

## 국내 대형 초밥 뷔페에서 사용되는 수산물의 원재료 모니터링 연구

강태선\*

상지대학교 보건과학대학 식품영양학과

### Monitoring of Commercial Products Sold on Sushi Buffet Restaurants in South Korea using DNA Barcode Information

Tae Sun Kang\*

Department of Food and Nutrition, College of Health Science, Sangji University, Wonju, Korea

(Received January 6, 2020/Revised January 29, 2020/Accepted February 12, 2020)

**ABSTRACT** - In this study, seafood products (n=26) sold on sushi buffet restaurants in the city of Wonju were monitored by analyzing sequences of DNA barcode markers (cytochrome *c* oxidase subunit I and 16S ribosomal RNA genes). NCBI BLAST database was screened with the barcode sequences analyzed as a query for species identification. The BLAST search revealed that fifteen samples (58%) analyzed were consistent with their labeling information; however, the ingredients used in seven samples (27%) were not compliant with their label information. In the case of these mislabeled products, ingredients for sutchi catfish sushi and cherry bass sashimi were identified as *Pangasianodon hypophthalmus* and *Lampris guttatus*, respectively. For Japanese flying-fish roe sushi and Pacific herring roe sushi, roe of *Mallotus villosus* was used as an ingredient. *Amphioctopus fangsiao* and *A. membranaceus* were used in octopus sushi and soybean-marinated squid products, respectively. This monitoring result can contribute to the protection of consumer rights and the reduction of fraudulent practices in the food industry.

**Key words** : Seafood products, DNA barcode, Food fraud, Species identification

생활 수준의 향상으로 건강과 안전한 먹거리에 대한 국민들의 관심이 증가하고 있으며, 이러한 추세에 맞추어 국내 수산물의 수입 건수는 2014년 76,860건에서 2018년 99,920으로 꾸준히 증가하고 있는 실정이다<sup>1)</sup>. 전 세계적으로 수산물의 수요는 꾸준히 증가하여 1인당 수산물 연간 평균 소비량은 1960년대에는 9.9 kg에 불과하였으나 지난 50년 동안 연평균 3.2%씩 증가하여 최근 3년(2013-2015년) 평균 20.2 kg을 기록하였고, 2025년에는 21.8 kg에 이를 것으로 조사되었다<sup>2)</sup>. 국가별 소득 수준에 따른 수산물 소비량의 경우, OECD 회원국(24.7 kg), 선진국(22.7 kg), 개도국(19.6 kg), 최빈국(13.2 kg) 순으로 소득 수준이 높은 국가일수록 수산물을 많이 소비하는 경향을 보였다. 또한 2013-2015년 기준으로 우리나라는 1인당 연간 58.4 kg의 수산물을 소비하여 주요국가 중 1위를 차지

하였으며, 일본(50.2 kg), 중국(39.5 kg), 미국(23.7 kg), EU(22 kg) 순으로 수산물을 소비하는 것으로 조사되었다<sup>2)</sup>.

최근 오세아나(OCEANA)에서 발표한 보고서에 따르면 미국에서 판매되는 인기 수산물의 21%에서 식품사기(food fraud)가 발견되었다<sup>3)</sup>. 적발된 식품사기의 경우 대형 유통업체(12%)보다 일반 식당(26%) 및 소매점(24%)에서 높은 빈도로 발견되었으며, 가장 대표적인 식품사기로는 수산물의 구체적인 증명 또는 학명이 아닌 일반명(예, 농어과, 메기류 등)을 사용하여 저가의 수산물을 고가의 어종으로 속여 판매하는 허위표시(mislabeled)로 확인되었다. 오세아나 보고서에서는 이러한 판매행위는 소비자에게 건강상의 문제를 일으킬 수 있으며 보호종 남획 등의 환경문제를 발생시킬 수 있다고 우려하고 있다<sup>3)</sup>.

수산물의 진위여부 판별을 위해 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction, PCR)에 기반한 다양한 분석법들(DNA barcoding, forensically informative nucleotide sequencing, microsatellite analysis, PCR-restriction fragment length polymorphism analysis, species-species PCR 등)이 개발되어 널리 활용되고 있다<sup>4-7)</sup>. 이중 DNA 바코드 분석 방

\*Correspondence to: Tae Sun Kang, Department of Food and Nutrition, College of Health Science, Sangji University, Wonju, Gangwon 26339, Korea  
Tel: +82-33-738-7642, Fax: +82-43-738-7652  
E-mail: missa1976@sangji.ac.kr

법은 다양한 생물의 종관별을 위해 가장 널리 활용되는 방법으로, PCR을 이용하여 16S ribosomal RNA (16S rRNA), cytochrome *c* oxidase subunit I (COI), cytochrome *b* (*cytb*) 등의 표준화된 유전자의 염기서열(600-700 bp)을 분석 및 비교하여 생물종을 확인할 수 있다. 분석에 이용되는 미토콘드리아 DNA는 핵 DNA에 비해 염기 복제 수 및 염기 치환이 매우 높고, 염기서열 구성에 관한 방대한 정보가 밝혀져 있어 동물성 종관별에 활용되고 있다<sup>6</sup>. 미토콘드리아의 DNA 중 16S rRNA와 COI 유전자는 동물의 종관별을 위해 사용되는 DNA 바코드 마커로서, 이러한 유전자를 증폭 대상으로 하는 다양한 종류의 일반 프라이머(Universal primer)가 개발되어 수산물의 종관별 연

구에 활발히 사용되어왔다<sup>8,9</sup>.

본 연구에서는 육안구별이 어려운 수산물 가공품 원재료의 종관별을 위해 DNA 바코드 정보 분석을 수행하였다. 이를 위해 원주시 내 대형 초밥 뷔페에서 판매 중인 26개 유형의 수산물 가공제품을 대상으로 DNA를 추출한 후 16S rRNA 및 COI 유전자를 선택적으로 증폭하여 바코드 마커의 염기서열을 분석하였다. 분석된 염기서열을 미국국립보건원(NCBI) GenBank 데이터베이스에 등록되어있는 생물종의 염기서열과 비교함으로써 사용 원재료의 모니터링을 실시하였다.

## Materials and Methods

**Table 1.** Species identification results based on sequence information of DNA barcode markers

No.	Product name	Primer set	Identified species				Labeling compliance <sup>a</sup>
			Accession No.	Identity (%)	Species	Common name	
S1	초메기초밥	II	MH194532.1	100	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	가이양	NC
S2	점성어초밥	II	MF004315.1	98.47	<i>Sciaenops ocellatus</i>	홍민어	C
S3	문어초밥	II	NC_039847.1	99.84	<i>Octopus cyanea</i>	등근무늬문어	C
S4	구운오징어초밥	II	MK336921.1	98.91	<i>Dosidicus gigas</i>	아메리카대왕오징어	C
S5	감오징어초밥	II	LC121565.1	100	<i>Sepia recurvirostra</i>	-	-
S6	참소라초밥	II	KP136661.1	100	<i>Rapana venosa</i>	피빨고둥	C
S7	훈제연어초밥	I	MH003640.1	100	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	은연어	C
S8	광어초밥	I	AB028664.1	99.82	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	C
S9	생새우초밥	I	MF490230.1	100	<i>Litopenaeus vannamei</i>	흰다리새우	C
S10	가리비초밥	I	FJ595957.1	100	<i>Chlamys farreri</i>	파래가리비	C
S11	북방조개초밥	I	MG431821.1	99.26	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	북방대합	C
S12	농어초밥	III	MF185643.1	99.84	<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	C
S13	보리멸초밥	II	MG205088.1	99.80	<i>Actinopterygii</i> sp.	-	-
S14	타코와사비군함	II	LC121539.1	100	<i>Amphioctopus fangsiao</i>	주꾸미	NC
S15	적날치알군함	I	GU233808.1	98.71	<i>Mallotus villosus</i>	열빙어	NC
S16	청날치알군함	I	GU233808.1	98.72	<i>Mallotus villosus</i>	열빙어	NC
S17	생연어회	III	KT719282.1	99.52	<i>Salmo salar</i>	대서양연어	C
S18	꽃돔회	I	AP002924.1	100	<i>Lampris guttatus</i>	붉평치	NC
S19	문어초무침	II	AB477017.1	100	<i>Enteroctopus dofleini</i>	문어	C
S20	오징어간장소스	II	MH293068.1	100	<i>Amphioctopus membranaceus</i>	남방주꾸미	NC
S21	청어알무침	III	FJ205579.1	99.52	<i>Mallotus villosus</i>	열빙어	NC
S22	초새우	I	MF490230.1	100	<i>Litopenaeus vannamei</i>	흰다리새우	C
S23	간장새우	I	MF490230.1	100	<i>Litopenaeus vannamei</i>	흰다리새우	C
S24	간풍새우	I	MF490230.1	100	<i>Litopenaeus vannamei</i>	흰다리새우	C
S25	주꾸미볶음	II	KT362380.1	90.39	<i>Uroteuthis chinensis</i>	한치오징어	-
S26	꽃게튀김	II	NC_037173.1	99.38	<i>Monomia gladiator</i>	-	-

<sup>a</sup> Identified species were compared with the raw materials declared in the product names. C and NC represent compliance and non-compliance, respectively.

### 시료 전처리 및 DNA 추출

본 연구에서는 원주시 내 대형 초밥 뷔페에서 제공되는 다양한 유형의 수산물 가공제품을 분석대상으로 사용하였다. 전체 26개 제품 유형 중 1차 가공제품(회, 초밥 등 단순가공)은 18개, 2차 가공제품(튀김, 구이, 절임, 초무침 등 조리가공)은 8개였으며, 이들 제품에 관련된 정보는 Table 1에 요약하였다. 가공과정 중 첨가된 PCR 저해인자를 제거하기 위하여 증류수 및 70% ethanol을 이용하여 양념 및 부산물을 제거하였으며, 유형별 3개의 검체에서 가식 부위 25 mg을 각각 취하여 DNA 추출에 이용하였다. DNA의 추출은 AccuPower Genomic DNA Extraction Kit (Bioneer, Daejeon, Korea)를 이용하여 전처리된 가식 부위를 대상으로 제조사의 매뉴얼에 따라 수행하였다. 추출된 DNA의 농도 및 순도는 Epoch (BioTek, Winooski, VT, USA)를 사용하여 확인하였다.

### DNA 바코드 PCR 및 염기서열 분석

수산물 제품의 종판별을 위해 선행연구를 참고하여 16S rRNA 및 COI 유전자를 목적 유전자로 선정하였으며, 바코드 마커의 증폭에 필요한 프라이머 세트 정보는 Table 2에 제시하였다<sup>(10-13)</sup>. Table 2에 요약된 각 프라이머 세트를 이용하여 Table 3에 요약된 증폭 조건에 따라 2720 Thermal Cycler (Applied Biosystems, Foster

City, CA, USA) 장비를 이용하여 PCR을 수행하였다. 반응액 조성은 AccuPower PCR PreMix (Bioneer)를 이용하여 10  $\mu$ M의 정방향 및 역방향 프라이머를 각각 1  $\mu$ L (프라이머 세트(III)의 경우 4종류의 프라이머를 각각 1  $\mu$ L 사용), 10 ng/ $\mu$ L 농도의 주형 DNA 1  $\mu$ L를 첨가하였으며, 총 반응액의 부피가 20  $\mu$ L가 되도록 멸균증류수를 첨가하였다. PCR 후 증폭산물은 Accuprep PCR Purification Kit (Bioneer)를 이용하여 제조사의 매뉴얼에 따라 정제하였다. 정제 후 염기서열의 분석은 (주)바이오니아에 의뢰하여 수행하였다.

### DNA 바코드 정보를 이용한 수산물의 종판별

분석된 바코드 마커의 염기서열(약 600 bp)은 BioEdit (version 7.0.5, [www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.htm](http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.htm)) 프로그램을 이용하여 질적 점수(quality score)를 확인하였으며 질적 점수 20 이하의 염기서열은 분석에서 제외하였다<sup>(14)</sup>. 편집된 바코드 마커의 염기서열 정보는 미국 국립보건원에서 제공하는 검색기능(BLAST Search, <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)을 이용하여 분석하였으며, 98% 이상의 염기서열 유사도(identity)를 보이는 종을 분석 제품에 사용한 원재료의 종으로 최종 판별하였다<sup>(15)</sup>.

**Table 2.** Information of primer sets used in this study

Marker <sup>a</sup>	Primer set	Primer sequence (5' → 3')	Reference
16S rRNA	I	16Sar-L 16Sbr-H	Palumbi S.R. et al. (1996) <sup>(10)</sup>
	II	LCO1490 HCO2198	
		VF2_t1 FishF2_t1	Ward et al. (2005) <sup>(12)</sup> Ivanova et al. (2007) <sup>(13)</sup>
	III	FishR2_t1 FR1d_t1	

<sup>a</sup> 16S rRNA and COI represent 16S ribosomal RNA and cytochrome *c* oxidase subunit I genes, respectively.

**Table 3.** Optimal PCR conditions for amplification of DNA barcode markers

Step	primer set(I): 16Sar-L, 16Sbr-H / primer set(II): LCO1490, HCO2198			primer set(III): VF2_t1, FishF2_t1, FishR2_t1, FR1d_t1		
	Temp.	Time	Cycle	Temp.	Time	Cycle
Pre-denaturation	96°C	3 min	1	94°C	2 min	1
Denaturation	96°C	20 sec		94°C	30 sec	
Annealing	53°C	20 sec	35	52°C	40 sec	35
Extension	72°C	1 min		72°C	1 min	
Final extension	72°C	10 min	1	72°C	10 min	1

## Results

### 수산물 제품의 종판별을 위한 바코드 마커의 증폭

수산물의 종판별에 널리 활용되는 3개의 프라이머 세트 (I, II, III)를 이용하여 수산물 제품의 종판별을 위한 최적의 증폭조건을 확립하였다(Table 3). 각각의 프라이머 세트는 수산물 제품에 따라 상이한 증폭효율을 나타내었으며, 최적의 증폭효율을 보이는 프라이머 세트를 선정하여 수산물 제품의 최종 바코드 마커 증폭에 사용하였다. Table 1에서 확인할 수 있듯이, '16Sar-L/16Sbr-H' 프라이머 세트(I)는 생새우초밥, 가리비초밥 등 11(42%)개 제품에서 최적의 증폭효율을 보였으며, 'LCO1490/HCO2198' 프라이머 세트(II) 이용 시 초메기초밥, 점성어초밥 등 12개 (46%) 검체에서 최적의 PCR 증폭산물이 생성되었다. 반면 'VF2\_t1/FishF2\_t1/FishR2\_t1/FR1d\_t1' 프라이머 세트(III)를 사용할 경우 분석 제품 중 3개(12%) 검체에서 최적의 PCR 증폭산물을 생성하였다.

### 바코드 마커 정보를 이용한 수산물 제품의 종판별

선정된 세 개의 프라이머 세트를 이용하여 얻은 PCR 증폭산물을 『DNA 바코드 PCR 및 염기서열 분석』 항목에서 제시된 방법에 따라 정제 후 염기서열을 분석하였다. 질적 점수 기준 20을 적용하여 증폭된 염기서열의 양 말단을 포함하는 불확실 염기서열들을 편집한 후 미국국립 보건원 GenBank 데이터베이스에 등록되어있는 염기서열들과 비교·분석하였다. 염기서열 유사도(identity, %)와 매칭 점수(match score)를 기준으로 PCR 증폭산물의 종을 판별하였다.

제품명에 표시된 원재료(초메기, 점성어, 문어, 오징어 등)와 염기서열 분석으로 동정된 학명의 일치 여부는 『식품의 기준 및 규격(제2019-89호)』 중 『(별표 1) 식품에 사용할 수 있는 원료 목록』에 제시된 학명을 기준으로 판단하였다<sup>6)</sup>. DNA 바코드 마커 정보를 이용한 원재료의 종판별 결과는 Table 1에 정리하였으며, 전체 26개 분석 제품 중 15개 제품(58%)에서 사용원료와 종판별 결과가 일치하였다. 점성어초밥(S2), 훈제연어초밥(S7), 광어초밥(S8), 농어초밥(S12), 및 생연어회(S17)의 원재료는 DNA 바코드 마커 분석결과 홍민어(*Sciaenops ocellatus*), 은연어(*Oncorhynchus kisutch*), 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 및 대서양연어(*Salmo salar*)로 일치하였다. 새우 제품(생새우초밥(S9), 초새우(S22), 간장새우(S23), 간풍새우(S24))의 경우 DNA 바코드 마커 분석결과 모두 흰다리새우(*Litopenaeus vannamei*)로 동정되었다. 문어초밥(S3)에는 둥근무늬문어(*Octopus cyanea*)가 문어초무침(S19)에는 문어(*Enteroctopus dofleini*)가 사용되었으며, 구운오징어초밥(S4)에는 아메리카대왕오징어(*Dosidicus gigas*)가 사용되어 제품명과 사용원료가 일치하였다. 또한

참소라초밥(S6), 가리비초밥(S10), 북방조개초밥(S11)의 원재료는 피빨고둥(*Rapana venosa*), 파래가리비(*Chlamys farreri*), 및 북방대합(*Pseudocardium sachalinense*)으로 동정되었다.

초메기초밥(S1), 타코와사비군함(S14), 적날치알군함(S15), 청날치알군함(S16), 꽃돔회(S18), 오징어간장소스(S20). 청어알무침(S21)의 경우 제품명에 표시된 정보와 사용 원재료의 불일치가 관찰되었다. 초메기초밥에는 가이양(*Pangasianodon hypophthalmus*)이 꽃돔회에는 붉평치(*Lampris guttatus*)가 사용되었으며, 날치알군함 및 청어알무침에는 열빙어(*Mallotus villosus*) 알이 사용되었음을 확인하였다. 타코와사비군함 및 오징어간장소스에 사용된 원재료는 주꾸미(*Amphioctopus fangsiao*) 및 남방주꾸미(*Amphioctopus membranaceus*)로 각각 동정되었다.

갑오징어초밥(S5) 및 꽃게튀김(S26)의 사용 원재료는 종판별 결과 갑오징어과에 속하는 *Sepia recurvirostra* 및 꽃게과에 속하는 *Monomia* (또는 *Portunus*) *gladiator* 종으로 동정되었다. 『식품의 기준 및 규격(제2019-89호)』 중 『(별표 1) 식품에 사용할 수 있는 원료 목록』에는 갑오징어는 *Sepia esculenta* 종으로 입술무늬갑오징어는 *Sepia lycidas* Gray, *Acanthosepion lycidas*, *Sepia subaculeata* Sasaki, 또는 *Sepia lycidus* 종으로 정의하고 있으며, 꽃게의 경우 *Portunus trituberculatus* 종으로 정의하고 있다. 따라서 해당 종의 국명을 확인할 수 없는 두 제품(S5, S26)은 사용원료의 진위여부 판정에서 제외하였다.

주꾸미볶음(S25)의 경우 사용 원재료가 한치오징어(*Uroteuthis chinensis*)로 동정되었으나 염기서열 유사도(90.39%)가 기준치 이하였다. 또한 보리멸초밥(S13)의 경우 염기서열 유사도 99.80%를 보이는 *Actinopterygii* sp.로 동정되었으나 종판별에 사용된 염기서열의 coverage가 82%로 낮았으며, coverage가 100%인 경우 멸치(*Engraulis japonicus*)로 동정되었으나 염기서열 유사도(88.20%)가 기준치 이하로 관찰되어 최종 종판별에서 제외하였다.

## Discussion

최근 FTA 등의 교역 확대에 의한 수산물의 수입이 가파르게 증가하고 있으며, 저가의 원료 또는 식품사용 금지원료의 사용, 제품의 표시사항을 허위로 기재하는 등의 부정·위화식품(economically motivated adulteration food) 및 식품사기가 급증하고 있는 실정이다. 대왕오징어를 가공하여 '가문어'라는 이름으로 판매하는 등 경제적 이익을 목적으로 저가의 수입 수산물물 고가의 수산물 원재료로 표시하여 판매하는 사례들이 보고되고 있다<sup>17,18)</sup>. 실례로 2018년도에는 오징어 빨판을 사용한 『자숙문어빨판』 제품에 알레르기 유발물질인 오징어가 표시되어 있지 않아 판매중단 및 회수조치가 내려진바 있다<sup>19)</sup>.

본 연구의 모니터링 결과 분석 제품의 27%에서 제품명과 사용원료 간의 불일치를 나타내었으며, 저가의 수산물(붉평치, 열빙어알 등)을 고가의 어종(꽃돔, 날치알 등)으로 판매하는 허위표시(mislabeing)가 주를 이루었다. 허위표시 제품에 사용된 원재료(가이양, 붉평치, 열빙어 등)는 『식품의 기준 및 규격(제2019-89호)』 중 『(별표 1) 식품에 사용할 수 있는 원료 목록』에 등록된 원료로 식품에 사용이 가능한 수산물이다. 꽃돔의 경우 『식품의 기준 및 규격』에서는 *Sacura margaritacea* 종을 꽃돔으로 정의하고 있다. 하지만 분석에 사용된 꽃돔회는 꽃돔(*Sacura margaritacea*)이 아닌 붉평치(*Lampris guttatus*)를 원재료로 사용한 제품으로 대표적인 허위표시에 해당된다. 또한 초메기초밥에 사용된 원재료인 가이양(*Pangasianodon hypophthalmus*)의 경우 동남아시아의 메콩강 유역에서 서식하는 민물 메기로 충분히 익히지 않은 회, 초밥 등으로 가공된 제품을 소비할 경우 건강상의 문제를 초래할 수 있다. 이러한 허위표시는 최근 오세아나 보고서에서 발표한 미국의 대표적인 수산물 식품사기 사례와 동일한 패턴을 나타내었으며, 이는 소비자에게 금전적 손해뿐만 아니라 더 나아가 건강상의 문제를 유발할 수 있다<sup>3)</sup>. 최근 DNA 바코드 정보를 이용한 모니터링 연구에 따르면 수산물 제품의 허위표시는 유럽연합(26%), 홍콩(26%), 캐나다(25%), 미국(21%) 등 전 세계적으로 발생하는 대표적인 식품사기 유형이다<sup>2,20-22)</sup>. 본 연구의 모니터링 결과 확인된 수산물 제품의 식품사기의 발생빈도(27%)는 외국의 사례에서 보고된 빈도와 유사함을 확인할 수 있었다. 하지만 국명이 정해지지 않은 수산물(*Sepia recurvirostra*, *Monomia gladiator* 등)을 사용한 제품의 경우 향후 수산물의 수입 증가에 따라 비의도적 식품사기의 발생빈도가 증가할 것으로 예상된다.

따라서 소비자의 알 권리 강화 및 안전한 외식문화 정착을 위해 수산물 원재료 표시에 대한 주기적인 모니터링 연구가 필요하며, 본 연구 결과는 향후 모니터링 연구 및 관련 정책 지원을 위한 기초자료로 그 활용도가 높을 것으로 판단된다.

### Acknowledgement

본 연구는 2019년도 상지대학교 교내 연구비로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 국문요약

본 연구는 원주시 내 대형 초밥 뷔페에서 제공되는 초밥, 회 등 26개 수산물 가공품을 대상으로 DNA 바코드를 분석하여 원재료의 종을 동정하였다. DNA 바코드 증폭을 위하여 미토콘드리아의 16S ribosomal RNA 및 cytochrome

c oxidase subunit I 유전자 부위를 증폭하는 프라이머 세트를 이용하여 증폭된 PCR 산물의 염기서열을 분석하였다. 확보한 염기서열은 BLAST Search를 이용하여 미국 국립보건원 GenBank에 등록되어있는 생물 종의 염기서열과 비교하여 염기서열 유사도와 매칭 점수를 고려하여 최종 종을 동정하였다. 모니터링 결과 분석 제품의 58%는 제품명과 사용된 원재료가 일치하였지만, 27%에서는 불일치가 관찰되었다. 초메기초밥에는 가이양(*Pangasianodon hypophthalmus*)이 꽃돔회에는 붉평치(*Lampris guttatus*)가 사용되었으며, 날치알군함 및 청어알무침에는 열빙어(*Mallotus villosus*) 알이 사용되었음을 확인하였다. 타코와 사비군함 및 오징어간장소스에 사용된 원재료는 주꾸미(*Amphioctopus fangsiao*) 및 남방주꾸미(*Amphioctopus membranaceus*)로 각각 동정되었다.

### References

1. Ministry of Food and Drug Safety, 2019. Year book of imported food inspection, Korea.
2. Ministry of Oceans and Fisheries, (2020, January 6). Korean annual seafood consumption is 58.4 kg, which is the highest amount among OECD countries. Retrieved from <http://www.mof.go.kr/article/view.do?articleKey=15063&boardKey=10&menuKey=376&currentPageNo=1>
3. Warner, K., Roberts, W., Mustain, P., Lowell, B., Swain, M., (OCEANA), (2020, February 20). Casting a wider net: more action needed to stop seafood fraud in the united states. Retrieved from <https://marxiv.org/sbm8h/>
4. Kang, T.S., Basic principles for developing real-time PCR methods used in food analysis: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, **91**, 574-585 (2019).
5. Kang, T.S., Development of four PCR-based methods to differentiate tilefish species (*Branchiostegus japonicus* and *B. albus*). *Food Chem.*, **271**, 1-8, (2019).
6. Kang, T.S. Rapid and simple identification of two closely-related snow crabs (*Chionoecetes opilio* and *C. japonicus*) by direct triplex PCR. *LWT-Food Sci. Technol.*, **99**, 562-567 (2019).
7. Kim, M.-R., Kwon, K., Jung, Y.-K., and Kang, T.S., A rapid real-time PCR method to differentiate between mottled skate (*Beringraja pulchra*) and other skate and ray species. *Food Chem.*, **255**, 112-119 (2018).
8. Hebert, P.D., Cywinska, A., Ball, S.L., Dewaard, J.R., Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. Biol. Sci.*, **270(1512)**, 313-321 (2003).
9. Yu, Y.C., Hong, Y., Kim, J.J., Kim, H.S., Kang, T.S., Monitoring of commercial cephalopod products sold on the South Korea market using DNA barcode information, *J. Food Hyg. Saf.*, **34(5)**, 502-507 (2019).
10. Palumbi, S.R., 1996. Nucleic acids II: the polymerase chain reaction. In: Hillis, D.M., Moritz, C., Mable, B.K. (Ed), *Molecular Systematics*. Sinauer & Associates, Massachu-

- setts, pp. 205-247.
11. Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R., DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.*, **3(5)**, 294-299 (1994).
  12. Ward, R.D., Zemlak, T.S., Innes, B.H., Last, P.R., Hebert, P.D.N., DNA barcoding Australia's fish species. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, **360(1462)**, 1847-1857 (2005).
  13. Ivanova, N.V., Zemlak, T.S., Hanner, R., Hebert, P.D.N., Universal primer cocktails for fish DNA barcoding. *Mol. Ecol. Notes.*, **7(4)**, 544-548 (2007).
  14. Criscuolo A., Brisse, S., AlienTrimmer: a tool to quickly and accurately trim off multiple short contaminant sequences from high-throughput sequencing reads. *Genomics*, **102(5-6)**, 500-506 (2013).
  15. Handy, S.M., Deeds, J.R., Ivanova, N.V., Hebert, P.D., Hanner, R., Ormos, A., Yancy, H.F., Single laboratory validated method for DNA-barcoding for the species identification of fish. *J. AOAC Int.*, **94(1)**, 201-210 (2011).
  16. Ministry of Food and Drug Safety, 2019. (Annex 1) list of ingredients able to be used in food, Food Code, Korea.
  17. Financial NEWS, (2020, January 6). Squid value marched high, soaring imports of Humboldt squid from South America. Retrieved from <http://www.fnnews.com/news/201906111058332228>
  18. Nocut NEWS, (2020, January 6). DNA tests of seafood products shows origin of one third is mis labeled. Retrieved from <https://www.nocutnews.co.kr/news/5145288>
  19. Yonhap NEWS, (2020, January 6). Stop selling Chinese processed products that deceive squid into octopus. Retrieved from <https://www.yna.co.kr/view/AKR20180413128600017?input=1195m>
  20. But, G.W.-C., Wu, H.-Y., Shaw, P.-C., Identification of fish species of sushi products in Hong Kong. *Food control*, **98**, 164-173 (2019).
  21. Hu, Y., Huang, S.Y., Hanner, R., Levin, J., Lu, X., Study of fish products in Metro Vancouver using DNA barcoding methods reveals fraudulent labeling. *Food Control*, **94**, 38-47 (2018).
  22. Pardo, M.Á., Jiménez, E., Viðarsson, J.R., Ólafsson, K., Ólafsdóttir, G., Daníelsdóttir, A.K., Pérez-Villareal, B., DNA barcoding revealing mislabeling of seafood in European mass caterings. *Food Control*, **92**, 7-16 (2018).