

## 한국산 김의 지역별, 계절별 요오드 함량 분석 및 식이노출 평가

노소연<sup>1</sup> · 박형준<sup>1</sup> · 조미라<sup>1</sup> · 하광수<sup>1</sup> · 목종수<sup>2</sup> · 이윤미<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>국립수산물안전연구소 식품안전기술과, <sup>2</sup>국립수산물안전연구소 기후환경연구부

### Analysis of iodine content and dietary exposure of Korean GIM (*Porphyra* spp.) by region and season

So-yeon Noh<sup>1</sup>, Hyung June Park<sup>1</sup>, Mira-Jo<sup>1</sup>, Kwang Soo Ha<sup>1</sup>, Jong Su Mok<sup>2</sup>, and Yoonmi Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Food Safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science

<sup>2</sup>R&D Planning and Coordination Department, National Institute of Fisheries Science

**Abstract** Gim (laver) is a popular seaweed in South Korea and worldwide, boasting abundant dietary fiber and minerals. Iodine, an essential nutrient for human health and development, is widely recognized to be abundant in the Gim. The increasing global population has driven the demand for a broader range of wild and farmed Gims, necessitating increased monitoring data. This study assessed iodine exposure through Gim consumption by analyzing its concentrations in various samples (99 samples from Korean coastal areas). The mean iodine concentration ranged from 0.401 to 16.952 mg/kg (average: 5.386 mg/kg wet weight). However, the estimated daily intake (EDI) of iodine from edible Gim was below the approved limits, suggesting no health risks associated with Gim consumption by Koreans.

**Keywords:** Edible seaweeds, Gim (*Porphyra* spp.), Iodine-intake, ICP-MS, Estimate daily intake (EDI)

## 서론

한국산 김 수출액은 2010년 1.1억 달러를 시작으로 매년 200% 이상 성장세를 기반으로 2024년 12월 기준 약 10억 달러로 사상 최대치를 달성하고 전세계 시장의 70%를 차지하고 있다(National Food Safety Information Service, 2024). 불과 몇 년 전까지 김은 한국과 일본의 대표 식품이었지만 최근 건강식품으로 자리잡으면서 세계 김 시장이 급 성장하고 있다. 단순 반찬의 역할을 넘어서 세계 각국에서는 스낵의 형태로 다양하게 개발되고 있으며 한식 세계화에 발맞춰 끊임없는 제품개발을 통해 해외시장을 확대하고 있다. 이러한 노력의 결과로 한국의 김 수출 1위 국가인 미국(196백만 달러, 2024.11월 기준)을 포함하여 동남아시아, 유럽 등으로 김 수출이 확대되었다. 2010년 64개국이었던 김 수출 대상국가가 10여년 사이에 120개국으로 2배 이상 확대되는 성과를 이루면서 이제는 전세계의 주요 먹거리 중 하나로 자리잡았다(National Food Safety Information Service, 2024).

김의 대표적 영양성분은 단백질(30-40 g/100 g, 마른 김 기준)이며, 그 밖에도 무기질과 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, E 등이 풍부하고 혈중 콜레스테롤을 낮추는 작용을 하는 타우린이 함유되어 있으며, 식이섬유가 풍부해 육류소비가 많은 현대인의 식습관에서 꼭 필요한 식품 중 하나이다(Hong 등, 1997; Kim 등, 2005;

Lee 등, 1995; Lee 등, 2012). 그러나 이러한 영양학적 가치가 높음에도 불구하고, 수출시장에서 각 수출국 기준 식품안전성에 대한 문제로 통관이 거부되는 사례가 빈번하게 속출하고 있다(National Food Safety Information Service, 2024). 2017년 국제적 수준의 식품안전과 규격을 설정하는 국제식품규격위원회(CODEX)에서 「김 가공품에 관한 지역표준\_Regional Standard for laver products-CXS 323R\_2017」을 발표했다. 이 규격은 한국이 주도적으로 추진하여 2009년 김이 규격화 신규품목으로 선정 이후 8년 만에 채택되었지만, 수분함량(마른 김 최대 14%, 가공 김 최대 5%), 산가(3.0 mgKOH/g 조미김), 아세틸팜칼륨(300 mg/kg, 조미 김 기준) 기준치 외에 안전 표준 또는 국제적 규격은 마련되어 있지 않다. 그러나 2024년 9월 기준 식품안전정보원에 따르면, 2020년부터 2024년까지 최근 5년간 수출용 마른 김 또는 김가공품 중 90여건이 수출상대국 기준에 부합하지 않아 통관이 거부되었다. 주요원인은 유해물질 함유 44건과 미생물 군락 총 수 초과 17건 다음으로 김 속에 포함된 요오드 함량초과 10건의 문제를 EU에서 제기하였다. 이는 전체 부적합 건수 98개 가운데 10.5%로 확인되었다(National Food safety Information service, 2024). 물론 국제적으로 통용되는 김(해조류 포함)에 대한 요오드 기준은 아직 마련되어 있지 않으며 우리나라도 해조류에 적용되는 요오드 기준은 없다. 반면 식용 목적의 해조류에 대한 요오드 기준을 두고 있는 국가는 호주, 뉴질랜드, 프랑스, 그리고 독일이 있다. 독일의 경우 요오드 권장 섭취량이 현저히 낮으며 20 mg/kg (건중량기준)으로 설정하고 있으며, 호주 뉴질랜드와 프랑스(1000 mg/kg, 모든 갈조류; 2,000 mg/kg, 건조해조류)보다 현저히 낮은 수준이다.

최근 K식품 한류의 영향으로 해조류 수출이 증가하면서 유럽 등 일부 해조류 섭취량이 낮았던 국가의 섭취 비율이 점점 높아

\*Corresponding author: Yoonmi Lee, Food Safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Republic of Korea  
Tel: +82-51-720-2621  
E-mail: yoonmilee@korea.kr

Received January 5, 2025; revised February 11, 2025;  
accepted February 11, 2025



지고 있는 추세이다(European Commission, 2017; Vincent 등, 2020). 독일영양협회(Deutsche Gesellschaft für Ernährung, DGE)는 성인 요오드 일일섭취량을 180-200  $\mu\text{g/day}$ 로 권장하고 있으며, 연방식품농업부(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, BMEL)에서는 요오드 결핍을 예방하기 위해서 요오드화 식염을 사용하는 것을 권고하고 있다(Federal Institute for Risk Assessment, 2007). 한편 요오드의 적절한 섭취는 심장, 근육, 뇌하수체 및 신장에서 단백질 대사를 조절하고 전반적인 신체대사 균형을 유지하는 역할을 하여 갑상선 암을 비롯한 갑상선종을 감소시킬 수 있다(Sorrenti 등, 2021; Jerse 등, 2023). 요오드 섭취량에 기여하는 주요 식품군은 해조류가 77.3%이며(Lee 등, 2021), 한국은 지리적으로 요오드를 풍부하게 섭취할 수 있는 국가 중 하나로 한국성인의 요오드 평균 섭취량의 중앙값은 352.1  $\mu\text{g/day}$ 로 식약처에서 제시한 상한섭취량 2400  $\mu\text{g/day}$  보다는 낮았으나 권장 섭취량인 150  $\mu\text{g/day}$  보다 약 2-3배 정도 높은 것으로 확인되었다(Choi 등, 2020). 요오드를 과다하게 섭취하면 소화관을 자극하고 각종 갑상선 질환의 발생 위험을 높일 수 있어 해조류 등의 식품을 통한 요오드 섭취량을 모니터링할 필요가 있다. 김은 한국 뿐만 아니라 세계적으로 널리 섭취하는 해조류로서 김 시장 수출에 있어 수출국 요구에 맞는 품질과 안전성 기준을 설정하는 것이 무엇보다 중요한 문제임은 분명하다.

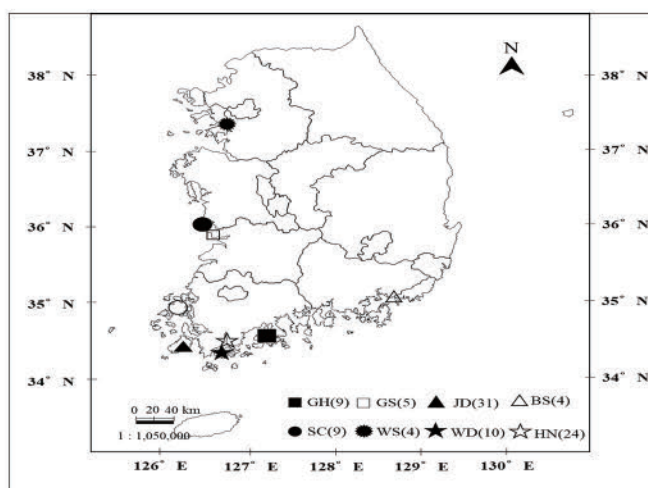
이에 본 연구에서는 2021년부터 2024년까지 최근 4년간 한국의 주요 김생산지에서 위판 및 생산되고 있는 물 김 99건에 대한 요오드 함량을 지역별 및 월별 단위로 확인하고, 그 결과를 바탕으로 위해도 평가를 실시하였다. 이를 통해 추후 김과 요오드 섭취량과의 관련성 및 국내산 물 김의 요오드 함량 파악, 마른 김과 가공 김의 원료가 되는 물 김의 안전성 확인을 바탕으로 김 수출에 있어 글로벌 동향 정보의 지표가 될 것이다.

## 재료 및 방법

### 시료 채취 및 분석

김의 요오드 함량 분석을 위해 김 주요생산 시기인 2020년 11월부터 2024년 4월에 걸쳐 우리나라 주요연안 10개 군시도(진도 31, 해남 24, 완도 10, 고흥 10, 서천 9, 군산 5, 화성 4, 부산 4, 신안 1, 여수 1 지점)에서 총 99건의 김을 직접 채취 및 구매하여 분석에 사용하였다(Fig. 1).

99건의 시료는 탈이온수(de-ionized water)로 침지 및 세척하여 이물질을 제거한 후 동결건조기(FDU-2100, Eyela Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 온도  $-60^{\circ}\text{C}$  이하, 진공도 10 Pa 이하 조건으로 3일 이상 동결건조 하였다. 본 실험에 사용된 기구 및 용기는 1% (v/v) 질산(suprapure 65%, Merck Co., Darmstadt, Germany)로 세척하였다. 식품 중 요오드 분석을 위하여 식품공전(MFDS) 방법을 참조하였으며 동결 건조된 시료 0.25 g을 20 mL 분해용기(Pyrex, New York, NY, USA)에 넣고 증류수 10 mL 및 25% (v/v) Tetramethyl ammonium hydroxide (TMAH, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 2 mL를 가한 후, 마이크로웨이브 시료분해 장치(UltraWAVE, Milestone, Vergamo, Italy)로 분해시켰다. 분해조건은  $120^{\circ}\text{C}$ 에서 12 MPa로 12분,  $230^{\circ}\text{C}$ 에서 150 bar로 15분, 그리고  $230^{\circ}\text{C}$ 에서 15 MPa로 10분간 단계적으로 설정하였다. 분해된 시료는 0.5% (v/v) TMAH를 가하여 25 mL로 정용하고, 0.45  $\mu\text{m}$  필터(PVDF membrane, Merck Co., Darmstadt, Germany)로 하여 불순물을 제거한 후, 유도결합플라즈마 질량분석기(inductively coupled plasma mass spectrometry, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 각 시료 당 3회 반복 분석하였다. 검량선(calibration curve)에 사



**Fig. 1. Sampling locations of GIM production main areas.** GH: Gohung, GS: Gunsan, BS: Busan, SC: Sechoen, WD: Wando, JD: Jindo, HN: Heanam, HS: Hwasung

용된 표준용액(Iodide standard, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)은 0.5, 1, 5, 10, 25, 50  $\mu\text{g/kg}$ 로 희석하여 사용하였다. 모든 결과는 전용 프로그램(Easy-DOC3 for DMA, Ver. 3.30, Milestone, Vergamo, Italy)을 사용하여 표현하였다. 또한 모든 시료는 공시료(blanks), 표준용액(standard solution), 그리고 인증표준 물질(certified reference materials, CRM)로 SRM 3232 (Kelp power, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA)과 함께 분석되었으며 모든 분석결과는 수분보정을 통해 습중량 기준(mg/kg, wet weight)으로 환산하였다. 수분 함량측정은 수분 감량법을 이용하였다.

### 분석 유효성

분석법의 유효성 검토(method validation)를 위해, 검출한계(limit of detection, LOD), 정량한계(limit of quantification, LOQ), 회수율(recovery)을 확인하였다(US EPA, 1995; AOAC, 2016). 김 속 요오드 분석의 회수율 확인을 위해, SRM 3232를 사용하였다. LOD와 LOQ는 저농도(1  $\mu\text{g/kg}$ ) 표준 용액의 6회 반복 측정 한 값을 이용해 계산하였으며, 직선성은 공 시료를 포함한 농도별 표준용액의 검량선을 통해 확인하였다. 회수율은 CRM을 6번 반복 분석할 결과로 계산하였다.

### 위해성평가

김 섭취를 통한 요오드의 위해성 평가를 위해 요오드의 일일 추정섭취량(estimated daily intake, EDI)을 다음 식 (1)에 따라 계산하였다(Chien 등, 2002).

$$\text{EDI} = \text{IR} \times \text{MC} \div \text{BW} \quad (1)$$

여기에서 EDI는 일일추정섭취량( $\mu\text{g/kg/day}$ ), IR은 우리나라 김의 일일평균섭취량(g/day), MC는 김의 평균 요오드 함량(mg/kg, dry weight), BW는 평균 몸무게(kg)를 의미한다(KHIDI, 2023).

### 통계분석

모든 분석은 3회 반복 수행되었으며, 그 결과는 R프로그램(<http://cran.r-project.org>, version 3.6.1) 환경에서 95% 신뢰수준으로 통계 분석하였다. 김 그룹 간 중금속 함량의 유의한 차이를 확인하기

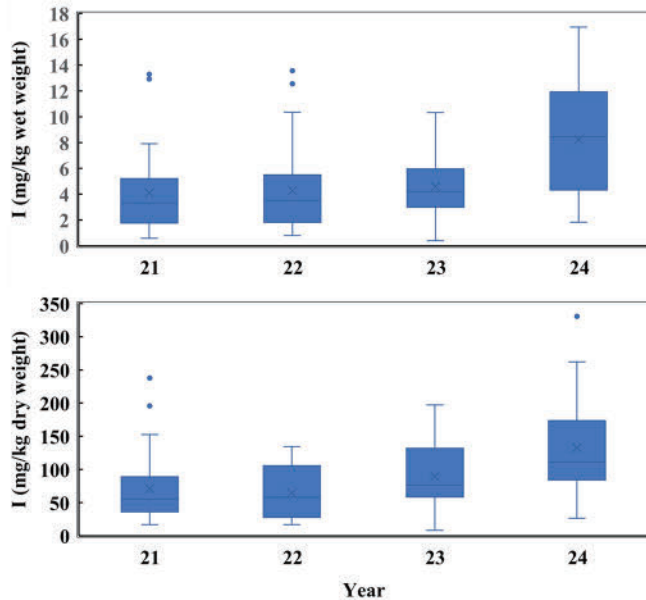


**Table 1.** Quality Parameters of analytical methods for determination of Iodine (I)

CRM (SRM 3232)	LOD <sup>a</sup>	LOQ <sup>b</sup>	Linearity	Recovery
	( $\mu\text{g/kg}$ )		( $R^2$ )	(%)
	0.18 $\pm$ 1.23	0.53 $\pm$ 13.67	0.9997	87.90 $\pm$ 2.15

<sup>a</sup>LOD=3.143 $\times$  $\sigma$  ( $\sigma$  standard deviation in the six-replicate determination of standard solution).

<sup>b</sup>LOQ=10 $\times$  $\sigma$  ( $\sigma$  standard deviation in the six-replicate determination of standard solution).



**Fig. 2.** The mean concentrations of Iodine (I) in the Gim. The minimum observation, 25th percentile, median, 75th percentile, maximum observation and outlier were expressed (upper: wet weight, lower: dry weight). The results are expressed as the means $\pm$ SD (\* $p$ <0.05).

위해, AGRICOLAE package를 이용해 one way ANOVA를 수행하였으며 사후검정은 duncan's multiple range test를 수행하였다.

## 결과 및 고찰

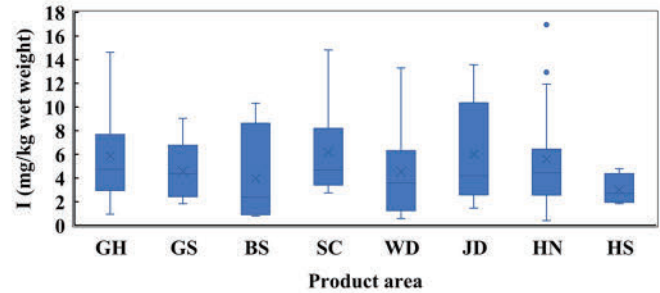
### 유효성검증

요오드 분석의 유효성 검증 분석 결과에 대한 유효성 검증을 위하여 LOD, LOQ, 직선성 및 회수를 측정결과는 Table 1과 같다.

요오드 LOD와 LOQ는 각각 0.177과 0.530  $\mu\text{g/kg}$ 으로 나타났으며, 각각의 표준용액으로 검량선을 작성하여 직선성(linearity)을 확인한 결과 평균 0.9997 이상의 상관계수( $R^2$ ) 값을 나타냈다. CRM 분석을 통한 회수율(정확도)을 확인한 결과, 제시한 인증값에 대해 87.9 $\pm$ 2.15%로 나타났다(Table 1). CODEX Alimentarius Commission (2008)는 기준설정 지침에서 1, 10, 100  $\mu\text{g/kg}$  분석 농도에 대한 회수율 허용기준을 각각 40-120, 60-115, 80-110%로 권고하고 있다. 따라서 본 연구의 요오드 분석은 이들 허용기준을 만족하며 분석결과는 높은 신뢰성을 갖는 것으로 사료된다.

### 지역별, 계절별, 년도별 김의 요오드 함량 결과

국내 지역에서 직접 채취 및 구매한 김(*Porphyra* spp.) 99건에 대한 요오드분석 결과를 습중량 및 건중량으로 Fig. 2-4와 Table 2에 나타냈다. 전체 99건의 평균 요오드 함량은 습중량 기준 5.386 mg/kg (건중량 기준 90.141 mg/kg)이며 검출범위는 0.401-16.952



**Fig. 3.** The mean concentrations of Iodine (I) in the Gim for product area. G-H: Gohung, GS: Gunsan, BS: Busan, SC: Sechoen, WD: Wando, JD: Jindo, HN: Heanam, HS: Hwasung. The results are expressed as the means $\pm$ SD (\* $p$ <0.05).

mg/kg (건중량 기준 8.154-330.816 mg/kg)수준으로 확인되었다. 최근 해외에서 생산 또는 채취한 김의 요오드 평균 함량에 대한 연구에 따르면 뉴질랜드 45.0-64.0, 아일랜드 56.0, 이탈리아 12.02, 스페인 35.0-102.0 mg/kg (건중량 기준)으로 조사되었다(New Zealand Food Safety Technical Paper, 2023). 이들 값은 2006-2012년 식약처 보고서에 따르면 우리나라 생산되는 김의 요오드 평균 함량은 5.16-527.12 mg/kg (건중량 기준)으로 시기별 지역별로 차이가 있는 것으로 확인되었다(Choi 등, 2020). 한편 생산 년도별 김의 요오드 함량은 23년(4.585 mg/kg)이 가장 낮았고 24년(8.239 mg/kg)이 가장 높았으나 유의성은 나타나지 않았다(Fig. 2). 지역별 요오드 함량은 각각 1개 시료만을 채취한 신안과 여수를 제외하고 8개 지역을 비교한 결과, 서천지역 김에서 가장 높은 6.202 mg/kg의 농도로 나타났으며 제일 낮은 지역은 화성으로 3.008 mg/kg의 농도였다(Fig. 3). 직접 채취한 자연산(80건)과 구매한 양식산(19건)의 요오드 함량은 각각 5.704과 4.044 mg/kg으로 자연산과 양식산 사이의 유의성은 없는 것으로 확인되었다. 월별 요오드 함량은 김 생산이 시작되는 10월부터 이듬해 4월(10월  $n=5$ , 11월  $n=8$ , 12월  $n=14$ , 1월  $n=23$ , 2월  $n=19$ , 3월  $n=19$ , 4월  $n=11$ )까지 조사하였다. 4월 시료에서 요오드 함량이 8.088 mg/kg으로 가장 높게 나타났으며, 김 생산이 시작되는 시기인 10월 시료에서는 1/3 수준인 2.114 mg/kg으로 확인되었다(Fig. 4). 김의 월별 요오드함량에 따른 차이에 대한 보고는 전무하나 김 원초의 생산시기별 미네랄 함량 분석연구에 따르면 아연(Zn), 마그네슘(Mn) 및 철(Fe)의 경우 모든 지표에서 12월보다 1월과 3월에 생산된 시료에서 최소 1.5배에서 3배 높게 나오는 것으로 조사되었다(Kang 등, 2018). 본 연구에서도 김 생산이 활발한 1월과 4월 사이에 요오드 함량이 비교적 높은 것으로 확인되었는데 해조류는 바닷물에서 요오드를 흡수하여 농축하기 때문에 계절별 또는 생산시기별 해수와 김의 요오드 함량 상관관계 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다(Ding 등, 2023). 요오드에 대한 규정이 엄격한 나라로 수출할 경우, 비교적 요오드 함량이 낮은 12월 원초를 사용하거나 요오드 함량이 낮은 지역의 물 김을 배합하여 마른 김을 제조하는 등 본 연구의 결과는 제품 개발을 위



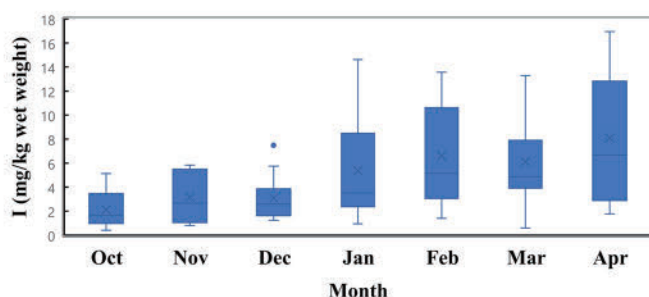


Fig. 4. The mean concentrations of Iodine in the Gim by monthly. The results are expressed as the means $\pm$ SD (\* $p$ <0.05).

한 기초자료로 활용 가능하다.

### 위해성 평가

김 섭취에 의한 요오드 노출평가 결과는 Table 2에 나타났다. 김 섭취에 의한 우리나라 전체 인구의 요오드 EDI는 1.76  $\mu\text{g/kg/day}$ 로 나타났다. 특히 영유아의 김 섭취가 증가하면서 이들의 노출량을 확인해 본 결과, 1-2세 그리고 3-6세의 평균 노출량은 각각 7.02와 7.73  $\mu\text{g/kg/day}$ 로 조사되어 타 연령보다 높았다. EDI는 FAO/WHO 합동식품첨가물 전문가위원회(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)에서 정한 요오드의 잠정일일섭취한계량(provisional tolerable daily intakes, PTDI)인 17  $\mu\text{g/kg/day}$ 보다는 낮았다(JECFA, WHO 1989). 그러나 요오드를 함유한 다른 식품 섭취를 고려한다면 우리나라 국민의 총 요오드 섭취량은 더욱 증가할 것으로 보여 관련 연구는 확장되어야 할 것이다. 본 결과를 우리나라 식약처의 권장섭취량(150  $\mu\text{g/d}$ )과 상한섭취량(2400  $\mu\text{g/d}$ )과 비교하였을 때, 전체 인구의 요오드 섭취량(107  $\mu\text{g/d}$ )은 상한섭취량보다 현저히 낮았으나 권장섭취량과는 차이가 크지 않았다. 특히 3-6세의 요오드 섭취량은 154  $\mu\text{g/d}$ 로 나타나 권장섭취량 수준이었다. 우리나라 국민의 요오드 평균 섭취량(400-500  $\mu\text{g/d}$ )을 고려하면 김의 기여도는 20% 이상으로 판단된다(Kim 등, 1998). 한편 국가나 지역, 식생활에 따라 요오드 하루 섭취량은 차이가 나는데, 우리나라의 경우 대부분 해조류(77.3%)로부터 섭취하지만(Lee 등, 2021), 미국, 캐나다 및 유럽의 경우 우유와 유제품 등의 낙농제품에서도 요오드 섭취량이 높다(WHO, 2024 Mar). 반면 유럽인구의 44% 가량은 소변 중 요오드 배출량이 100  $\mu\text{g/L}$  이하로 심각한 요오드 결핍이라고 보고하였으며(Anderson 등, 2012), 우유와 유제품은 특히 어린이에게 중요한 요오드 공급원이 되고 있는데, 최근 유럽의 식생활 변화로 청소년과 성인의 유제품 소비가 감소하여 요오드 결핍이 우

려된다고 보고하였다(WHO, 2024 Jun). 따라서 이러한 영양평가를 통해 김의 영양학적 우수성 및 섭취기준에 따른 안전성 데이터 확보가 김 수출에 있어 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 한편 우리나라는 김에 대한 유해물질 기준은 카드뮴에 대해서 0.3  $\text{mg/kg}$ 으로 설정되어 있으며, 중국을 포함한 EU는 해조류로 품종을 확대하여 기준을 정하고 있다.

## 요약

해조류 가운데 김은 명실상부 세계 식품이라고 해도 과언이 아닐 정도로 최대 수출량 및 생산량이 매년 갱신되고 있다. 김 수출 주요국인 EU에서도 매년 식품 중 해조류 섭취가 증가함을 시사하고 마른 김 141개를 대상으로 요오드 함량을 측정하여 식이 조사를 통한 평균섭취량을 모니터링 하는 등 요오드 섭취에 대한 안전성 자료를 확보하고 있다(Dujardin 등, 2023). 본 연구에서는 김 수출에 있어 요오드와 관련한 안전성에 기초자료 마련을 위해 2021년부터 2024년까지 채취한 물 김 99건에 대한 요오드 함량을 ICP-MS를 이용하여 분석하였으며, 지역 및 시기별로 비교하고 김 섭취를 통한 요오드 노출을 평가하였다. 분석결과 전체 99건의 평균 요오드 함량은 습중량 기준 5.386  $\text{mg/kg}$  (건중량 기준 90.141  $\text{mg/kg}$ )이며, 김 섭취에 의한 우리나라 전체 인구의 요오드 EDI는 1.76  $\mu\text{g/kg/day}$ 으로 JECFA에서 기준 17  $\mu\text{g/kg/day}$ 보다는 현저하게 낮음을 확인하였다. 앞으로도 김 수출의 활성화와 반송거부사례 감소를 위해서 추후 요오드 규제와 관련한 수출상대국 맞춤형 제품 개발이 필요하며 생산단계부터 가공단계까지 구체적인 요오드 저감화 방안에 대한 연구가 필요할 것이다.

## 감사의 글

이 논문은 2025년도 국립수산물학원 수산과학연구사업(R2025055)의 지원으로 수행된 연구이며 연구비 지원에 감사드립니다.

## References

- Anderson M, Vallikkannu K, Zimmermann MB. Global Iodine Status in 2011 and Trends over the Past Decade, J. Nutr. 142: 744-750 (2012)
- AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 20<sup>th</sup> ed. Method 2012.14. Association of Official Analytical Communities, Rockville, MD, USA(2016)
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Available from: [https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/gesundernaehrung/jodsalz-landingpage/jodsalz-landingpage\\_node.html](https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/gesundernaehrung/jodsalz-landingpage/jodsalz-landingpage_node.html). Accessed Jun. 12, 2007.

Table 2. Estimated daily intake (EDI) of Iodine (I) in Gim

Age	IR (g/d)	BW (kg)	EDI ( $\mu\text{g/kg/d}$ ) <sup>a</sup>				Average
			'21	'22	'23	'24	
1-2	0.83	12.41	4.76	4.33	7.72	10.4	7.02
3-6	1.48	19.97	5.24	4.77	8.50	11.4	7.73
7-12	0.98	38.39	1.80	1.64	2.92	3.93	2.66
13-18	0.86	59.21	1.03	0.939	1.67	2.25	1.52
Adults	1.03	64.42	1.13	1.03	1.83	2.46	1.66
Total	1.02	60.75	1.19	1.09	1.94	2.60	1.76

<sup>a</sup>EDI is the estimated daily intake (mg/kg/day).



- Federal Institute for Risk Assessment (BfR). Health risks linked to high iodine levels in dried algae. Available from: <http://www.bfr.bund.de/cm/208/gesundheitsliche%20risiken%20durch%20zu%20hohen%20jodgehalt%20in%20getrocknN%20algen.pdf>. Accessed Jun. 22, 2004.
- Chien LC, Hung TC, Choang KY, Yeh CY, Meng PJ, Shieh MJ, Han BC. Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and as for Fishermen in Taiwan. *Sci. Total Environ.* 285: 177-185 (2002)
- Choi JY, Ju DL, Song YJ. Revision of an Iodine Database for Korean Foods and Evaluation of Dietary Iodine and Urinary Iodine in Korean Adults using 2013-2015 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J. Nutri. Health.* 53: 271-287 (2020)
- CODEX Alimentarius Commission. Report of the Twenty-ninth Session of the CODEX Committee on Methods of Analysis and Sampling. Available from: <http://www.fao.org/input/download/report>. Accessed Aug. 29, 2008.
- Ding S, Deng Y, Wu M, Qu R, Du Z, Chu W. Leaching of Organic Matter and Iodine, Formation of Iodinated Disinfection By-products and Toxic Risk from *Laminaria Japonica* during Simulated Household Cooking. *J. Hazard Mater.* 459: 132241 (2023)
- Dujardin B, Sorsa RF, Ruiz JAG. Dietary exposure to heavy metals and iodine intake via consumption of seaweeds and halophytes in the European population. *EFSA J.* 21: 7798 (2023)
- European Commission. Food from the ocean (Scientific Opinion No. 3/2017). Available from: <https://ec.europa.eu/research/sam/pdf/sam%20food-from-oceans%20report.pdf>. Accessed Dec. 8, 2022.
- FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA). Iodine. Available from: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/2048>. Accessed Apr. 21, 2025.
- Hong SP, Koo JK, Jo KS, Kim DS. Physicochemical Characteristics of Water or Alcohol Soluble Extracts from Laver *Porphyra yezoensis*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26:10-16 (1997)
- Jerse A, Amulund H, Holdt SL, Sloth JJ. Speciation Analysis of Iodine in Seaweed: Optimisation of Extraction Procedure and Chromatographic Separation. *Environ. Chem.* 20: 95-104 (2023)
- Kang MG, Jeong MC, Park SK, Lee JW, Cho JH, Eom SH, Kim YM. Analysis of seasonal and regional changes in major food components of raw laver *Pyropia sp.* *Korean J. Fish Aquat. Sci.* 51: 510-517 (2018)
- Kim SJ, Ma SJ, Jang YS. Extraction and Quality Characteristics of Porphyran from Laver (*Porphyra yezoensis*) Waste. *J Korean Soc. Food Cult.* 20: 446-450 (2005)
- Kim JY, Moon SJ, Kim KR, Sohn CY, Oh JJ. Dietary Iodine Intake and Urinary Iodine Excretion in Normal Korean Adults. *Yonsei Med. J.* 39: 355-362 (1998)
- Korea Health Industry Development Institute (KHIDI). National Nutrition Statistics. Available from: <https://www.khidi.or.kr/nutri-stat>. Accessed Mar. 16, 2024.
- Lee DS, Pyeon JH, Cho DM, Kim HR, Kim DS. Trace Components and Functional Saccharides in Seaweed. Changes In Proximate Composition and Trace Elements According to the Harvest Season and Places. *Bull. Korean Fish Soc.* 28: 49-59 (1995)
- Lee HJ, Choi JI, Choi SJ. Physiological Activities and Amino Acid Compositions of Korean Dried Layer *Porphyra* Products. *Korean J. Fish Aqua. Sci.* 45: 409-413 (2012)
- Lee JY, Yeoh YJ., Seo MJ, Lee GH, Kim CI. Estimation of Dietary Iodine Intake of Koreans through a Total Diet Study (TDS). *Korean J. Comm. Nut.* 2691: 48-55 (2021)
- National Food Safety Information Service. National Food Safety Information Service. Available from: <https://www.kati.net/product/basisInfo.do?lcdCode>. Accessed Mar. 19, 2024.
- New Zealand Food Safety. Evaluation of food safety risks associated with seaweed and seaweed products. Available from: <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/55825-Evaluation-of-food-safety-risks-associated-with-seaweed-and-seaweed-products>. Accessed Feb. 18, 2023.
- Sorrenti S, Baldini E, Pironi D, Lauro A, D'Orazi V, Tartaglia F, Tripodi D, Lori E, Gagliardi F, Praticò M, Illuminati G, D'Andrea V, Palumbo P, Ulisse S. Iodine: Its Role in Thyroid Hormone Biosynthesis and Beyond. *Nutrients* 13: 4469 (2021)
- US EPA (US Environmental Protection Agency). 1995. Guidance for Methods Development and Methods Validation for the Resource Conservation and Recovery act (RCRA) Program. US EPA, Washington D.C., USA.
- World Health Organization (WHO), United Nations Children's Fund (UNICEF), International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCID). Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programmer managers. 3rd ed. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241595827>. Accessed Mar. 11, 2024.
- World Health Organization (WHO). People in the WHO European Region at greater risk of iodine deficiency due to changing diets. Available from: <https://www.who.int/france/news/item/28-06-2024-people-in-the-who-european-region-at-greater-risk-of-iodine-deficiency-due-to-changing-diets>. Accessed Jun. 28, 2024.
- Vincent A, Stanley A, Ring J. Hidden champion of the ocean: Seaweed as a growth engine for a sustainable European future. Available from: <https://www.seaweedeurope.com/wp-content/uploads/2020/10/Seaweed-for-Europe-Hidden-Champion-of-the-ocean-Report.pdf> Accessed Oct. 18, 2024.