

<https://doi.org/10.15433/ksmb.2023.15.2.090>

ISSN 2383-5400 (Online)

스피롤리나를 이용한 저염 조미김 제조 및 품질 특성

Manufacturing and Quality Characteristics of Low-salt Seasoned Gim using Spirulina

김규민^{1†}, 이정섭^{2†}, 이주상², 석진원², 차선희^{1,3,4*}

Kyumin Kim¹, Jeongseop Lee², Jin-Won Seok², Ju-Sang Lee², Seon-Heui Cha^{3,4,5*}

¹대학원생, 한서대학교 해양의생명과학과, 서산시 31962, 대한민국

²이사, (주)천해식품, 서천군 33600, 대한민국

¹교수, 한서대학교 해양의생명과학과, 서산시 31962, 대한민국

³교수, 한서대학교 수산생명의학과, 서산시 31962, 대한민국

⁴교수, 한서대학교 해양소재약리학연구소, 서산시 31962, 대한민국

¹Department of Marine Bio and Medical Sciences, Hanso Universtiy, Seosan-si 31962, Republic of Korea

²ChunHae Co., Ltd., Seochun-gun 33600, Republic of Korea

³Department of Aquatic Life Medical Sciences, Hanso Universtiy, Seosan-si 31962, Republic of Korea

⁴Institute for Marinebio Resource and Pharmacology, Hanso Universtiy, Seosan-si 31962, Republic of Korea

† Both authors contributed equally to this work

(Received 23 Oct 2023, Revised 28 Nov 2023, Accepted 29 Nov 2023)

Abstract This study aimed to develop low-salt seasoned Gim (김) with new functionality to meet the diversification of the export market and consumer demand for Gim, which is one of the four major seafood products in Chungcheongnam-do province. Spirulina, a microalgae containing essential amino acids, vitamins, and minerals, is known to have antioxidant components such as phycocyanin. Therefore, to determine the suitability of spirulina as a seasoning material, we conducted seaweed. It can be used as a substitute for seasoning salt in the development of low-salt seasoned laver with enhanced functionality.

Keywords : Spirulina, Gim manufacturing, low sea salt, zebrafish, antioxidant

서 론

조미김은 전세계적으로 기호도가 높은 우리나라 수산가공제품 중 하나로 이에 따라 다양한 형태의 조미김이 요구되고 있다[1]. 우리나라에서는 조림, 스낵김, 조미김 등으로 제조하여 소비되고 있다.

김은 전 세계에 약 133 종이 있고 그 중 *Porphyra yezoensis*, *Porphyra tenera*, *Porphyra haitensis*, *Porphyra pseudolinearis*, *Porphyra dentata*, and *Porphyra angusta* 등의 6종을 주로 생산한다. [2] 김은 홍조류(*Rhodophyta*)에 속하는 해조류로 단백질, 칼륨, 철분 등 각종 미네랄이 풍부하며 혈중 콜레스테롤 및

* Corresponding author

Phone: 041-660-1550 Fax: 041-660-1550

E-mail: sunnycha@hanseo.ac.kr, sunnyday8109@gmail.com

This is an open-access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

동맥경화 위험성 저하, 암예방 노화, 염증 방지 및 항균에도 도움을 주는 것으로 알려져 있다. [2][3][4][5]

스피롤리나는 필수 아미노산, 비타민, 무기질, 지방등과 같은 식품 유용성분과 피코시아닌과 같은 항산화 물질이 함유된 해양 미세조류의 한 종류로 세포벽에 사람이 소화할 수 없는 섬유소가 없고, 부드러운 점액 다당류로 구성되어 있고 흡수율이 85~95%로 높은 해양식물로 알려져 있다.[6][7]

고염식은 고혈압 등의 심혈관 질환[8]과 혈청 크레아티닌 및 혈중 요소 질소 그리고 신세관 간질 섬유증 및 사구체 경화증 등을 증가시켜 신장손상을 유발한다.[9]

따라서, 본 연구에서는 김의 수출시장과 수요자의 요구 다변화에 부합하는 새로운 기능성을 포함하는 저염 조미김을 제조할 목적으로 조미김용 저염분 시즈닝으로 적합한 해양 미세조류인 스피롤리나를 조미 소금 대용 소재로 활용해 기능성을 높인 저염 조미김을 개발에 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 스피롤리나 분석

1.1. 추출물 제조

스피롤리나 추출물은 동결건조한 가루형태로 시료 (㈜신영허브, 서울, 한국)를 업체로부터 제공받아 사용하였으며 동결건조한 시료는 증류수에 10 mg/mL의 농도로 용해시킨 후 0.45 μ m 규격의 syringe filter(satorius, Gottingen, Germany)로 여과하여 사용하였다.

1.2. 조미김 원료 스피롤리나 구성 아미노산 분석

Tyrosine, Glycine, Serine, Alanine, Glutamate, Lysine, Leucine, Methionine, Valine, Arginine, Aspartic acid, Isoleucine, Threonine, Phenylalanine, Proline, Histidine, Cysteine, Tryptophan 등 18개의 구성 아미노산을 한국식품연구원에 의뢰하여 분석하였다.[10]

1.3. 스피롤리나 추출물의 지표성분 확인

스피롤리나의 지표성분을 확인하기 위하여 HPLC로 검출하였다. C18 ODS 4.6 X 150 mm 칼럼 (Waters Corporation, 미국 매사추세츠주 밀포드)을 사용하여 역상 크로마토그래피로 진행하였다. 이동상은 1 mL/min 유속에서 물 중 0.1% (v/v) 포름산 및 아세트 니트릴 중 0.1% (v/v) 포름산이 되도록 그래디언트로 분석하였으며 Sunfire C18 ODS 조건에 대한 용출 유지하고 마지막으로 10분 동안 5%에서 칼럼을 재 평형화하였다. 지표 성분을 포함하는 표준 용액을 증류수 (5 mg/mL)에 용해시켜 준비하였고 용액을 0.45 μ m 멤브레인 필터를 통해 여과한 후 HPLC를 수행하였다.

1.4. 제브라피쉬발생배를 이용한 스피롤리나의 항산화 활성 측정

스피롤리나의 항산화 측정을 위하여 zebrafish embryo를 이용하였다. 3 dpf (day post fertilization) 단계의 발생배를 24-well plate에 15/well 밀도로 스피롤리나를 농도별(0, 0.25, 0.5, 1 mg/mL)로 30분 동안 전처리한 후, 각 well의 media를 제거 후 10 mM H₂O₂(삼촌, 서울, 한국)를 30분 동안 스피롤리나 처리군들에 28.5°C 배양기에서 배양하였다. H₂O₂에 의한 활성산소(ROS) 측정은 DCFH-DA가 세포내로 투과된 후 아세틸기가 유리된 2',7'-dichlorofluorescein(DCFH)의 형태에서 활성산소와 반응하여 형광물질을 생성하는 성질을 이용하였다.이 후 각 well에 H₂DCFDA (Sigma Aldrich, Missouri, Unite state)를 15분 동안 처리 후 형광현미경으로 확인하였으며 imageJ software로 형광광도를 측정분석하였다.

2. 스피롤리나 조미김 제조

2.1. 스피롤리나 배합비 확인

재래김 20 g, 옥배유 8.4 g, 참기름 0.2 g, 들기름 0.2 g, 소금 0.4 g, 스피롤리나(소금 1 g 기준으로 감소한 소금 양 만큼)의 비율로 조미김을 제작하였으며 상단의 기준으로 기존 제품 대비 소금을 감소하여 짠맛을 잃은 부분을 스피롤리나 양을 점진적으로 증가하며 실험하였으며 스피롤리나 김의 감칠맛을

중점으로 배합 연구를 진행하였다.

2.2. 스피롤리나 조미김 제조

스피롤리나를 첨가한 조미김을 제조하기 위하여 약 6단계를 통하여 제조하였다. 우선 냉동보관한 재래용 생김을 선별하고 이물질 선별기를 통하여 이물질을 제거 후 175℃, 190℃에서 15~16초간 구워 1차 구이기를 진행하였다. 그 다음, 앞서 언급한 비율로 옥배유, 참기름, 들기름 등을 1차로 구워진 재래김 투입 후 스피롤리나 분말과 암염가공소금을 투입 후 330℃에서 16~17초간 굽는 과정을 통하여 조미김을 제조하였다.

3. 스피롤리나 조미김 분석

3.1. 영양성분 분석

스피롤리나 조미김의 영양성분은 (주)유로핀즈우솔에 분석의뢰하였다

3.2. 일반성분 분석

스피롤리나의 수분은 105℃ 상압가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 건식회화법으로 A.O.A.C법에[11] 따라 측정하였고, 한국식품분석연구원에 분석의뢰하였다

4. 스피롤리나 함유 조미김 관능평가

스피롤리나를 함유한 조미김의 기호도 평가는 평소에 충분히 훈련된 한서대학교 해양바이오수산생명 의학과에 재학 중인 여학생 17명, 남학생 10명 총 27명을 대상으로 9점 법(1=싫음, 5=보통, 9=좋음) 기호검사(hedonic test)로 조미김 섭취 빈도, 선호도(맛, 향, 식감, 짠맛 종합)를 조사하였으며.관능평가 결과는 평균 총점 6.5 이상을 목표로 하였다.

결 과 및 고 찰

1. 스피롤리나 분석

1.1 스피롤리나 일반성분

스피롤리나의 일반성분 분석 결과는 Table 2.에 나타냈으며 조단백질 61.3%, 조지방 5.4%, 조섬유

2.72%, 수분 6.25%로 단백질 함량이 높은 것을 확인하였다. 항체생산 증가 및 면역력 향상에 도움을 주는 단백질의 함량이 높으므로 스피롤리나를 첨가한 조미김은 생체 내 기능의 향상에 영향을 줄 수 있다고 사료된다.

Table 1. Component

Component	(%)
Crude Protein	61.30
Crude Fat	5.40
Crude Fiber	2.72
Moisture	6.25

1.2 조미김 원료 스피롤리나 구성 아미노산 분석

스피롤리나의 구성 아미노산 결과는 Table 3에 나타냈으며 18가지의 구성 아미노산을 모두 확인하였고 글루탐산과(15.68%)과 아스파라긴산(10.55%)이 가장 높게 검출되었으며 류신, 알라닌이 각각 8.86%, 7.87%의 함량으로 검출되었다.

Table 2. Amino acid

Amino acid	mg/100 g	(%)
Tyrosine	1841	3.60
Glycine	2707	5.29
Serine	2839	5.55
Alanine	4030	7.87
Glutamic acid	8026	15.68
Lysine	2644	5.16
Leucine	4537	8.86
Methionine	1240	2.42
Valine	2940	5.74
Arginine	3459	6.76
Aspartic acid	5400	10.55
Isoleucine	2482	4.85
Threonine	2830	5.53
Phenylalanine	2511	4.90
Proline	1882	3.68
Histidine	874	1.71
Cysteine	340	0.66
Tryptophan	614	1.20

1.3 스피롤리나 생리활성 지표성분 분석

HPLC로 검출하였고 그 결과, 피코시아닌이 검출

되었다. 프코시아닌은 베타카로틴과 함께 대표적인 항산화 지표물질로 알려져 있다. 본 연구에서 사용한 스피롤리나를 함유한 새로운 조미김은 항산화력을 포함한 기능을 향상 시킬 것으로 사료된다.

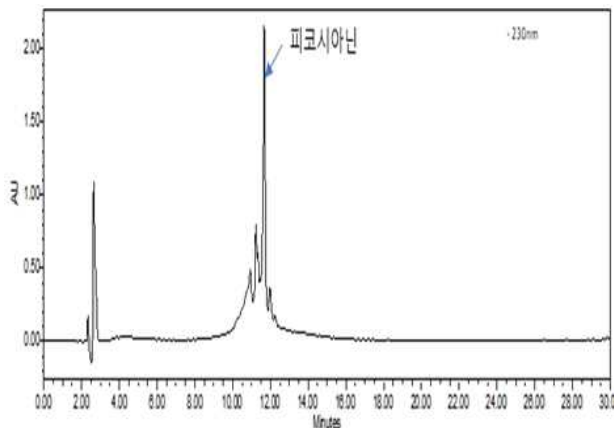


Figure 1. The contents and HPLC profiles of *Spirulina*(*Arthrospira platensis*) different.

1.4 스피롤리나 추출물의 *in vitro* 독성평가

스피롤리나의 독성을 확인하고자 SWE(Spirulina water extract)를 HT22 cell에 24 h 처리 후 CCK assay를 통하여 분광광도계로 세포 생존율을 측정하였다. Figure 2와 같이 0.5 mg/mL SWE 처리군에서 대조군과 비교하여 생존율이 증가한 경향을 보였으며 1 및 2 mg/mL 농도에서 대조군과 비교하여 생존율이 유의적으로 증가하였다. 따라서, SWE는 독성이 없을 뿐만 아니라 세포 성장을 증가시키는 것으로 사료된다.

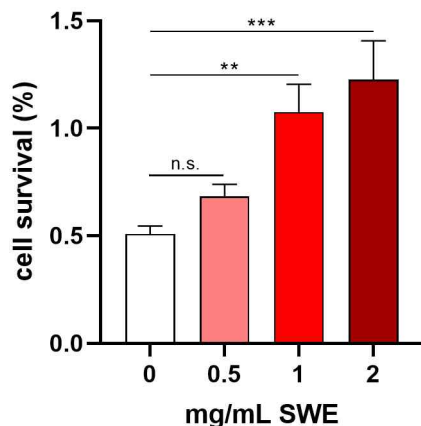


Figure 2. Effect of Spirulina water extract (SWE) on cell proliferation and viability of HT22. Cells were treated with

SWE according to concentrations (0, 0.5, 1, 2 mg/mL) for 24h. Cell proliferation and viability was determined with CCK K-assay by using spectrophotometer. Data were analysis as one-way ANOVA. (** $p > 0.05$, *** $p > 0.001$, n.s. : no significant)

1.5 스피롤리나 추출물의 제브라피시 발생배에 대한 항산화 효과

스피롤리나가 H₂O₂ 유도된 ROS를 감소시키는지 확인하고자 H₂DCFDA 염색을 진행하였다. 실험군들별로 각 15개의 발생배를 이용하여 실험을 진행하였으며 Figure. 3과 같이 스피롤리나만을 처리한 실험군과 비교하여 스피롤리나와 H₂O₂를 모두 처리한 군들의 형광 광도가 유의적으로 감소하였으며 대조군과 비교하여 유사하거나 상대적으로 감소한 형광 광도를 나타내었다. 특히 스피롤리나 1 mg/mL과 10 mM H₂O₂를 처리한 실험군이 전체 실험군들 중에서 가장 낮은 형광 광도를 나타내었다. 형광 광도는 1.4에 설명한 방법으로 측정하였다.

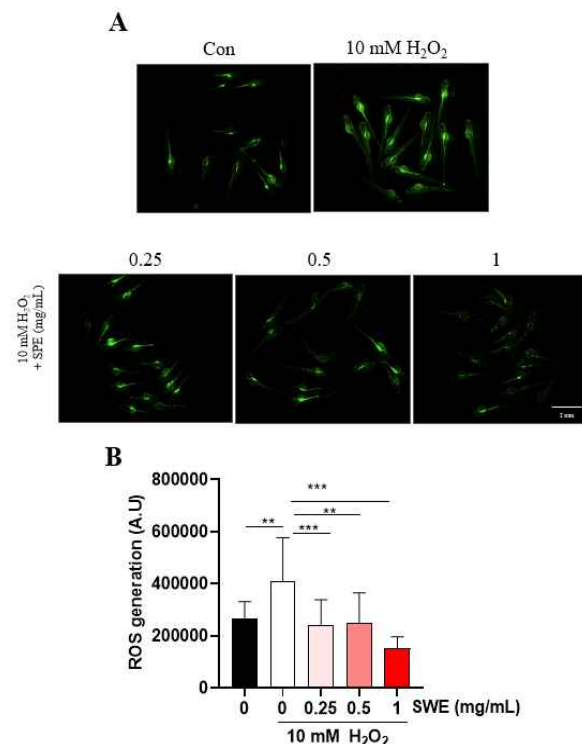


Figure 3. Protective effect of SWE against the ROS derived from H₂O₂ in zebrafish embryo. A. Embryos were stained with 10 mM H₂DCFDA for 15 min. B. The fluorescence were measured using imageJ software. The data were analysis as

one-way ANOVA. (** $p < 0.005$, *** $p < 0.0005$, **** $p < 0.0001$)

2. 스피롤리나 조미김 제조

2.1 스피롤리나 조미김 배합비 확립

스피롤리나 조미김 배합비는 전장김 20g, 김원초 5매 기준으로 옥배유 20 mL, 참기름 0.5 mL, 들기름 0.5 mL, 스피롤리나분말 2 g, 소금 1 g의 원료 배합비를 확립하였으며 제품 생산화를 위한 대량 생산 제품 투입량 기준 테스트를 실시하였다.

2.2 스피롤리나 조미김 제조 현황

스피롤리나를 첨가하여 나트륨 함량을 낮추고 감칠맛은 높은 조미김을 제조하였다. 스피롤리나 첨가 김 제품은 Figure 4에 나타내었다.



Figure 4. Picture of spirulilna seasoned Gim product.

3. 스피롤리나 조미김 분석

3.1 스피롤리나 조미김 영양정보 확인

스피롤리나 조미김의 영양정보는 3.1과 같이 진행하였으며 Table 3에 나타내었으며 나트륨, 열량, 지방의 순서로 함유하고 있다. 농촌진흥청에 따르면 100 g 기준 기존의 조미김의 나트륨 함량은 1299.00 g, 염화물 함량은 307.00 kcal, 지방 함량은 37.69 g이다. [12] 본 연구에서 제조한 스피롤리나 조미김은 100 g 기준 나트륨 함량은 952.93 g, 열량은 623.43 kcal, 지방은 50.15 g으로 스피롤리나 조미김이 기존 당사 조미김과 비교했을 때 나트륨 및 지방 함량이 약 10% 감소한 값이다.

이는 스피롤리나는 저염 효능을 내포한 소금 대체 소재로서 가능성이 있을 것으로 사료된다.

Table 3. Nutrition Facts

Nutrition	result
Claories (kcal/100 g)	623.43
Total carbohydrate (g/100 g)	22.87
Total Sugars (g/100 g)	0
Protein (g/100 g)	30.15
Fat (g/100 g)	50.15
Saturated Fat (g/100 g)	8.41
Trans Fat (g/100 g)	0.03
Cholesterol (g/100 g)	3.44
Sodium (mg/100 g)	952.93

3.2 스피롤리나 함유 조미김 관능평가

패널 기호도 평가를 위하여 성별에 따른 김 섭취 빈도를 확인하였으며 매일 먹는 학생은 11.1%, 주 4-6회섭취는 22.2%, 주 1-3회 및 월 1-3회 섭취하는 학생이 33.3%로 김섭취 빈도를 확인하였다. 스피롤리나 조미김을 기존 판매 김과 비교하여 전체 선호도를 조사한 결과 맛 7.7, 향 7.5, 식감 7.6, 짠맛 7.3, 종합 7.5로 모든 기호도 지표에서 7점이상으로 기존 조미김과 비교했을 때 보통이상의 기호도를 확인하였다.

결 론

스피롤리나의 일반성분을 분석한 결과 조단백질 61.3%, 조지방 5.4%, 조섬유 2.72%, 수분 6.25%로 단백질 함량이 높음 글루탐산과(15.68%)과 아스파라긴산(10.55%)이 가장 높게 검출되었으며 HPLC를 통하여 피코시아닌이 검출되었다.

스피롤리나의 항산화능을 확인하기 위하여 제브라피쉬 발생배에 스피롤리나 추출물을 전처리 후 H₂O₂를 처리 하였으며 H₂DCFDA를 통하여 형광광도를 측정하였다. 그 결과, H₂O₂만을 처리한 실험군과 비교하여 스피롤리나와 H₂O₂를 처리한 실험군들이 농도의존적으로 형광광도가 감소하였으며 대조군과 비교하여 스피롤리나 1 mg/mL과 10 mM H₂O₂를 처리한 군이 전체 실험군들 중에서 가장 낮은 형광 광도를 확인하였다.

스피롤리나의 함유 조미김은 기존의 조미김과 비교하여 소금량을 낮게 함유하여 제조하였으며 스피

룰리나 함유 조미김의 기호도 평가를 위하여 관능평가를 실시하였고 기존 판매 김과 비교하여 맛, 향, 식감, 종합 등의 모든 기호도 지표가 7점 이상을 확인하였다.

이는 스피룰리나 함유 조미김은 단백질 포함한 여러 성분을 포함하고 피코시아닌을 함유하여 항염증 효과가 있음을 시사할 뿐만 아니라 소비자의 만족 또한 충족시킬 수 있는 조미김으로 평가되었다.

감사의 글

본 논문은 2021년 충남테크노파크, 충남서천군 충남지역 해양바이오전략소재 프로젝트에서 지원받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

1. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, 2022. Agriculture, Forestry and Fisheries Export & Import Statistics, Statistics Report, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. Korea
2. Baweja, P., Kumar, S., D, Sahoo I. D., Levine, I. 2016. Biology of Seaweeds. (eds). Seaweed in Health and Disease Prevention, Academic Press, Elsevier Publishers, pp 41-106.
3. Aziz, E., Batool, R., Khan M. U., Rauf, A., Akhtar, W., Heydari, M., Rehman, S., Shahzad, T., Malik, A., Mosavat S. H., Plygun, S., Shariati, M. A. 2020. An overview on red algae bioactive compounds and their pharmaceutical applications. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*. 17(4).
4. Geng, L., Wang, J., Zhang, Z., Yue, Y., Zhang, Q. 2019. Structure and Bioactivities of Porphyrans and Oligoporphyrans. *Current Pharmaceutical Design*. 25(11), 1163-1171.
5. Lee, J. S., Lee, M. H., Koo, J. G. 2010. Effects of Porphyrin and Insoluble Dietary Fiber Isolated from Laver, *Porphyra yezoensis*, on Lipid Metabolism in Rats Fed High Fat Diet. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 23(4), 1225-4339.
6. Jang, D. Y., Han, Y. S., Yang, J. C., Kim, B. A., 2018. Anti-oxidative and protective effects of *Arthrospira platensis* ethanol extracts on zebrafish ROS Induced by UVB Induction. *Journal of Oil & Applied Science*. 35(2), 432-32
7. Q, Wu., Liu, L., Miron, A., Klímová, B., Wan, D., Kuča, K. 2005. The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of *Spirulina*: an overview. *Archives of Toxicology*. 90(8), 1817-1840.
8. Malta, D., Petersen, K. S., Johnson, C., Trieu, K., Rae, S., Jefferson, K., Santos, J. A., Wong, M. M. Y., Raj, T. S. 2017. High sodium intake increases blood pressure and risk of kidney disease. From the Science of Salt: A regularly updated systematic review of salt and health outcomes (August 2016 to March 2017). *The Journal of Clinical Hypertension*. 20(12), 1654-1665.
9. Hayakawa, Y., Komaki, H., Minatoguchi, S., Yamada, Y., Kanamori, H., Nishigaki, K., Minatoguchi, S. 2022. High-salt intake accelerates functional and histological renal damage associated with renal tissue overexpression of (pro)renin receptors and AT1 receptors in spontaneously. *Clinical and Experimental Nephrology*. 24(7), 582-589.
10. Ministry of Food and Drug Safety, 2023, Food Code, 8 Food composition analysis method, 2. Test method for food material
11. William Horwitz, George W. Latimer, Jr. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 2005. *AOAC INTERNATIONAL*.
12. National Institute of Agricultural Sciences, 2021, Korea Food composition table, National Institute of Agricultural Sciences vol 10, pp 266-267.