

김(*Pyropia yezoensis*) 물 추출 천연 색소의 첨가에 의한 수리미 혼합물의 특성 변화

박예린 · 한현수 · 강유석 · 박정철 · 서훈서 · 최예희 · 김수형 · 우가은 · 이가혜¹ · 안동현*

부경대학교 식품공학과/식품연구소, ¹부경대학교 수산과학연구소

Properties of a Fish Surimi Mixture for Using Pigments from Laver *Pyropia yezoensis*

Ye-Lin Park, Hyeon-Su Han, Yoo-Seok Kang, Jeong-Cheol Park, Hun-Seo Seo, Ye-Hui Choi, Su-Hyeong Kim, Ka-Eun Woo, Ga-Hye Lee¹ and Dong-Hyun Ahn*

Department of Food Science and Technology and Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

¹Institute of Fisheries Sciences, Pukyong National University, Busan 46041, Republic of Korea

We investigated the physical properties and color values of surimi mixtures with added natural red pigments from laver *Pyropia yezoensis*. After adding the natural red pigment from seaweed extract to surimi, the hardness, gumminess, and chewiness of the surimi decreased compared to the negative controls. The L* color value was lower for the surimi mixture than the negative controls, but the a* and b* color values were higher. After cold storage for 7 days, the unheated surimi mixture showed increased firmness, but decreased adhesiveness. Moreover, the gumminess and chewiness of the surimi mixture stored after heating were increased compared to the pre-storage values. These results indicate that seaweed extract pigments may be used as additives for surimi, to increase the color preference, with little effect on the physical properties.

Keywords: Surimi, Natural red pigment, Laver, *Pyropia yezoensis*

서론

제조 산업 분야에서는 쾌속 조형(rapid prototype, RP)과 자동화된 공작기계를 활용해 컴퓨터 데이터를 생산방식에 다양한 방식으로 활용하고 있다(Lee, 2017). RP 장비 중 하나인 3D 프린팅 기술은 1986년 처음 미국의 Chuck Hull로부터 발명되었으며(Kim et al., 2020b), 현재 식품산업과 함께 발달하고 있다. 식품산업에 있어 3D 프린트는 경도 및 강도를 강하게 해야 하는 부담이 없어 건축, 산업용품, 의료 등의 분야보다 더 빠른 속도로 적용될 가능성이 있다(Kim et al., 2020b). 반면 식품의 경우 원료가 혼합물로 이루어져있으며 이들이 이화학적 고유특성을 가지고 있어 3D 프린트에 적합한 특성을 나타내게 하는 기술을 적용하는데 어려움이 있다(Shahrubudin et al., 2019). 그러나 현재 소비자의 요구는 동일한 대량 생산 제품보다는 맞춤형

형 상품에 대한 요구가 일반화되고 있어 이에 대한 식품 개발연구가 요구되고 있다(Kim et al., 2017). 수산물에 대한 소비자들의 소비 현황을 살펴보면 세계 공통적으로 비린내와 잔가시에 대한 부담감이 적은 게 맛살, 어육 소시지 및 새우 맛살과 같은 수산 연제품의 소비가 증가하였고, 이러한 제품들의 제조과정 상 중간 소재로 이용되고 있는 수리미가 각광을 받고 있다(Jang et al., 2006). 수리미는 경도, 점탄성 등 특이한 물성을 나타내어(Jung et al., 1993) 노즐을 통해 토출 시키고 응고시키는 과정을 거쳐야 하는 3D 프린트용 혼합물을 제조하는데 적합한 특성을 가지고 있어, 최근 3D 프린트용 혼합 반죽의 원료로 연구되고 있다(Wang et al., 2018; Kim et al., 2021; Seo et al., 2021).

냉동 수리미는 내장과 뼈를 제거하고 절취한 어육을 마쇄한 후 수세공정을 거쳐 근원섬유단백질만을 이용해 농축한 중간 소재로 1970년 이후부터 다양한 수산 연제품의 주된 원료로 이

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5831 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: dhahn@pknu.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.2022.0802>

Korean J Fish Aquat Sci 55(6), 802-807, December 2022

Received 4 October 2022; Revised 11 November 2022; Accepted 28 November 2022

저자 직위: 박예린(대학생), 한현수(대학생), 강유석(대학생), 박정철(대학생), 서훈서(대학생), 최예희(대학생), 김수형(대학생), 우가은(대학원생), 이가혜(연구원), 안동현(교수)

용되고 있으며 명태, 실꼬리돔, 대구류 등 어종이 주로 원료어로 이용되고 있다(Ahn et al., 2019). 수리미가 형성하는 가열 겔의 기능적 특성 및 품질은 조직, 색, 그리고 수분흡수율에 의해 결정된다(Lanier et al., 1991). 이러한 이유로 수리미 가공원료로는 주로 백색육 어류를 사용하고 있지만 어자원의 부족 등의 이유로 현재는 어획량의 40~50%를 차지하는 적색육 어류, 상어 등 어종에 따른 수리미 원료 특성과 어육에 다양한 첨가물 및 공정을 이용한 수리미 품질특성과 관련된 연구가 진행되고 있는데 다시마를 첨가하여 제조한 수산연제품의 품질특성(Bang et al., 2006), 게 페이스트 첨가 연제품의 제조 및 특성을 살핀 연구(Kim et al., 2005), 저급 수리미의 겔 강도 증가를 위한 첨가물의 최적화(Choi et al., 1999), 산 및 알칼리 공정으로 제조한 수리미 가열 겔의 물성(Choi et al., 2002) 등 보고된 바가 있다.

해양 식물인 해조류는 예로부터 아시아 지역에서 널리 섭취해 왔으며 각종 미네랄, 비타민 및 섬유소, 단백질 등이 풍부하게 함유되어 있을 뿐 아니라 높은 압력, 낮은 온도, 저 산소, 고 염 등의 독특한 환경에서도 서식하기 때문에 육상생물과는 다른 대사계 및 생체 방어계를 가지고 있다(Jung et al., 2013). 특정 성분에서는 항염, 항균, 항암, 항산화성을 비롯해 심근경색, 동맥경화, 협심증, 고혈압 및 뇌졸중 등의 성인병 예방에 효과적이라는 보고를 통해 해조류를 이용한 많은 연구가 진행되고 있다(Frlich and Riederer, 1995; Okai et al., 1998; Chen and Chou, 2002; Nagayama et al., 2002).

김(*Porphyra yezoensis*)은 예로부터 미역 및 다시마 등의 해조류와 함께 각종 미네랄, 식이섬유, 조미 소스, 영양의 공급원으로 애용되어 온 기호식품으로서 최근에는 이 해조 성분이 가지는 생리활성기능에 관해서 관심이 높아지고 있다(Ulagesan et al., 2020). 반면 김의 가공이나 이용 방법에 있어 단순성을 벗어나지 못하고 있고 제품 역시 다양성이 부족해 활용도를 높이기 위해서는 각종 유용 성분의 응용을 위한 연구가 필요하다. 김 자체 내에서 홍조색소로서 다량 존재하는 수용성 phycobiline계 단백질들이 건조된 김에서는 안정적으로 존재하고 있는데(Hong et al., 1997) 이 색소를 이용하기 위하여 본 연구에서는 건조 김 으로부터 물을 용매로 하여 색소를 추출하였다. 본 연구에서는 3D 프린팅을 위해 실꼬리돔 수리미로 혼합 반죽을 제조함에 있어 소비자들의 기호성에 맞는 색을 나타내기 위하여 김 가공 부산물로부터 김 물 추출물을 색소로 이용하였고 색소 첨가량에 따른 색 변화, 물성 변화, 관능 평가 등을 조사하여 3D 프린팅용 혼합 반죽에 있어 알맞은 색소 첨가량을 확인하고 3D 프린팅용 혼합 반죽으로서 적합한지에 대해 평가하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에는 SA급 냉동 실꼬리돔 수리미(golden threadfin bream *Nemipterus virgatus*)를 JS international사(Busan, Ko-

rea)에서 구입하여 -30°C 이하의 냉동고(Togliere Tensione Prima, Larp S.R.L. Co., Genova, Italy)에 저장하며 사용하였다. 실험에 사용된 김은 남천동 소재 마트에서 구입한 햇 재래 건조 돌김(오경상사)을 이용했다.

시료 준비

김을 믹서기(주서 믹서기, DA5500; DaesungArtlon Co., Anyang, Korea)로 분쇄 후 분말 형태로 하여 김 중량의 10배 정수를 가하여 4°C 냉장 상태로 12시간 진탕 추출(Mini Shaker, CMS 350; Jeio Technosystem Co., Incheon, Korea)하였다. 추출물을 3000 rpm의 속도로 10분동안 원심분리기(Centrifuge, Supra R 22; Hanil Scientific Inc., Gimpo, Korea)를 이용하여 상층액을 취하였다. 1A여과지(Filter paper; Advantec Co., Seoul, Korea)를 이용하여 감압여과(Rotary Evaporator, R 1005; CPK Co., Shanghai, China)를 한 후 10배 진공 농축하여 냉장하여 이용했다.

수리미는 -30°C 이하로 보관중인 냉동 수리미를 냉장고에서 해동시키고 난 후 가로×세로×높이가 각각 5 cm가 되도록 큐브 형태로 잘라 Silent cutter (ST11; ADE Co., Hamburg, Germany)에 넣고 분쇄하면서 얼음물 40%와 소금(Hanju Salt, Ahnsan, Korea) 1.2% (w/w), 설탕(CJ CheilJedang Co. Ltd., Seoul, Korea) 1.5% (w/w), 인산염(인산MSC, Kyeongnam, Korea) 0.5% (w/w) 및 김 물추출 색소(0.5, 1.0, 3.0%)를 각 시료에 넣고 약 15분간 혼합하였다. 혼합 후 충전기(DICK 151b; DICK Co., Hamburg, Germany)에 124 mesh로 여과한 후 기포를 제거하고 PVDC casing에 충전하고 sealing machine (Packner HR-PS2 Co., Tokyo, Japan)으로 밀봉하였다. 혼합 반죽의 특성을 알아보기 위한 시료는 밀봉 후 1시간 이내에 바로 물성, 색차 등 특성을 측정하였다. 가열 처리 후의 특성을 조사하기 위해 충전 후 수리미 혼합물은 40°C 온도 조건에서 40분 동안 항온 수조(JS-WBP-170P, 20 L; Johnsam Co., Bucheon, Korea)에서 예비 가열을 하였고, 열수 탱크(DDW-WBT110; Dongwon Scientific System Co., Busan, Korea)를 이용해 80°C 조건으로 50분간 가열하였다. 이후 5°C에 30분이상 냉각시켜 이를 시료인 가열 수리미 시료로 사용하였다(Kim et al., 2021). 가열 처리한 수리미의 경우 저장 중 안정성을 평가하기 위해 4°C에서 7일간 저장하여 실험에 사용하였다.

색도 측정

시료를 절단한 후 분광색도계(Colorimeter, JC 801; Color Technosystem Co., Nagoya, Japan)로 측정하였다. 측정값은 명도(lightness)를 나타내는 L*, 적색도(redness)를 나타내는 a*, 황색도(yellowness)를 나타내는 b*를 값으로 나타내었다. 표준백판 값은 X=92.35, Y=83.92, Z=96.98이었다.

물성 측정

물성 측정은 Texture meter (TA-XTplus; SMS Co., Surrey,

UK)를 이용하여 수리미 혼합물의 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)을 측정하였다.

비 가열 수리미 혼합 반죽의 경우, 지름 4 cm의 원통 전용용기에 담아 P/45 (45 mm diameter aluminum cylinder prove)를 이용하여 Test speed 1.0 mm/s, Strain 50.0%, Trigger force 5.0 g의 조건에서 5회 이상 측정하고 평균값으로 계산하였다. 가열 수리미의 경우, 시료를 지름 4 cm, 길이 1.5 cm로 자른 후 비 가열 수리미와 동일한 조건으로 5회 이상 측정 후 평균값을 취하였다.

관능 평가

관능평가는 훈련이 잘 된 7명 Panel (부경대학교 식품공학과 남 4명, 여 3명, 21-25세)을 선정하여 평가 대상인 수리미 혼합물의 색(color), 냄새(smell), 맛(taste), 이미(abnormal taste), 비린내(fish smell), 조직감(texture), 경도(hardness), 탄력성(elasticity) 및 전제적 기호도(preference) 등 9가지 항목들을 9점 척도를 이용하여 평가하였다. 9점 척도 중 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하였다. 시료와 시료를 검사하는 사이에 입을 행구어 결과값의 객관성을 높였다. 참여 panel은 부경대학교 기관생명윤리위원회의 승인(1041386-202110-HR-53-02)을 받아서 실험을 수행했다.

통계 처리

실험을 통해 도출된 결과에 대한 통계 분석은 SAS program (ver. 9.3; SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 실험 처리된 값의 평균값을 분산분석을 실시한 후, Duncan's multiple range test 방법으로 $P < 0.05$ 수준에서 항목 간 유의적인 차이를 검증하여 판별하였다.

결과 및 고찰

김 색소 첨가량에 따른 수리미의 색도 변화

농도 별(0, 0.5, 1.0, 3.0%) 김 색소 첨가에 따른 비 가열 수리미의 색도 변화를 Table 1에 나타냈다. 명도를 나타내는 L^* 값은 색소를 첨가하지 않았을 경우 42.94로 가장 높은 값을 나타냈다. 적색도 값 a^* 는 색소 함량이 3.0%에서 13.55로 가장 높은 값을 나타냈고, 첨가량이 증가함에 따라 적색도 역시 높아 졌다는 것을 알 수 있다. 수리미 황색도 b^* 는 색소 첨가가 3.0%에서 2.87로 가장 높은 값을 나타냈다.

각 농도 별 색소를 첨가한 비 가열 수리미의 7일간 냉장보관 후의 색도 변화는 Table 2와 같다. 첨가량에 따른 특징은 제조 직후와 같은 경향을 나타내어 명도는 색소를 첨가하지 않았을 때 가장 높은 값을 보였고, 적색도와 황색도는 3.0%에서 가장

높은 값을 나타냈다. 제조 직후의 색도와 비교하면 명도와 황색도는 감소하였으나 적색도는 그대로 유지되어 7일간 냉장 저장하여도 적색도는 유지되어 색도 안정성은 높은 것으로 나타났다.

농도 별(0, 0.5, 1.0, 3.0%) 색소를 첨가하고 가열 처리한 수리미의 색도 변화를 나타낸 결과는 Table 3과 같다. 가열 전 수리미(Table 1)에 비하여 명도는 현저히 증가하였으며, 황색도도 증가하였다. 그러나 적색도는 감소하여 김 적색소는 열에 안정성이 떨어지는 특징을 가지고 있는 것으로 나타났다. 이러한 특징을 감안하면 가열처리하는 제품에 김 물추출 색소를 첨가

Table 1. Color values analysis of unheated surimi products by red natural pigment from laver *Pyropia yezoensis* treatment

Red natural pigment (wt%)	L^*	a^*	b^*
0	42.94±0.12 ^a	3.94±0.14 ^d	0.05±0.10 ^d
0.5	42.64±0.15 ^b	8.48±0.19 ^c	0.70±0.15 ^c
1.0	35.56±0.15 ^c	12.26±0.26 ^b	1.60±0.16 ^b
3.0	34.05±0.25 ^d	13.55±0.30 ^a	2.87±0.18 ^a

L^* , Lightness; a^* , Redness; b^* , Yellowness. Means in the same column (a-d) bearing different superscript in sample are significantly different ($P < 0.05$).

Table 2. Color values analysis of unheated surimi products by red natural pigment from laver *Pyropia yezoensis* treatment in refrigerated storage for a 7-day period

Red natural pigment (wt%)	L^*	a^*	b^*
0	39.72±0.24 ^a	3.88±0.18 ^d	-2.28±0.22 ^d
0.5	35.54±0.18 ^b	10.11±0.24 ^c	-1.69±0.12 ^c
1.0	33.09±0.25 ^c	12.54±0.27 ^b	-0.58±0.12 ^b
3.0	31.40±0.20 ^d	13.57±0.24 ^a	0.61±0.12 ^a

L^* , Lightness; a^* , Redness; b^* , Yellowness. Means in the same column (a-d) bearing different superscript in sample are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3. Color values analysis of heated surimi products by red natural pigment from laver *Pyropia yezoensis* treatment

Red natural pigment (wt%)	L^*	a^*	b^*
0	68.43±0.42 ^a	-0.53±0.27 ^d	2.78±0.25 ^d
0.5	65.08±0.55 ^b	1.50±0.16 ^c	6.46±0.19 ^c
1.0	63.12±0.25 ^c	2.97±0.20 ^b	9.12±0.15 ^b
3.0	60.70±0.31 ^d	3.98±0.37 ^a	10.83±0.14 ^a

L^* , Lightness; a^* , Redness; b^* , Yellowness. Means in the same column (a-d) bearing different superscript in sample are significantly different ($P < 0.05$).

하는 경우 가열에 의한 적색도의 감소를 고려하여 색을 고정화하거나 첨가량을 증가시킬 필요가 있을 것으로 사료된다(Lee, 1969). Ha (1975)는 김 물 추출물 적색소인 phycoerythrin이 색 안정성이 떨어지므로 탄닌산을 처리하여 색을 고정화한 연구 결과를 발표하였다. 전체적인 경향은 비 가열 수리미와 동일하게 색소를 첨가하지 않았을 때 명도가 68.43으로 가장 높았고 적색도와 황색도의 경우는 3.0% 색소 첨가하였을 때 각각 3.98, 10.83로 높았다.

가열 처리한 수리미를 7일간 냉장 저장한 후의 색도 변화는 Table 4와 같다. 가열 처리 직후 증가한 명도와 황색도 그리고 감소한 적색도는 7일간 냉장 저장 후에 큰 변화는 없었으나 명도와 황색도는 약간 감소하는 것으로 나타났으나 적색도는 약간 증가하는 것으로 나타났다.

이는 연제품의 제조 시 붉은 대게 페이스트의 첨가 비율이 증가할수록 carotenoid계 색소의 영향으로 명도가 낮아지는 결과

를 나타낸 Kim et al. (2005)의 연구와 유사한 경향을 보였고 다른 김 첨가 초콜릿의 색도 결과 역시 이와 유사한 결과를 나타냈다(Kim et al., 2020a). 그런데, 김을 가공하여 저장 중 색소의 변화를 나타낸 Lee et al. (1990)의 연구에서 김의 적색소에 영향을 미치는 biliprotein이 저장 후, chlorophyll a와 carotenoids에 비해 색소 변화가 적어 비교적 안정하다는 결과를 보고한 바 있다. 따라서 본 실험의 결과 저장 전후의 차이가 크지 않은 것은 이와 같은 이유 때문인 것으로 사료된다.

김 적색소 첨가에 따른 수리미의 물성 변화

김 적색소 첨가로 인한 수리미의 물성 변화를 구체적으로 알아보기 위하여 농도 별(0, 0.5, 1.0, 3.0%)로 색소를 첨가하여 가열 처리 후 시료의 물성 변화를 확인했다(Table 5). 경도의 경우 김 적색소를 첨가한 것이 첨가하지 않은 것에 비해 감소하는 경향을 보였으며 이와 같은 경향은 검성과 씹힘성에 있어서도 유사한 경향을 나타냈다. 이는 김 분말을 첨가한 쿠키의 품질 특성 중 경도 측정 결과로, 김 분말 첨가군이 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났다는 연구와 유사한 경향을 보였다(Lee et al., 2017). 또한 김 분말을 첨가한 양갱의 이화학적 특성으로 김 분말의 첨가량이 증가할수록 경도, 씹힘성 등이 감소하는 경향 역시 이번 연구와 유사한 결과를 보였다(Lee et al., 2020). 그러나 탄력성, 응집성 및 복원성은 유의적인 차이가 없었다. 점착성의 경우는 -57.99로 색소를 0.5% 첨가하였을 때 가장 높았고 3.0%를 처리하였을 때 가장 낮았다. 0%와 1.0%의 경우는 각각 -110.59, -97.89로 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 특이한 경향을 나타냈다.

가열 처리 후 7일간 냉장 저장한 수리미의 물성은 가열 직후에 비해 경도, 검성 및 씹힘성이 증가하였는데 특히 김 적색소

Table 4. Color values analysis of heated surimi products by red natural pigment from laver *Pyropia yezoensis* treatment in refrigerated storage for a 7-day period

Red natural pigment (wt%)	L*	a*	b*
0	68.12±0.41 ^a	-0.36±0.14 ^d	2.06±0.13 ^d
0.5	64.59±0.18 ^b	1.91±0.15 ^c	5.78±0.15 ^c
1.0	62.62±0.24 ^c	3.47±0.15 ^b	8.24±0.10 ^b
3.0	60.08±0.42 ^d	4.41±0.14 ^a	10.19±0.18 ^a

L*, Lightness; a*, Redness; b*, Yellowness. Means in the same column (a-d) bearing different superscript in sample are significantly different (P<0.05).

Table 5. Texture profile analysis of heated surimi products by red natural pigment from laver *Pyropia yezoensis* treatment

Red pigment (wt%)	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience
0	3511.72±179.26 ^a	-110.59±58.13 ^{ab}	0.92±0.05 ^a	0.83±0.01 ^a	2912.10±121.53 ^a	2668.45±168.40 ^a	0.41±0.00 ^a
0.5	2657.79±256.92 ^b	-57.99±42.55 ^a	0.96±0.03 ^a	0.83±0.03 ^a	2209.20±169.12 ^b	2111.97±167.01 ^b	0.40±0.02 ^a
1.0	3264.68±373.81 ^a	-97.89±60.80 ^{ab}	0.93±0.05 ^a	0.84±0.02 ^a	2732.00±280.75 ^a	2548.75±307.54 ^a	0.42±0.03 ^a
3.0	2668.72±476.71 ^b	-130.72±31.33 ^b	0.90±0.06 ^a	0.83±0.01 ^a	2211.64±396.07 ^b	1983.33±329.87 ^b	0.40±0.01 ^a

Means in the same column (a-b) bearing different superscript in sample are significantly different (P<0.05).

Table 6. Texture profile analysis of heated surimi products by red natural pigment from laver *Pyropia yezoensis* treatment during cold storage for 7 days

Red pigment (wt%)	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience
0	3646.60±478.25 ^a	-175.72±23.13 ^b	0.88±0.03 ^b	0.80±0.03 ^a	2918.81±380.27 ^a	2584.51±410.07 ^a	0.42±0.01 ^a
0.5	3909.39±361.23 ^a	-135.29±54.20 ^{ab}	0.91±0.04 ^{ab}	0.82±0.01 ^a	3200.76±252.87 ^a	2916.10±349.17 ^a	0.42±0.01 ^a
1.0	3717.62±354.64 ^a	-92.57±38.28 ^a	0.95±0.05 ^a	0.82±0.03 ^a	3041.73±273.37 ^a	2880.45±358.55 ^a	0.42±0.01 ^a
3.0	3764.76±304.02 ^a	-176.51±79.51 ^b	0.93±0.04 ^{ab}	0.82±0.02 ^a	3077.02±230.15 ^a	2849.57±282.91 ^a	0.41±0.01 ^a

Means in the same column (a-b) bearing different superscript in sample are significantly different (P<0.05).

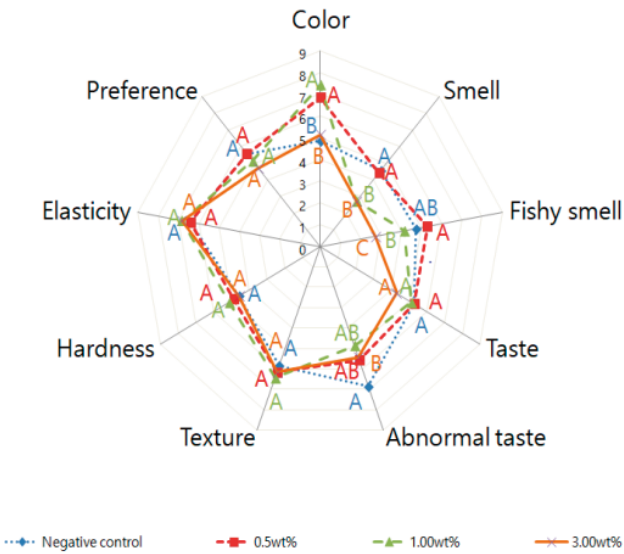


Fig. 1. Sensory evaluation of heated fish surimi. Values with different superscript within products are significantly different at (P<0.05).

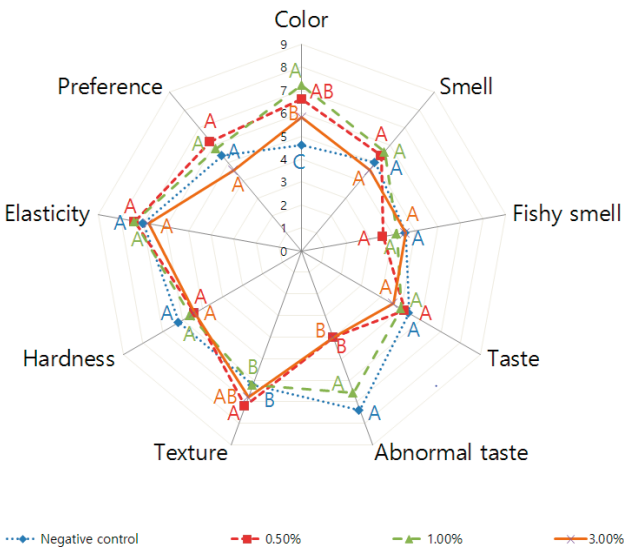


Fig. 2. Sensory evaluation of heated fish surimi by red natural pigment from laver *Pyropia yezoensis* treatment in refrigerated storage for a 7 day period. Values with different superscript within products are significantly different at (P<0.05).

를 첨가한 경우에 더 크게 증가하였다. 그러나 탄력성, 응집성 및 복원성은 변화하지 않았다(Table 6). 이는 카라기난을 첨가하여 수리미 혼합물을 제조하고 7일간 냉장 저장한 경우에 저장 후 경도, 감성 및 씹힘성이 크게 증가하였으나 탄력성, 응집성 및 복원성은 변화가 없었다고 한 보고(Han et al., 2022)와

일치하였다.

색소 첨가에 따른 수리미의 관능평가

색소 첨가에 따른 가열 처리 직후 수리미의 관능평가 결과는 Fig. 1에 나타났다. 제조 직후 수리미의 색은 1.0%의 색소를 넣었을 때 가장 높은 평가를 보였고, 비린내 및 이미는 비첨가 시료와 0.5% 첨가한 시료가 다른 시료들에 비해 높은 평가를 보였고 1% 이상 첨가시 점수가 낮게 나타났다. 물성과 전체적 호감도는 유의적인 차이가 없었다.

가열 후 7일간 냉장 저장한 수리미(Fig. 2)의 경우 색에 대한 평가는 1.0%의 색소를 첨가한 수리미가 가장 높았고, 냄새와 비린내의 경우 유의적 차이가 없었으며, 이미는 1.0% 색소 첨가 시료와 비 첨가 시료가 가장 높은 평가를 보였다. 물성과 전체적인 호감도는 유의적인 차이가 없었다. 저장 전과 비교하면 김 적 색소의 1% 첨가구가 모든 항목에서 가장 좋은 평가를 받아, 제조 직후 보다 평가가 좋아졌다. 따라서 실제 제품의 제조에 이용될 경우 1% 첨가 조건이 가장 좋을 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 2022년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구입니다(과제명: 미래수산식품 연구센터, 과제번호:1525012888).

References

Ahn BS, Kim BG, Jeon EB, Lee IS and Oh KS. 2019. Quality characteristics by grade of commercial frozen surimi. Korean J Fish Aquat Sci 52, 555-561. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0555>.

Bang SJ, Shin SI, Chung DH and Kim SM. 2006. Quality characteristics of surimi-based product with sea tangle single cell detritus. Korean J Food Sci Tech 38, 337-341.

Chen CY and Chou HN. 2002. Screening of red algae filaments as a potential alternative source of eicosapentaenoic acid. Mar Biotechnol 4, 189-192. <https://doi.org/10.1007/s10126-002-0002-4>.

Choi YJ, Lee HS and Cho YJ. 1999. Optimization of ingredients formulation in tow grades surimi for improvement of gel strength. Korean J Fish Aquat Sci 32, 556-562.

Choi YJ, Park JD, Kim JS, Cho YJ and Park JW. 2002. Rheological properties of heat-induced gels of surimi from acid and alkali process. Korean J Fish Aquat Sci 35, 309-314. <https://doi.org/10.5657/kfas.2002.35.4.309>.

Frölich L and Riederer P. 1995. Free radical mechanisms in dementia of alzheimer type and the potential for antioxidative treatment. Arzneimittelforschung 45, 443-446.

Ha BS. 1975. Color fixing effect of tannic acid in laver. Korean J Fish Aquat Sci 8, 31-36.

Han HS, Woo GE, Kim SH, Park YL, Kang YS, Park JC, Seo

- HS, Choi YH, Hwang HJ, Park AY, Jeong SM, Lee GH and Ahn DH. 2022. Changes in properties of polysaccharide iota carrageenan-added surimi mixture during cold storage. Korean J Fish Aquat Sci 55, 655-661. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0655>.
- Hong SP, Kim DS, Koo JK and Jo KS. 1997. Physicochemical characteristics of water or alcohol soluble extracts from Laver *Porphyra yezoensis*. Korean J Food Nutr 26, 10-16.
- Jang YB, Kim GB, Lee KW and Choi YJ. 2006. Alkaline pilot processing for recovery of fish muscle protein and properties of recovered protein. J Korean Soc Food Sci Nutr 35, 1045-1050. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.8.1045>.
- Jung SA, Kim DH, Kim KBWR, Kim HJ, Jeong DH, Kang BK, Bark SW, Pak WM, Kim BR, Byun MW and Ahn DH. 2013. Inhibitory effects of histamine production in mackerel muscle by medicinal herbs and seaweed extracts. Korean J Food Nutr 42, 1263-1269. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.8.1263>.
- Jung WJ, Park SM, Lee KH and Lee KT. 1993. Thermally induced gelation of Alaska pollack meat paste -1. effects of nacl and starch on the thermal properties of Alaska pollack meat paste. Korean J Fish Aquat Sci 26, 21-25.
- Kim CT, Maeng JS, Shin WS, Shim IC, Oh SI, Jo YH, Kim JH and Kim CJ. 2017. Food 3d-printing technology and its application in the food industry. Food Eng Prog 21, 12-21. <https://doi.org/10.13050/foodengprog.2017.21.1.12>.
- Kim DH, Kim SJ, Park MA and Kim MR. 2020a. 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 HH, Choi YH, Park YL, Park JC, Han HS, Kang YS, Kim SH, Seo HS, Kang WS, Kim SR, Ryu SH, Lee JE, Xu X, Lee GH, Jeong SM and Ahn DH. 2021. Change of physical property of Alaska pollack *Gadus chalcogrammus* surimi with addition of polysaccharide alginic acid for applying to 3D printing. Korean J Fish Aquat Sci 54, 145-151. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0145>.
- Kim HS, Choi SG, Park CH, Han BW, Yang SK, Kang KT, Oh HS and Kim JS. 2005. Preparation and characteristics of surimi gel with red-tanner crab (*Chionoecetes japonicas*) paste. J Korean Soc Food Sci Nutr 34, 1103-1108. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.7.1103>.
- Kim MJ, Kim MK and You YS. 2020b. Food 3D printing technology and food materials of 3D printing. Clean Technol 26, 109-115. <https://doi.org/10.7464/ksct.2020.26.2.109>.
- Kim SM, Kim HW and Park HJ. 2021. Preparation and characterization of surimi-based imitation crab meat using coaxial extrusion three-dimensional food printing. Innovative Food Sci Emerg Technol 71, 102711. <http://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102711>.
- Lanier TC, Hart K and Martin RE. 1991. Manual of Standard Methods for Measuring and Specifying the Properties of Surimi. University of North Carolina Sea Grant College Program, Raleigh, NC, U.S.A.
- Lee HG. 2017. 3D printing technology and future food industry. Food Preser Process Indust 16, 24-28.
- Lee KH, Ryuk JH, Jeong IH and Jung WJ. 1990. Quality changes of dried lavers during processing and storage 3. Changes in pigments, trypsin indigestible substrates (TIS) and dietary fiber content during roasting and storage. Korean J Fish Aquat Sci 23, 280-288.
- Lee KH. 1969. Pigment stability of lavers *Porphyra tenera* Kjellman during processing and storage. Korean J Fish Aquat Sci 2, 105-133.
- Lee YJ, Kim WS, Jeon YJ and Kim YT. 2020. Physicochemical properties and antioxidant activity of yanggaeng containing *Pyropia yezoensis*. Korean J Fish Aquat Sci 53, 672-680. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0672>.
- Lee J, Song JS and Yoon JY. 2017. Quality characteristics of cookies with added dried laver (*Porphyra tenera*) powder. Culin Sci Hosp Res 23, 88-96. <https://doi.org/10.20878/cshr.2017.23.7.010>.
- Nagayama K, Iwamura Y, Shibata T, Hirayama I and Nakamura T. 2002. Bactericidal activity of phlorotannins from the brown alga *Ecklonia kurome*. J Antimicrob Chemother 50, 889-893. <https://doi.org/10.1093/jac/dkf222>.
- Okai Y, Higashi-Okai K, Ishizaka S, Ohtani K, Matsui-Yuasa I and Yamashita U. 1998. Possible immunomodulating activities in an extract of edible brown alga, *Hijikia fusiforme* (Hijiki). J Sci Food Agric 76, 56-62. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199801\)76:1%3C56::AID-JSFA927%3E3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199801)76:1%3C56::AID-JSFA927%3E3.0.CO;2-L).
- Seo HS, Park YL, Park JC, Han HS, Kang YS, Choi YH, Kim SH, Kim HH, Jeong SM, Kang WS, Kim SR, Ryu SH, Lee JE, Xu X, Lee GH and Ahn DH. 2021. Effect of potato starch on suitability for 3D printing in golden threadfin bream (*Nemipterus virgatus*) surimi mixture preparation. J Appl Biol Chem 64, 413-419. <https://doi.org/10.3839/jabc.2021.056>.
- Shahrubudin N, Lee TC and Ramlan R. 2019. An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications. Procedia Manuf 35, 1286-1296. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>.
- Ulagesan S, Choi JW, Nam TJ and Choi YH. 2020. Characterization of recombinant protein ferritin from *Porphyra yezoensis* (rPyFer) and its biological activities. Food Sci Biotechnol 29, 1501-1509. <http://doi.org/10.1007/s10068-020-00821-8>.
- Wang L, Zhang M, Bhandari B and Yang C. 2018. Investigation on fish surimi gel as promising food material for 3D printing. J Food Eng 220, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.02.029>.