 가시파래를 첨가한 알룰로스 양갱(Kim et al., 2019)의 연구에서 대조군과 가시파래 첨가군의 당도가 유사한 경향을 보이는 결과와 일치하였다.

톳 분말을 첨가한 양갱의 색도

톳 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 양갱의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 명도를 나타내는 L (lightness)값의 경우 톳 분말을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)은 30.29, 톳 분말을 첨가한 양갱 HFY1은 21.54, HFY2는 17.09, HFY3은 13.85, HFY4는 12.65, HFY5는 11.27로 톳 분말 첨가량이 증가하면서 유의적으로 감소하였고, 각 첨가량 간에 유의적인 차이를 보였다($P < 0.05$). 적색도를 나타내는 a (redness)값은 톳 분말을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)이 -0.66으로 가장 낮았고, 5% 톳 분말을 첨가한 양갱(HFY5)이 3.58로 가장 높았다. 또한 황색도를 나타내는 b (yellowness)값은 HFY0이 1.16으로 가장 낮았으며, HFY5는 6.48로 가장 높았다. 톳 분말 첨가량이 증가할수록 적색도와 황색도는 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 이는 톳

을 첨가한 고동죽(보말죽) (Mun, 2004)과 톳을 첨가한 흰찰쌀보리죽의 연구(Lee et al., 2016)에서 톳 분말 첨가량이 증가할수록 죽의 L (명도) 값이 감소하고 a (적색도)과 b (황색도) 값은 증가한다는 연구결과와 일치하였다. Lee et al. (2016)은 갈조류인 톳에는 Chlorophyll A&C, β -carotene 및 fucoxanthin 등 여러 색소들이 다량 함유되어 있어 가열 처리 시 톳의 색소들이 용출된다고 보고하였다. 따라서, 톳 분말의 첨가량이 증가할수록 양갱의 색도가 다소 어둡게 나타나는 것은 천연색소의 용출에 따른 영향이라고 생각된다.

톳 분말을 첨가한 양갱의 기계적 조직감

Table 5는 톳 분말의 양을 달리하여 제조한 양갱의 조직감을 texture analyzer로 측정된 결과를 나타내었다. 경도(hardness)를 분석한 결과, 톳 분말을 첨가하지 않은 대조군(HFY0)은 $610 \times 10^2 \text{ g/cm}^2$ 이고, 톳 분말 첨가군은 톳의 첨가량이 1%에서 5%로 증가할수록 경도는 713×10^2 에서 $223 \times 10^2 \text{ g/cm}^2$ 로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($P < 0.05$). 이러한 결과들은 톳 분말 첨가량이 증가함에 따라 톳의 점질성 복합다당류의 증가에 따른 영향이라 생각된다. 녹차가루 첨가 양갱(Choi et al., 2010) 및 숙성 흑율피 첨가 양갱(Lee et al., 2017a)의 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 감소한다는 보고는 본 실험 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 반면에, 가시파래 첨가 양갱(Kim et al., 2019) 및 더덕 첨가 양갱(Kim and Chae, 2011)의 연구에서는 부재료 첨가 비율이 증가할수록 양갱의 경도가 증가한다는 보고도 있다. 부착성(adhesiveness)은 톳 분말을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)은 5.83 N·mm이고, 톳 분말을 1% 첨가한 양갱(HFY1)은 8.21; 3% 첨가한 양갱(HFY3)은 5.51; 5% 첨가한 양갱(HFY5)은 4.39 N·mm로 톳 분말 첨가량을 증가함에 따라 부착성은 감소하는 경향을 보였다. 톳 양갱의 탄력성(springiness) 분석 결과, 대조군인 HFY0은 0.66으로 가장 낮았지만, 톳 분말을 1-5%로 증가시킨 첨가군의 탄력성도 0.67-0.73으로 대조군과 첨가군 간에 큰 차이는 보이지 않

Table 3. pH and °Brix of the yanggaeng with different concentration of *Hizikia fusiformis*

Sample ¹	pH ^{2,3}	°Brix
HFY0	6.55±0.02 ^{a,2,3}	3.46±0.11 ^b
HFY1	6.48±0.00 ^b	3.60±0.00 ^a
HFY2	6.44±0.01 ^c	3.60±0.00 ^a
HFY3	6.40±0.01 ^d	3.46±0.11 ^b
HFY4	6.34±0.00 ^e	3.40±0.00 ^b
HFY5	6.32±0.01 ^e	3.60±0.00 ^a

¹Refer to Table 1. ²Values are mean±SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Color value of the yanggaeng with different concentration of *Hizikia fusiformis*

Sample ¹	Color value		
	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)
HFY0	30.29±0.17 ^{a,2,3}	-0.66±0.01 ^e	1.16±0.34 ^e
HFY1	21.54±0.33 ^b	1.92±0.03 ^d	4.74±0.13 ^d
HFY2	17.09±0.58 ^c	2.73±0.03 ^c	5.54±0.04 ^c
HFY3	13.85±0.23 ^d	2.76±0.01 ^c	5.84±0.03 ^{bc}
HFY4	12.65±0.29 ^e	3.44±0.12 ^b	6.02±0.19 ^b
HFY5	11.27±0.22 ^f	3.58±0.04 ^a	6.48±0.10 ^a

¹Refer to Table 1. ²Values are mean±SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

았다. 이러한 결과들은 가시파래를 첨가한 알룰로스 양갱(Kim et al., 2019)의 연구에서 가시파래의 첨가량이 증가하여도 탄력성은 큰 차이가 없다는 결과와 유사하였다. 검성(gumminess)은 톳 분말을 첨가하지 않은 대조군(HFY0)은 746×10^2 , 1% 첨가 양갱(HFY1)은 $1,193.40 \times 10^2$, 3% 첨가 양갱(HFY3)은 371×10^2 , 5% 첨가 양갱(HFY5), 127×10^2 dyne/cm²으로 톳 분말 첨가량을 증가함에 따라 검성은 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과들은 숙성 흑올피를 첨가한 양갱의 연구(Lee et al., 2017a)에서 흑올피 가루의 첨가량이 증가할수록 검성이 감소하였다는 결과와 유사하였다. 그리고 검성은 경도와 관련되어 계산되는 값으로 경도가 증가함에 따른 결과로 사료된다(Kim et al., 2019). 씹힘성(chewiness)에서는 톳 분말을 첨가하지 않은 대조군(HFY0)은 47×10^2 g, 톳 분말 첨가군 HFY1은 80×10^2 , HFY2, 67×10^2 ; HFY3, 25×10^2 ; HFY4, 15×10^2 ; HFY5, 7×10^2 g로 톳 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 이러한 결과들은 가시파래를 첨가한 양갱(Kim et al., 2019)의 연구에서 가시파래의 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 증가한다는 결과와 상이한 반면, 숙성 흑올피 첨가 양갱(Lee, et al., 2017a)의 연구에서는 부재료의 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 감소한다는 결과가 보고되어 본 연구 결과와 일치하였다. 이러한 차이는 첨가되는 부재료에 따라 조직감 특성이 다르게 나타난다는 것을 보여준다고 할 수 있다. 식품 형태의 복원력을 나타내는 응집성(cohesiveness)에서 톳 분말을 첨가하지 않은 대조군(HFY0)은 0.13이고, 톳 분말을 첨가한 첨가군(HFY1-HFY5)은 0.16-0.03으로 톳 분말의 첨가량이 증가할수록 응집성은 다소 감소하는 경향을 보였다. 이상의 결과들을 종합하면 양갱의 부재료로 톳 분말을 첨가하였을 때 양갱의 경도, 검성 및 씹힘성에 많은 영향을 주는 것으로 생각된다.

톳 분말을 첨가한 양갱의 Total polyphenol 및 Total flavonoid 함량 측정

톳 분말 첨가에 따른 양갱의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정 결과는 Table 6과 같다. 총 폴리페놀 함량은 톳 분말을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)이 1.57, 1% 첨가한 양갱(HFY1)은

3.65, 3% 첨가한 양갱(HFY3)은 6.40, 5% 첨가한 양갱(HFY5)은 9.82 mg GAE/100 g으로 톳 분말의 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다(P<0.05). Kim et al. (2013)의 식용해조류 6종의 페놀성화합물 연구에서 해조류에는 페놀화합물이 다량 함유되어 있으며 특히 식용해조류 중 톳은 폴리페놀 함량이 가장 높은 것으로 보고하였다. 더구나, 다시마를 첨가한 보리 된장(Oh et al., 2014) 및 죽(Lee et al., 2017b)에 관한 연구에서 다시마의 첨가량을 증가시키기에 따라 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다는 보고는 본 연구 결과와 일치하였다. 따라서 톳 분말의 첨가량 증가와 총 폴리페놀 함량의 증가는 연동한다고 생각된다. 따라서 톳 분말을 첨가하지 않은 양갱보다 톳 분말을 첨가한 양갱에서 톳의 폴리페놀류에 의한 항산화 효능이 현저히 우수할 것으로 기대된다.

톳 분말 첨가에 따른 양갱의 총 플라보노이드 함량 측정 결과, 톳을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)의 플라보노이드 함량은 0.82 이고, 톳 분말을 1-5% 첨가한 양갱의 플라보노이드 함량은 각각 HFY1, 2.27; HFY2, 3.12; HFY3, 3.97; HFY4, 5.27; HFY5, 5.62 mg QE/100 g으로 톳 분말의 첨가량 증가에 따라 플라보노이드 함량도 비례적으로 증가하는 경향을 보였다. 톳 분말을 첨가하지 않은 대조군과 톳 분말을 첨가한 첨가군 간의 플라보노이드 함량에는 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.05). 이러한 결과는 가시파래 분말을 첨가한 양갱의 연구(Kim et al., 2019)에서 가시파래 첨가량을 증가함에 따라 플라보노이드 함량이 증가했다는 결과와 일치하였다. 플라보노이드는 주로 anthocyanidins, flavonols, flavones, catechins 및 flavanones 등으로 구성되어 있고 그 구조에 따라 특정 플라보노이드는 항산화 및 다양한 생리활성을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(Middleton and Kandaswami, 1994).

톳 분말을 첨가한 양갱의 항산화 활성 측정

톳 분말 첨가량을 달리한 톳 양갱의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성 및 환원력을 측정된 결과는 Table 7에 나타내었다. 톳 분말을 첨가한 양갱의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성은 톳 분말을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)은 25.62%로 가장 낮았지만, 1% 첨가한 양갱

Table 5. Texture of the yanggaeng with different concentration of *Hizikia fusiformis*

Sample ¹	Hardness (g/cm ²) (x10 ²)	Adhesiveness (N·mm)	Springiness	Gumminess (dyne/cm ²) (x10 ²)	Chewiness (g) (x10 ²)	Cohesiveness
HFY0	610.04±41.39 ^{b,2,3}	5.83±0.77 ^b	0.66±0.02 ^b	746.99±140.97 ^b	47.26±10.42 ^c	0.13±0.03 ^b
HFY1	713.90±28.01 ^a	8.21±0.59 ^a	0.67±0.01 ^b	1,193.40±93.58 ^a	80.03±6.78 ^a	0.16±0.00 ^a
HFY2	565.13±33.42 ^c	5.97±1.23 ^b	0.67±0.05 ^b	819.07±181.13 ^b	67.92±12.12 ^b	0.15±0.02 ^{ab}
HFY3	340.31±32.97 ^d	5.51±0.59 ^b	0.70±0.03 ^{ab}	371.77±62.45 ^c	25.85±6.07 ^d	0.08±0.00 ^c
HFY4	318.48±19.05 ^d	4.43±0.59 ^c	0.71±0.01 ^a	205.16±28.61 ^d	15.29±2.58 ^e	0.06±0.01 ^c
HFY5	223.44±14.32 ^e	4.39±0.06 ^c	0.73±0.01 ^a	127.51±28.32 ^d	7.89±1.49 ^e	0.03±0.01 ^d

¹Refer to Table 1. ²Values are mean±SD (n=10). ³Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

(HFY1)은 47.58%, 3% 첨가한 양갱(HFY3)은 67.67%, 5% 첨가한 양갱(HFY5)에서는 96.86%로 나타났다. 톳 분말의 첨가량이 증가함에 따라 양갱의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성은 비례적으로 증가하였고, 톳 분말 첨가량 간에 유의적 차이를 보였다 ($P<0.05$). Kwon and Youn (2017)은 톳 추출물을 제조하여 톳 추출물의 농도 별(0.1, 0.5, 1, 5, 10 mg/mL)로 항산화활성을 측정된 결과 추출물의 농도가 증가할수록 ABTS⁺ 라디칼 소거활

성이 높아지는 연구 결과를 보고하였다. 더구나 다시마를 첨가한 죽의 연구(Lee et al., 2017b)에서도 다시마의 첨가량이 증가할수록 라디칼 소거활성이 높아져 본 연구 결과와 일치하는 경향을 보였다.

톳 양갱의 환원력을 측정한 결과, 톳 분말을 첨가하지 않은 양갱(HFY0)은 0.83으로 가장 낮았지만, 톳 분말을 1-5% 첨가한 양갱의 흡광도 수치는 1.13-1.52로 톳 분말 첨가량을 증가함에 따라 환원력이 점차적으로 높아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 홍삼 양갱의 연구(Ku and Choi, 2009)에서 홍삼 양갱 대조군이 0.16, 1%; 홍삼 양갱, 0.72; 2% 홍삼 양갱, 1.14; 3% 홍삼 양갱, 1.60으로 홍삼 추출물 함량의 증가에 따라 흡광도 수치가 유의적으로 증가한다는 결과와 유사하였다. 이러한 톳 분말의 첨가량 증가에 따른 항산화능이 높아지는 것은 톳에 함유된 페놀성 물질의 증가에 따른 결과라고 사료된다.

톳 분말을 첨가한 양갱의 기호도 평가

톳 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 양갱의 관능적 기호도 검사 결과는 Table 8과 같다. 양갱의 외관을 평가하는 색(color)에 대한 기호도 검사 결과, 톳 분말을 1% 첨가한 양갱(HFY1)이 4.74로 가장 낮았지만, 톳 분말을 4% 첨가한 양갱(HFY4)이 5.88로 다른 농도의 첨가군에 비해 높은 평가를 받았다. 톳 양갱의 해초 특유의 향(aroma)에 대한 기호도 검사 결과에서는 톳 분말을 1% 첨가한 양갱(HFY1)이 3.72의 값으로, HFY2, HFY3, HFY4, HFY5에 비해 높은 기호도를 보였다. 양갱의 해초 특유의 맛(flavor)에 대한 기호도는 톳 분말을 2% 첨가한 양갱(HFY2)이 4.92로 첨가군 중에서 가장 높은 평가를 받았지만, 3%, 4%, 5%로 톳 분말 첨가량이 증가할수록 맛의 기호도는 낮아지는 경향을 보였다. 이 같은 결과는 톳 분말 첨가량이 적더라도 해초의 향과 맛에 크게 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 씹힘성(chewiness)의 기호도는 톳 분말을 4% 첨가한 양갱(HFY4)이 5.24로 가장 높은 평가를 받았으나, 5% 첨가한 양갱(HFY5)은 4.82로 기호도가 급격히 떨어져 가장 낮은 평가를 받았다. 톳 분말을 첨가한 양갱의 전반적인 기호도(overall acceptance)는 2% 톳 분말을 첨가한 양갱(HFY2)이 4.80으로 톳 첨가군 중 전반적인 기호도가 가장 높았으나, 톳을 첨가하지 않

Table 6. Total polyphenol and flavonoid contents of the yanggaeng with different concentration of *Hizikia fusiformis*

Sample ¹	Total polyphenol contents (mg GAE / 100 g)	Total flavonoid contents (mg QE / 100 g)
HFY0	1.57±0.15 ^{d,2,3}	0.82±0.19 ^d
HFY1	3.65±0.07 ^e	2.27±0.18 ^c
HFY2	5.18±0.20 ^d	3.12±0.19 ^{bc}
HFY3	6.40±0.20 ^c	3.97±0.39 ^b
HFY4	8.36±0.28 ^b	5.27±0.66 ^a
HFY5	9.82±0.22 ^a	5.62±1.10 ^a

¹Refer to Table 1. ²Values are mean ± SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 7. Antioxidant activities of the yanggaeng with different concentration of *Hizikia fusiformis*

Sample ¹	ABTS ⁺ radical scavenging activity (%)	Reducing Power (A_{700})
HFY0	25.62±1.94 ^{d,2,3}	0.83±0.02 ^c
HFY1	47.58±2.56 ^c	1.13±0.03 ^b
HFY2	63.25±2.22 ^b	1.18±0.11 ^b
HFY3	67.67±10.1 ^b	1.29±0.19 ^{ab}
HFY4	89.35±1.45 ^a	1.31±0.23 ^{ab}
HFY5	96.86±1.53 ^a	1.52±0.17 ^a

¹Refer to Table 1. ²Values are mean±SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 8. Sensory preference of the yanggaeng with different concentration of *Hizikia fusiformis*

Sample ¹	Color	Aroma	Flavor	Chewiness	Overall acceptability
HFY0	6.70±1.60 ^{a,2,3}	5.76±1.59 ^a	7.12±1.62 ^a	6.02±1.80 ^a	6.54±1.78 ^a
HFY1	4.74±1.68 ^c	3.72±1.95 ^b	4.74±2.22 ^b	5.04±1.95 ^b	4.72±2.01 ^b
HFY2	5.32±1.87 ^{bc}	3.52±1.71 ^{bc}	4.92±2.00 ^b	5.18±1.83 ^b	4.80±1.84 ^b
HFY3	5.54±1.76 ^{bc}	3.36±1.80 ^{bc}	4.54±1.91 ^b	4.94±1.86 ^b	4.68±2.00 ^b
HFY4	5.88±1.75 ^b	3.38±1.72 ^{bc}	4.46±2.03 ^b	5.24±1.97 ^b	4.38±1.96 ^b
HFY5	4.94±2.43 ^c	2.88±1.93 ^c	4.26±2.32 ^b	4.82±2.01 ^b	4.20±2.23 ^b

¹Refer to Table 1. ²Values are mean±SD (n=50). ³Means with different letters in a column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

은 대조군에 비해 유의적으로 낮은 결과를 나타냈다. 톳 첨가량을 2%에서 점진적으로 증가시키면 전반적인 기호도는 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 기호도 검사 결과에서 대조군과 톳 분말 첨가군 간의 기호도 평가의 점수는 유의적 차이를 보였으나, 첨가군의 톳 분말 첨가량의 증가에 따른 시료 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 2% 첨가한 양갱(HFY2)이 전반적인 기호도에서 가장 높은 평가 점수를 보였다. 이상의 결과를 통해 톳 분말의 첨가량을 적절히 조절하면 해초를 좋아하는 중·장년층 소비자들의 기호에 맞는 향산화물질과 생리기능성 물질이 다량 함유된 톳 양갱의 신제품 개발 및 소비자의 톳 가공식품에 대한 인식 개선에 도움이 될 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 2019년도 군산대학교 교수장기국외연수경비의 지원 및 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구사업임(2017R1D1A3B03029803).

References

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. In: Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington, VA, U.S.A., 777-788.

Byun HG and Kim SK. 2005. Development of physiological activity and health functional materials of seaweed. *Susan-yeon-gu* 22, 1-10.

Choi EJ, Kim SI and Kim SH. 2010. Quality characteristics of *Yanggaeng* by the addition of green tea powder. *J East Asian Soc Diet Life* 20, 415-422.

Choi KS and Oh YJ. 2008. Effect of steam-dried *Hizikia fusiformis* powder on the rheological and sensory profile of bread. *Culi Sci Hos Res* 14, 11-20.

Choi SH. 2015. Quality characteristics of *Yanggaeng* added with Acaiberry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder. *Culi Sci Hos Res* 21, 133-146. <https://doi.org/10.20878/cshr.2015.21.6.011>.

Cui YR, Kim HS, Je JG, Wang L, Oh JY, Jia L and Jeon YJ. 2019. Protective effects of antioxidant active fractions derived from the edible seaweed *Hizikia fusiformis* in oxidatively stressed human dermal fibroblasts. *Korean J Fish Aquat Sci* 52, 35-42. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0035>.

Kim HS, Shin ES and Lyu ES. 2010. Optimization of cookies prepared with *Hizikia fusiformis* powder using response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci* 26, 627-635.

Kim MH and Chae HS. 2011. A study of the quality characteristics of *Yanggaeng* supplemented with *Codonopsis lanceolata* trout (Benth et Hook). *J East Asian Soc Diet Life* 21, 228-234.

Kim MJ, Lee HH, Seo MJ, Kang BW, Park JU and Jeong YK.

2013. Antioxidation activities of organic solvent fractions obtained from seaweed, *Hizikia fusiformis*. *J Life Sci* 23, 361-367. <https://doi.org/10.5352/JLS.2013.23.3.361>.

Kim SH, Lim SB, Ko YH, Oh CK, Oh MC and Park CS. 1994. Extraction yields of *Hizikia fusiforme* by solvents and their antimicrobial effects. *J Korean Fish Soc* 27, 462-468.

Kim SJ, Kim DH and Kim MR. 2019. Physicochemical properties and antioxidant activities evaluation of allulose *Yanggaeng* containing *Enteromorpha prolifera*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48, 997-986. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2019.48.9.977>.

Kim SJ, Lee GS, Moh SH, Park JB, Auh JK, Chung YJ, Ryu TK and Lee TK. 2013. Phenolic contents and antioxidant activities of six edible seaweeds. *J Korea Acad Industr Coop Soc* 14, 3081-3088. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.6.3081>.

Ku SK and Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of red ginseng sweet jelly (*Yanggaeng*). *Korean J Food Cook Sci* 25, 219-226.

Kwon MS, Mun OJ, Bae MJ, Lee SG, Kim MH, Lee SH, Yu KH, Kim YY and Kong CS. 2015. Anti-inflammatory activity of ethanol extracts from *Hizikia fusiformis* fermented with lactic acid bacteria in LPS-stimulated RAW264.7 macrophages. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44, 1450-1457. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.10.1450>.

Kwon YR and Youn KS. 2017. Antioxidant and physiological activities of *Hizikia fusiforme* by extraction methods. *Korean J Food Preserv* 24, 631-637. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2017.24.5.631>.

Lee MW and Lee IS. 2016. Effect of adding barley flour and *Hizikia fusiformis* powder on physicochemical and sensory characteristics of Jeungpyun. *J East Asian Soc Diet Life* 26, 370-379. <https://doi.org/10.17495/easdl.2016.8.26.4.370>.

Lee SR, Lim JY and Kim MR. 2017a. Antioxidant activities and quality characteristics of *Yanggaeng* added with aged black chestnut inner shell. *Korean J Food Preserv* 24, 303-311. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2017.24.2.303>.

Lee WH, Yoo SS and Hong KW. 2018. Quality characteristics of *Yanggaeng* with *Peucedanum japonicum* powder. *Culi Sci Hos Res* 24, 114-121. <https://doi.org/10.20878/cshr.2018.24.1.012>.

Lee YJ and Kim EH. 2011. Quality characteristics of Sulgidduk added with *Hizikia fusiformis* powder. *Korean J Food Cook Sci* 27, 723-733. <https://doi.org/10.9724/kfcs.2011.27.6.723>.

Lee YJ, Kim WS, Lee BJ, Jeon YJ and Kim YT. 2017b. Quality characteristics and antioxidant activities of gruel Containing *Saccharina japonica* powder. *Korean J Fish Aquat Sci* 50, 707-713. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0707>.

Lee YJ, Lim SY, Kim WS and Kim YT. 2016. Processing and quality characteristics of glutinous barley gruel containing *Hizikia fusiformis*. *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 310-316. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0310>.

- Middleton E and Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48, 115-119.
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR and Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71, 109-114.
- Mun SH. 2004. Optimization for preparing conditions of gruel of top shell (Bomal-jook) with *Hizikia fusiforme*. MS Thesis, Jeju National University, Jeju, Korea.
- Oh SI, Sung JM and Lee KJ. 2014. Physicochemical characteristics and antioxidative effects of barley soybean paste (*Doenjang*) containing Kelp extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43, 1843-1851. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.12.1843>.
- Oh YJ and Choi KS. 2006. Effects of steam-dried *Hizikia fusiformis* powder on the quality characteristics in wet noodles. *Culi Sci Hos Res* 12, 206-221.
- Oyaizu N, Yasumizu R, Miyama-Inaba M, Nomura S, Yoshida H, Miyawaki S, Shibata Y, Mitsuoka S, Yasunaga K and Morii S. 1988. (NZW x BXSb) F1 mouse. A new animal model of idiopathic thrombocytopenic purpura. *J Exp Med* 167, 2017-2022.
- Park HH and Jung WK. 2016. *Sargassum fusiforme* fucoidan: desalination, components, antioxidant, and NO inhibition in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. *J Chitin Chitosan* 21, 75-81. <https://doi.org/10.17642/jcc.21.2.1>.
- Park MH and Lee SM. 2019. Quality characteristics of *Yanggaeng* added with *Hibiscus sabdariffa* powder. *Culi Sci Hos Res* 25, 81-88. <https://doi.org/10.20878/cshr.2019.25.10.009>.
- Park SH, Hyun JS, Park SJ and Han JH. 2004. Characteristics of *Yanggaeng* with Lotus root and Omija. *Korean J Orient Physiol Pathol* 18, 1437-1442.
- Park SH, Lee SJ, Jeon MJ, Kim SY, Mun OJ, Kim MH, Kong CS, Lee DG, Yu KH, Kim YY and Lee SH. 2014. Evaluation of biological activities of fermented *Hizikia fusiformis* extracts. *J Life Sci* 24, 304-310. <https://doi.org/10.5352/JLS.2014.24.3.304>.
- Pyun JW, Hyun YH and Nam HW. 2012. Quality characteristics of Jeolpyun with *Hizikia fusiforme* powder. *Korean J Food Nutr* 25, 196-204. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2012.25.1.196>.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang Min and Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Bio Med* 26, 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3).
- Shetty K, Curtis OF, Levin RE, Witkowsky R and Ang V. 1995. Prevention of vitrification associated with in vitro shoot culture of oregano. (*Origanum vulgare*) by *Pseudomonas spp.* *J Plant Physiol* 147, 447-451. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)82181-4](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)82181-4).
- Statistics Korea. 2020. Fishery production survey. Retrieved from <http://kosis.kr> on Jun 18, 2020.