

김(*Pyropia yezoensis*)을 첨가한 양갱의 이화학적 품질특성 및 항산화효과

이연지 · 김원석¹ · 전유진² · 김용태*

군산대학교 식품생명공학전공, ¹신라대학교 제약공학전공, ²제주대학교 수산생명의학전공

Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Yanggaeng Containing *Pyropia yezoensis*

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

This study investigated the physicochemical properties and antioxidant activities of yanggaeng prepared from agar, sugar, honey, oligosaccharide, cooked white bean paste, and different amounts (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, and 2.5%) of *Pyropia yezoensis* powder. The moisture, pH, sugar content, color, texture, antioxidant activity, and sensory properties of yanggaeng were investigated. The moisture content of yanggaeng did not change despite the increasing amount of *P. yezoensis*. The pH and sugar content decreased with increasing *P. yezoensis* concentration. The lightness decreased significantly, whereas the redness and yellowness increased with increasing amounts of *P. yezoensis*. Regarding texture profile analysis, the hardness, gumminess, chewiness, and cohesiveness decreased with increasing *P. yezoensis* content. The antioxidant activity of yanggaeng increased with increasing concentrations of *P. yezoensis* powder. Yanggaeng containing 2.5% *P. yezoensis* had the highest overall sensory acceptance score. Therefore, the addition of *P. yezoensis* to yanggaeng appears to improve its quality and antioxidant activity.

Keywords: Antioxidative activity, Physicochemical property, *Pyropia yezoensis*, Sensory preference, Yanggaeng

서 론

최근 국내외적인 생활수준의 향상과 건강 유지를 위한 웰빙 산업의 확산으로 건강기능식품 및 의약품에 이용 가능한 소재 개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 생체에 안전성이 높고 부작용이 적은 천연물인 농산물, 약용작물 및 해양생물 등을 이용한 건강 기능성물질 개발에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Lee et al., 2016; 2017a). 그 중 해양생물은 지구 전체 생물의 약 80% (30만종)를 차지하고 있으며, 육상생물과 다른 서식환경으로 인하여 생리적 대사과정과 구성성분이 매우 다양하고 풍부하여 건강 기능성 소재 및 식·의약품 소재 개발이 활발히 진행되고 있다(Lee, 2011). 우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸인 지형으로 다양한 해양생물을 쉽게 채취 및 양식할 수 있다. 특히, 김, 미역, 다시마, 툇을 포함한 해조류는 대량으로 양

식되고 있으며 그 수요는 아시아 지역을 중심으로 전체 소비량의 83-90%를 차지하고 있다(Park et al., 2014). 우리나라의 해조류 생산량은 중국, 필리핀, 일본에 이어 세계 4위의 생산국으로서 전 세계 해조류 생산량의 약 23%를 담당하고 있는 국가이다(Lee, 2013; 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(Byun and Kim, 2005; Park et al., 2014). 김(Laver *Pyropia yezoensis*)은 보라털목 보라털과 김 속의 속하는 홍조류로 해태(海苔), 해의(海衣), 해우라고 부르며, 아시아 지역인 한국을 비롯한 일본 및 중국 등지에서 많이 생산 및 소비되고 있는 해조류이다(Jimenez-Escrig and Goni, 1999). 특히, 우리나라에서는 서해남부와 남해안에서 대부분 생산되고 있으며, 2010년: 8만톤; 2015년: 64만톤; 2019

*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.2020.0672>

Korean J Fish Aquat Sci 53(5), 672-680, October 2020

Received 10 August 2020; Revised 31 August 2020; Accepted 3 September 2020

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

년: 73만톤이 생산되는 등 매년 꾸준히 생산량이 증가하는 추세이며, 생산된 김은 대부분 마른 김과 조미 김으로 가공되어 기호식품으로 소비되고 있다(Shin et al., 2013; Statistics Korea, 2020). 김에는 단백질, 비타민 A, 무기질, 지방질, 섬유질이 풍부하며 그 밖에 감칠맛과 단맛을 나타내는 taurine, alanine, glutamic acid 등의 아미노산 함량이 높고 이들 아미노산은 김 특유의 맛과 향미에 영향을 준다(Han et al., 2003). 더욱이 동물성 식품의 과잉 섭취에서 오는 식생활의 불균형을 조절하는 식물성 고단백 식품으로 알려져 있다(Han et al., 2003; Lee et al., 2017b). 특히, 김에서 추출한 식이섬유인 포피란(porphyrin)은 항종양(Noda et al., 1989), 항산화(Zhang et al., 2004), 혈중 콜레스테롤 저하작용(Lee et al., 2010)을 나타내며 항암효과 및 면역활성(Cho et al., 1990) 등 여러 기능을 하고 있어 생리기능성 효과가 높은 건강식품으로 볼 수 있다. 김을 첨가한 식품에 관한 연구로는 국수(Lee et al., 2000), 스폰지 케이크(Kweon et al., 2003), 쿠키(Hwang and Tai, 2014), 제빵(Ryu and Koo, 2015), 초콜릿(Kim et al., 2020) 등의 제조 및 품질특성에 대한 연구가 있을 뿐 다양한 종류의 식품에 적용한 연구는 충분하지 않은 실정이다.

양갱은 단묵 또는 갡(羹)이라고 하며 조선시대부터 전해 내려온 우리나라 전통 식품 중 하나이다(Park et al., 2004). 주 원료인 한천을 비롯해 설탕, 올리고당, 앙금 및 각종 부재료를 첨가하여 제조한 양갱은 부드러운 식감으로 인해 특히 치아가 약하고 삼키는 것이 어려운 노인들도 쉽게 먹을 수 있고 색과 향이 좋아 남녀노소 모두 즐길 수 있다(Lee et al., 2018; Park and Lee, 2019). 양갱의 응고제로 사용되는 해조류의 일종인 한천은 우뚝가사리에서 추출한 복합 다당류를 동결 건조한 것으로 식이섬유 함량이 80%이상으로 칼로리가 낮고 적당량 섭취하면 쉽게 포만감을 느끼며 수분 흡수량이 많아 변비에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Han and Chung, 2013; Gil et al., 2014). 최근에는 웰빙(well-being)이라는 소비 트렌드로 인하여 건강 유지 및 질병 예방을 위한 건강 기능성 식품에 대한 관심이 높아지면서 생리활성을 내포하는 부재료를 첨가한 다양한 양갱 제조에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Lee, 2013; Lee, 2017). 양갱 제조 연구로는 블루베리(Han and Chung, 2013), 울금(Lee, 2013), 토마토(Kim et al., 2014), 석류(Gil et al., 2014), 한라봉(Kim et al., 2015), 방풍나물(Lee et al., 2018) 및 히비스커스(Park and Lee, 2019) 분말 등 과채류 형태의 부재료를 첨가한 양갱의 품질특성 연구들이 보고되어 있으나 해조류를 부재료로 첨가한 연구로는 가시파래(Kim et al., 2019) 및 톳(Lee et al., 2020) 분말을 첨가한 양갱만이 보고되어 있다.

따라서, 본 연구에서는 해조 다당류가 풍부하고 다양한 생리활성 작용을 가지고 있는 김 분말을 첨가하여 양갱을 제조한 후 이화학적 및 관능적 품질 특성과 항산화 활성을 분석하여 김 양갱의 최적 배합비를 제시하고, 식품 소재로서의 김의 활용도를 높이기 위한 기초자료로 제공하고 수산식품소재를 이용한 노인

친화성식품 개발의 가능성을 알아보려고 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 김(*laver Pyropia yezoensis*)은 전북 군산시 신시도 연안에 위치한 김 양식장에서 2019년 3월에 채취한 양식 김을 실험실로 운반한 후 흐르는 물로 수세하여 염분과 협잡물을 제거한 다음 자연 건조하여 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(울장산농산, Wanju, Korea), 올리고당(Ottogi Co., Ltd., Ulsan, Korea)은 군산 소재 마트에서 구입하여 사용하였으며, 기타 모든 시약은 분석용 특급 시약으로 사용하였다.

김을 첨가한 양갱의 제조

김 분말은 분쇄기(FM700SS, Hanil, Seoul, Korea)로 곱게 분쇄한 후, 100 mesh 체를 이용하여 고른 크기로 준비하여 김 양갱 제조에 사용하였다. 김 양갱의 재료와 배합 비율은 여러 차례의 예비실험을 통해 배합 비율을 정하였으며, 김 분말의 첨가 비율에 따라 백앙금의 양을 달리하였고, 물, 한천 분말, 설탕, 올리고당, 꿀은 일정한 양으로 사용하였다. 김 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, 김 분말을 넣

Table 1. Recipe of yanggaeng added with different concentration of *Pyropia yezoensis*

Ingredients	(Unit: g)					
	PY0	PY1	PY2	PY3	PY4	PY5
<i>Pyropia yezoensis</i> powder	0.0	1.4	2.8	4.1	5.5	6.9
Cooked white bean	275.0	273.6	272.3	270.9	269.5	268.1
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

PY0, Yanggaeng added with 0% of *P. yezoensis* powder; PY1, Yanggaeng added with 0.5% of *P. yezoensis* powder; PY2, Yanggaeng added with 1.0% of *P. yezoensis* powder; PY3, Yanggaeng added with 1.5% of *P. yezoensis* powder; PY4, Yanggaeng added with 2.0% of *P. yezoensis* powder; PY5, Yanggaeng added with 2.5% of *P. yezoensis* powder.

고 1분간 잘 섞어 주었다. 그리고 백양금을 넣고 주걱으로 2분간 저어서 풀어준 후 마지막으로 양금이 다 풀리면 나머지 1/3의 물 55 mL을 넣고 1-2분간 살살 저어면서 끓여주었다. 불을 끈 상태에서 양갱이 굳기 전에 식힌 후 무게를 재고 양갱 틀에 넣어 냉장 상태(4°C)에서 1시간 정도 보관하여 굳힌 후 실험에 사용하였다.

수분 함량, pH 및 당도 측정

김 분말을 첨가하여 제조한 양갱의 수분 함량은 AOAC법 (AOAC, 1990)에 따라 105°C 상압건조법으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

김 양갱의 pH 및 당도 측정은 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 측정한 뒤 그 평균값을 나타내었다. 측정 시 사용한 표준 백색판(calibration plate)은 L값이 96.5, a값은 -0.13, b값은 -0.05이었다.

조직감 측정

김 분말을 첨가한 양갱의 조직감 측정은 양갱을 일정한 크기(20×20×20 mm)로 자른 다음 texture analyzer (LS1, Lloyd Instruments Ltd., Bognor Regis, UK)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 20회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

Total polyphenol 함량 및 Total flavonoid 함량 측정

김 양갱 추출물 제조는 김 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 김 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 nitrate와 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 혼합한 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 증류수와 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

김 분말을 첨가한 양갱의 관능평가는 군산대학교 남녀 대학생 50명을 대상으로 실험목적 및 평가항목에 대하여 충분히 인지하도록 설명한 다음 기호도 검사를 실시하였다(군산대학교 생명윤리위원회 생명윤리 면제심의 윤리면제 승인번호:

1040117-202005-HR-006-02). 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

김을 첨가한 양갱의 수분함량

김 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 양갱의 수분 함량 분석 결과는 Table 2와 같다. 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)의 수분 함량은 39.64%이었으나, 김 분말을 0.5-2.5% 첨가한 첨가군(PY1-PY5)의 수분 함량은 44.10-45.33%로 대조군에 비해 유의적으로 높은 수분함량을 보였다(P<0.05). 김 분말 첨가량을 달리한 첨가군들의 수분함량은 김 분말 첨가량의 증가와 상관없이 모두 유사한 결과를 얻었다. 이러한 결과들은 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020) 및 톳 가루를 첨가한 설기 떡(Lee and Kim, 2011) 연구에서 대조군에 비해 톳 가루 첨가 시 점질성 복합 다당류에 의해 수분 함량이 증가한다는 결과와 일치한다. 한편, 한라봉을 첨가한 양갱(Kim et al., 2015) 및 김 분말을 첨가한 쿠키(Lee et al., 2017b)의 연구에서는 대조군과 부재료의 첨가군들 간의 수분 함량은 유사한 경향을 나타낸다고 보고하였다. 따라서 양갱 제조 시 첨가하는 식품의 주재료 및 부

재료(종류, 첨가량, 분말 상태 및 건조도 등)에 따라 제품의 수분 결합력의 차이가 발생하여 수분 함량의 미세한 차이가 발생할 것으로 생각된다. 또한, 김 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 양갱의 조희분, 조단백질, 조지방 및 탄수화물 함량을 분석한 결과, 양갱의 부재료로서 김 분말 첨가 유무 및 첨가량의 증가에 따른 각각의 조희분, 조단백질, 조지방 및 탄수화물 함량의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다(결과 생략).

김을 첨가한 양갱의 pH와 당도

김 분말을 첨가한 양갱의 pH를 측정할 결과는 Table 2에 나타내었다. 각 조건 별로 제조한 양갱의 pH를 측정할 결과 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)의 pH가 7.08로 가장 높은 것으로 나타났다. 반면에 김 분말을 0.5% 첨가한 양갱(PY1)의 pH는 6.65, 1% 첨가한 양갱(PY2)의 pH는 6.59, 2% 첨가한 양갱(PY 4)의 pH는 6.46으로 김 분말의 첨가량이 증가할수록 양갱의 pH가 감소하는 경향을 보였으며, 각 첨가량 간에 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.05). 이러한 결과는 김 분말을 첨가한 쿠키(Lee et al., 2017b), 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020) 및 다시마 분말을 첨가한 죽(Lee et al., 2017a)의 연구에서 해조류 분말의 첨가량이 증가할수록 해조류에 존재하는 유기산의 영향으로 pH가 유의적으로 감소한다는 결과와 일치하였다.

김 양갱의 당도 측정 결과는 Table 2와 같다. 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)의 당도는 3.30 °Brix (%)이었고, 김 분말을 0.5-2.5% 첨가한 김 양갱(PY1-PY5)의 당도는 3.13-2.90 °Brix (%)로 김 분말의 첨가량 증가에 따라 양갱의 당도가 조금씩 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 초석잠 분말을 첨가한 양갱(Choi, 2016)의 연구에서 초석잠 분말 첨가량이 증가할수록 당도가 감소하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였으나, 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020) 및 가시파래를 첨가한 알룰로스 양갱(Kim et al., 2019)의 연구에서는 해조류 분말 첨가량을 달리하여도 당도에는 큰 변화가 나타나지 않았다. 따라서 부재료를 첨가한 양갱의 당도 변화는 첨가하는 부재료의 중

Table 2. Moisture, pH and °Brix of the Yanggaeng with different concentration of *Pyropia yezoensis*

Sample ¹	Moisture ^{2,3}	pH	°Brix
PY0	39.64±0.22 ^c	7.08±0.11 ^a	3.30±0.00 ^a
PY1	45.33±0.03 ^a	6.65±0.03 ^b	3.13±0.57 ^b
PY2	44.66±0.19 ^{ab}	6.59±0.02 ^{bc}	3.10±0.00 ^b
PY3	44.23±0.48 ^b	6.53±0.00 ^{cd}	3.00±0.00 ^c
PY4	44.35±0.14 ^b	6.46±0.00 ^d	3.00±0.00 ^c
PY5	44.10±0.80 ^b	6.46±0.01 ^d	2.90±0.00 ^d

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 .

Table 3. Color value of the yanggaeng with different concentration of *Pyropia yezoensis*

Sample ¹	Color value ^{2,3}		
	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)
PY0	34.26±0.66 ^a	-0.76±0.02 ^f	-0.57±0.09 ^f
PY1	23.38±0.15 ^b	1.16±0.00 ^e	0.28±0.06 ^e
PY2	18.49±0.25 ^c	2.12±0.16 ^d	1.68±0.08 ^d
PY3	16.41±0.20 ^d	2.79±0.02 ^c	1.77±0.22 ^c
PY4	15.74±0.03 ^e	3.15±0.03 ^b	2.45±0.05 ^b
PY5	12.31±0.37 ^f	4.27±0.09 ^a	3.49±0.43 ^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.

류와 양에 따라 차이가 난다고 생각된다.

김을 첨가한 양갱의 색도

김 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 양갱의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L (lightness)값의 경우 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)은 34.26이고, 김 분말을 0.5% 첨가한 양갱(PY1)은 23.38, 1.5% 첨가한 양갱(PY3)은 16.41, 2.5% 첨가한 양갱(PY5)은 12.31로 김 분말 첨가량이 많아질수록 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). 적색도를 나타내는 a (redness)값은 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)이 -0.76으로 가장 낮았고, 0.5% 첨가한 양갱(PY1)은 1.16, 1.5% 첨가한 양갱(PY3)은 2.79, 2.5% 김 분말을 첨가한 양갱(PY5)은 4.27로 김 분말 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 황색도를 나타내는 b (yellowness)값은 대조군(PY0)이 -0.57로 가장 낮았으며, 0.5% 첨가한 양갱(PY1)은 0.28, 1.5% 첨가한 양갱(PY3)은 1.77, 2.5% 김 분말을 첨가한 양갱(PY5)은 3.49로 나타났다. 따라서 김 분말 첨가량을 증가할수록 김 양갱의 명도는 낮아지고, 적색도와 황색도는 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 이는 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020)과 톳을 첨가한 흰찰쌀보리죽(Lee et al., 2016)의 연구에서 톳 분말 첨가량이 증가할수록 L (명도) 값이 감소하고 a (적색도)과 b (황색도) 값은 증가한다는 연구결과와 일치하였다. 한편, 김 분말을 첨가한 쿠키(Lee et al., 2017b) 및 마른 김을 첨가한 흑미 쿠키(Hwang and Tai, 2014)의 연구에서는 김 분말 첨가량이 증가할수록 쿠키의 L (명도)과 b (황색도) 값이 감소되고 a (적색도) 값은 유사한 경향을 나타냈다고 보고하여 첨가되는 재료의 종류 및 조리 방법에 따라 각기 다른 색도 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

김을 첨가한 양갱의 기계적 조직감

Table 4는 김 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 양갱의 조직감을 texture analyzer로 측정한 결과를 나타내었다. 경도(hardness)를 분석한 결과, 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)은 $1186 \times 10^2 \text{ g/cm}^2$ 이고, 김 분말 첨가군은 김의 첨가량이 0.5%

에서 2.5%로 증가할수록 경도는 1058×10^2 에서 $751 \times 10^2 \text{ g/cm}^2$ 로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($P < 0.05$). 이러한 결과는 김 분말 첨가량이 증가함에 따라 김의 점질성 복합다당류의 증가에 따른 영향이라 생각된다. 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020), 녹차가루 첨가 양갱(Choi et al., 2010) 및 속성 흑울피 첨가 양갱(Lee et al., 2017c)의 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 감소한다는 보고는 본 실험 결과와 일치하였다. 반면에 가시파래 첨가 양갱(Kim et al., 2019), 더덕 첨가 양갱(Kim and Chae, 2011)의 연구에서는 부재료 첨가 비율이 증가할수록 양갱의 경도가 증가한다는 보고도 있다. 부착성(adhesiveness)은 김 분말을 첨가하지 않은 양갱(PY0)은 $10.31 \text{ N}\cdot\text{mm}$ 이고, 김 분말을 1% 첨가한 양갱(PY2)은 7.81, 2.5% 첨가한 김 양갱(PY5)은 $4.27 \text{ N}\cdot\text{mm}$ 으로 김 분말 첨가량을 증가함에 따라 부착성도 감소하는 경향을 보였다. 김 양갱의 탄력성(springiness)은 대조군인 PY0은 0.66이고, 김 분말을 0.5-2.5%로 증가시킨 첨가군의 탄력성은 0.62-0.70으로 대조군과 첨가군 간의 차이는 보이지 않았다. 이는 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020) 및 가시파래를 첨가한 알룰로스 양갱(Kim et al., 2019)의 연구에서 부재료의 첨가량이 증가하여도 탄력성은 큰 차이가 없다는 결과와 일치하였다. 점성(gumminess)의 분석 결과, 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)은 2577×10^2 , 1% 첨가 양갱(PY2)은 2079×10^2 ; 2.5% 첨가 양갱(PY5)은 $778 \times 10^2 \text{ dyne/cm}^2$ 으로 김 분말 첨가량을 증가함에 따라 점성은 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020) 및 속성 흑울피를 첨가한 양갱(Lee et al., 2017c)의 연구에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 점성이 감소하였다는 결과와 유사하였다. 그리고 점성은 경도와 관련되어 계산되는 값으로 경도가 증가함에 따른 결과로 사료된다(Kim et al., 2019). 씹힘성(chewiness)은 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)이 $168 \times 10^2 \text{ g}$, 김 분말 첨가군 PY1은 163×10^2 ; PY3: 87×10^2 ; PY5: $48 \times 10^2 \text{ g}$ 로 김 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 이 결과는 가시파래를 첨가한 양갱(Kim et al., 2019)의 연구에서 가시파래의 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 증가한 결과와는 상이한 것으로 나타났다. 한편, 톳

Table 4. Texture of the yanggaeng with different concentration of *Pyropia yezoensis*

Sample ¹	Hardness ^{2,3} (g/cm ²) ($\times 10^2$)	Adhesiveness (N·mm)	Springiness	Gumminess (dyne/cm ²) ($\times 10^2$)	Chewiness (g) ($\times 10^2$)	Cohesiveness
PY0	1186.98±81.39 ^a	10.31±1.82 ^a	0.66±0.02 ^a	2577.81±199.85 ^a	168.47±13.94 ^a	0.21±0.00 ^a
PY1	1058.77±62.41 ^b	7.13±1.41 ^{bc}	0.69±0.05 ^a	2406.14±337.11 ^{ab}	163.01±27.81 ^a	0.22±0.02 ^a
PY2	980.49±109.04 ^b	7.81±1.99 ^b	0.70±0.15 ^a	2079.34±333.83 ^b	144.78±48.39 ^a	0.20±0.01 ^a
PY3	823.39±119.43 ^c	7.31±3.51 ^{bc}	0.70±0.05 ^a	1177.78±438.18 ^c	87.25±35.76 ^b	0.14±0.05 ^b
PY4	786.29±102.57 ^c	5.00±3.57 ^{cd}	0.67±0.02 ^a	808.26±463.98 ^d	52.43±29.38 ^c	0.10±0.06 ^c
PY5	751.65±95.11 ^c	4.27±3.14 ^d	0.62±0.07 ^a	778.92±564.82 ^d	48.47±36.32 ^c	0.10±0.07 ^c

¹Refer to Table 1. ²Values are mean±SD (n=20). ³Means with different letters in a column are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020) 및 숙성 후속피 첨가 양갱(Lee et al., 2017c)의 연구에서는 부재료의 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 감소한다는 결과는 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 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)은 0.21이고, 김 분말을 첨가한 첨가군(PY1-PY5)은 0.22-0.10으로 김 분말의 첨가량이 증가할수록 응집성은 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이상의 결과, 양갱의 부재료로 김 분말을 첨가하였을 때 경도, 부착성, 점성 및 씹힘성에 많은 영향을 주는 것으로 판단된다.

김을 첨가한 양갱의 Total polyphenol 및 Total flavonoid 함량 측정

김 분말 첨가에 따른 양갱의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정 결과는 Table 5와 같다. 총 폴리페놀 함량은 김 분말을 첨가하지 않은 양갱(PY0)이 1.52, 0.5% 첨가한 양갱(PY1)은 1.84, 1.5% 첨가한 양갱(PY3)은 2.72, 2.5% 첨가한 양갱(PY5)은 5.03 mg GAE/100 g으로 김 분말의 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 이러한 결과는 마른 김을 첨가한 흑미 쿠키(Hwang and Tai, 2014) 및 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020)의 연구에서 해조류의 첨가량을 증가시키에 따라 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가한다는 결과는 본 연구결과와 일치하였다. 김을 비롯한 홍조류에는 catechin, phlorotannin, fucoxanthin 등과 같은 폴리페놀 화합물이 다량 함유되어 있어 김 분말을 첨가한 양갱의 총 폴리페놀 함량에도 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

김 분말 첨가에 따른 양갱의 총 플라보노이드 함량 측정 결과, 김을 첨가하지 않은 양갱(PY0)의 플라보노이드 함량은 0.94이고, 김 분말을 0.5-2.5% 첨가한 양갱의 플라보노이드 함량은 각각 PY1: 2.95; PY3: 9.83; PY5: 16.73 mg QE/100 g으로 김 분

말의 첨가량 증가에 따라 플라보노이드 함량이 비례적으로 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020) 및 가시파래 분말을 첨가한 양갱(Kim et al., 2019)의 플라보노이드 함량 측정 결과에서 해조류의 첨가량을 증가함에 따라 플라보노이드 함량이 증가하는 경향과 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).

김을 첨가한 양갱의 항산화 활성 측정

김 분말 첨가량을 달리한 양갱의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성 및 환원력을 측정된 결과는 Table 6에 나타내었다. 김 분말을 첨가한 양갱의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성은 김 분말을 첨가하지 않은 양갱(PY0)은 20.80%로 가장 낮았으나, 0.5-2.5% 첨가한 양갱은 25.22-53.63%으로 김 분말의 첨가량이 증가함에 따라 양갱의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성은 비례적으로 증가하였고, 김 분말 첨가량 간에 유의적 차이를 보였다(P<0.05). Lee et al. (2017b)의 김 분말 첨가 쿠키 연구에서 김 분말을 2-8% 첨가한 쿠키의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성을 측정된 결과 4.06-13.36%로 김 분말의 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가하였다고 보고하여, 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 이러한 결과에서 김 분말 첨가량의 증가에 따라 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성이 증가된다는 것을 알 수 있었다.

김 양갱의 환원력을 측정된 결과 김 분말을 첨가하지 않은 양갱(PY0)은 0.521으로 가장 낮았고, 김 분말을 0.5-2.5% 첨가한 양갱의 흡광도 수치는 0.679-0.960로 김 분말 첨가량을 증가함에 따라 환원력이 점차적으로 높아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 톳 분말을 첨가한 양갱(Lee et al., 2020)의 연구에서 대조군이 0.83, 1% 톳양갱: 1.13; 3% 톳양갱: 1.29; 5% 톳양갱: 1.52로 톳 분말 첨가량 증가에 따라 환원력의 수치가 유의적으로 증가한다는 결과와 유사하였다. 이러한 김 분말의 첨가량 증가에 따른 항산화능이 높아지는 것은 김에 함유된 페놀성 물질

Table 5. Total polyphenol and flavonoid contents of the yanggaeng with different concentration of *Pyropia yezoensis*

Sample ¹	Total polyphenol contents ^{2,3} (mg GAE/100 g)	Total flavonoid contents (mg QE/100 g)
PY0	1.52±0.14 ^e	0.94±0.13 ^g
PY1	1.84±0.14 ^e	2.95±0.17 ^f
PY2	1.89±0.20 ^e	6.31±0.19 ^e
PY3	2.72±0.25 ^d	9.83±0.42 ^d
PY4	4.19±0.35 ^c	13.43±0.47 ^c
PY5	5.03±0.17 ^b	16.73±0.50 ^b
<i>P. yezoensis</i> ⁴	2,275±33 ^a	3,789±209 ^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. ⁴70% EtOH extract of *Pyropia yezoensis*.

Table 6. Antioxidant activities of the Yanggaeng with different concentration of *Pyropia yezoensis*

Sample ¹	ABTS radical ^{2,3} scavenging activity (%)	Reducing Power (A ₇₀₀)
PY0	20.80±0.84 ^c	0.521±0.01 ^e
PY1	25.22±0.11 ^c	0.679±0.00 ^d
PY2	36.78±5.37 ^b	0.774±0.01 ^c
PY3	42.05±5.00 ^b	0.899±0.01 ^b
PY4	49.74±2.45 ^a	0.945±0.01 ^a
PY5	53.64±1.08 ^a	0.960±0.01 ^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. Sensory preference of the yanggaeng with different concentration of *Pyropia yezoensis*

Sample ¹	Color	Aroma	Flavor	Chewiness	Overall acceptability
PY0	6.66±2.16 ^a	6.17±1.93 ^a	7.09±1.85 ^a	6.69±2.20 ^a	6.97±1.87 ^a
PY1	5.22±2.33 ^b	4.08±2.22 ^b	4.00±2.47 ^c	5.60±2.54 ^{bc}	4.23±2.44 ^c
PY2	6.20±2.14 ^a	4.42±2.14 ^b	4.72±2.50 ^{bc}	5.95±2.27 ^{abc}	4.80±2.40 ^{bc}
PY3	6.29±2.01 ^a	4.18±2.21 ^b	4.95±2.52 ^b	5.22±2.38 ^c	5.00±2.30 ^{bc}
PY4	6.43±2.05 ^a	4.50±2.34 ^b	5.12±2.33 ^b	5.97±2.24 ^{abc}	5.25±2.24 ^b
PY5	6.48±2.24 ^a	3.98±2.34 ^b	5.26±2.56 ^b	6.11±2.23 ^{ab}	5.25±2.51 ^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.

의 증가에 따른 결과라고 사료된다.

김을 첨가한 양갱의 기호도 평가

김 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 양갱의 관능적 기호도 검사 결과는 Table 7과 같다. 양갱의 외관을 평가하는 색(color)에 대한 기호도 검사 결과, 김 분말을 0.5% 첨가한 양갱(PY1)이 5.22로 가장 낮았고, 2.5% 첨가한 양갱(PY5)이 6.48로 다른 농도의 첨가군에 비해 높은 평가를 받았다. 김 양갱의 해초 특유의 향(aroma)에 대한 기호도 검사 결과에서는 김 분말을 2.0% 첨가한 양갱(PY1)이 4.50으로 대조군의 6.17에 비해서는 낮은 값이지만 김 분말 첨가군 중에서는 가장 높은 평가를 받았다. 양갱의 해초 특유의 맛(flavor)의 기호도는 김 분말을 2.5% 첨가한 양갱(PY2)이 5.26으로 첨가군 중에서 가장 높은 평가를 받았으며, 김 분말 첨가량이 증가할수록 맛의 기호도는 점차적으로 높아지는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 김 분말 첨가량이 증가함에 따라 해초의 향과 맛의 기호도에 영향을 많이 준다고 생각된다. 김 분말을 첨가한 양갱의 씹힘성(chewiness)의 기호도는 김 분말을 첨가하지 않은 대조군(PY0)은 6.69로 높은 평가를 받았으나, 김 분말 첨가군 중에서는 김 분말을 2.5% 첨가한 양갱(PY5)이 6.11로 가장 높은 평가를 받았다. 김 분말을 첨가한 양갱의 전반적인 기호도(overall acceptance)는 2.0%와 2.5% 김 분말을 첨가한 양갱(HFY2)이 5.25의 동일 값으로 김 분말 첨가군 중 가장 높은 평가를 받았으나, 김을 첨가하지 않은 대조군에 비해서 낮은 결과를 나타냈다. 김 첨가량을 0.5%에서 2.5%까지 점진적으로 증가시키면 양갱의 전반적인 기호도는 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 기호도 검사 결과에서 대조군과 김 분말 첨가군 간의 기호도 평가의 점수는 유의적 차이를 보였으나, 첨가군의 김 분말 첨가량의 증가에 따른 시료 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 2.5% 첨가한 양갱(PY5)이 전반적인 기호도에서 가장 높은 평가 점수를 나타내었다. 이상의 결과를 통해 김 분말의 첨가량을 적절히 조절하면 해초를 좋아하는 소비자들의 기호에 맞는 향산화물질과 생리기능성 물질이 다량 함유된 김 양갱의 신제품 개발 및 소비자의 해조류를 이용한 수산가공식품에 대한 인식 개선에 도움이 될 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 2019년도 전북 씨그랜트 학술연구비(20170353) 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.
- Cho KJ, Lee YS and Ryu BH. 1990. Antitumor effect and immunology activity of seaweeds toward Sarcoma-180. *Bull Korean Fish Soc* 23, 345-352.
- 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 SH. 2016. Quality characteristics of yanggaeng added with chine artichoke *Stachysieboldi* Miq powder. *Culi Sci Hos Res* 22, 99-108. <https://doi.org/10.20878/cshr.2016.22.8.99>.
- Gil NY, Kim HR, Park JM, Kim SS, Lee ES and Hong ST. 2014. Quality characteristics of *yanggaeng* containing pomegranate *Punica granatum* powder. *Korean J Food Nutr* 27, 906-913. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2014.27.5.906>.
- Han JM and Chung HJ. 2013. Quality characteristics of yanggaeng Added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv* 20, 265-271. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2013.20.2.265>.
- Han JS, Lee YJ and Yoon MR. 2003. Changes of chromaticity and mineral contents of laver dishes using various cooking methods. *J East Asian Soc Diet Life* 13, 326-333.
- Hwang ES and Tai ND. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of black rice cookies with added dried laver *Porphyra tenera*. *Korean J Food Cook Sci* 30, 472-479. <https://doi.org/10.9724/kfcs.2014.30.4.472>.
- Jimenez-Escrig A and Goni-Cambrodon I. 1999. Nutritional

- evaluation and physiological effects of edible seaweeds. Arch Latinoam Nutr 49, 114-120.
- Kim DH, Kim SJ, Park MA and Kim MR. 2020. Physicochemical properties and antioxidant activities of marzipan chocolate with added dried laver. J Korean Soc Food Sci Nutr 49, 149-157. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2020.49.2.149>.
- Kim HE, Lim JA and Lee JH. 2015. Quality characteristics and antioxidant properties of yanggaeng supplemented with Hallabong powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 44, 1918-1922. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.12.1918>.
- Kim KH, Kim YS, Koh JH, Hong MS and Yook HS. 2014. Quality characteristics of yanggaeng added with tomato powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 43, 1042-1047. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.7.1042>.
- 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 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, 977-986. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2019.48.9.977>.
- Kweon BM, Jeon SW and Kim DS. 2003. Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 1278-1284.
- Lee JA, Song JS and Yoon JY. 2017b. Quality characteristics of cookies with added dried laver *Porphyra tenera* powder. Culi Sci Hos Res 23, 88-96. <https://doi.org/10.20878/cshr.2017.23.7.010>.
- Lee JA. 2017. Antioxidative capacity and quality characteristics of yanggaeng added with *Beaknyuncho* (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder. Culi Sci Hos Res 23, 33-42. <https://doi.org/10.20878/cshr.2017.23.4.004>.
- Lee JS, Lee MH and Koo JG. 2010. Effects of porphyran and insoluble dietary fiber isolated from laver, *Porphyra yezoensis*, on lipid metabolism in rats fed high fat diet. Korean J Food Nutr 23, 562-569.
- Lee JW, Kee HJ, Park YK, Rhim JW, Jung ST, Ham KS, Kim IC and Kang SG. 2000. Preparation of noodle with laver powder and its characteristics. Korean J Food Sci Technol 32, 298-305.
- Lee NY. 2013. Antioxidant effect and tyrosinase inhibition activity of seaweeds ethanol extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 42, 1893-1898. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.12.1893>.
- Lee SH. 2011. Current status and prospect of nutraceuticals from marine algae. Bull Food Technol 24, 165-175.
- Lee SH. 2013. Physicochemical and sensory characteristics of yanggaeng added with turmeric powder. Korean J Food Nutr 26, 447-452. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2013.26.3.447>.
- Lee SR, Lim JY and Kim MR. 2017c. Antioxidant activities and quality characteristics of yanggeng 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, 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>.
- Lee YJ, Kim WS, Lee BJ, Jeon YJ and Kim YT. 2017a. 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, Kim WS, Jeon YJ and Kim YT. 2020. Physicochemical properties and antioxidant activities of the yanggaeng containing *Hizikia fusiformis* powder. Korean J Fish Aquat Sci 53, 588-596. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0588>.
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(99\)00189-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(99)00189-0).
- Noda H, Amano H and Arashima K. 1989. Antitumour activity of polysaccharides and lipids from marine algae. Nippon Suisan Gakkaishi 55, 1265-1271.
- Oyaizu N, Yasumizu R, Miyama-Inaba M, Nomura S, Yoshida H, Miyawaki S, Shibata Y, Mitsuoka S, Yasunaga K and Morii S. 1988. (NZW×BXS) F1 mouse. A new animal model of idiopathic thrombocytopenic purpura. J Exp Med 167, 2017-2022. <https://doi.org/10.1084/jem.167.6.2017>.
- 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>.

- 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).
- Ryu CH and Koo JG. 2015. Effect of enzymatic hydrolysate of laver *Pyropia* on the dough and bread making properties of wheat flour. *J Fish Mar Sci Educ* 27, 467-475. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.2.467>.
- 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).
- Shin DM, An SR, In SK and Koo JG. 2013. Seasonal variation in the dietary fiber, amino acid and fatty acid contents of *Porphyra yezoensis*. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 337-342. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0337>.
- Statistics Korea. 2020. Fishery production survey. Retrieved from <http://kosis.kr> on Jun 18, 2020.
- Zhang Q, Li N, Liu X, Zhao Z, Li Z and Xu Z. 2004. The structure of a sulfated galactan from *porphyra haitanensis* and its *in vivo* antioxidant activity. *Carbohydr Res* 339, 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2003.09.015>.