

소금 및 새우젓의 무기질과 중금속 함량 분석

허옥순¹ · 오상희 · 신현수¹ · 김미리*

충남대학교 식품영양학과, ¹대전지방식품의약품안전청

Mineral and Heavy Metal Contents of Salt and Salted-fermented Shrimp

Ok-Soon Heo¹, Sang-Hee Oh, Hyun-Soo Shin¹, and Mee Ree Kim*

Department of Food and Nutrition, Chungnam National University

¹Daejeon Regional Korea Food and Drug Administration

This study was carried out to survey the contents of mineral and heavy metal of the commercial salt and salted-fermented shrimp. Mineral and heavy metal contents of Korean products and imported salts, and their effects on shrimps were analyzed through ICP-AES/MS. K and Mg contents of Korean salts and salted-fermented shrimp were relatively higher than those imported ones. However, no significant differences were found for mineral of commercial salted-fermented shrimps between Korean products and imported ones. Heavy metal contents of commercial salts lower than the maximum permissible limit set by KFDA. As, Hg, and Ni were not detected in both commercial and lab-made salted-fermented shrimps. Cd were detected ranges of ND-0.5 ppm (average 0.1 ppm) for commercial salted-fermented shrimps. Pb were detected ranges of ND-0.8 ppm (average 0.28 ppm) for lab-made salted-fermented shrimps.

Key works: mineral, heavy metal, salt, salted-fermented shrimp

서 론

소금은 우리의 식생활에서 중요한 조미료로 사용되고 있으며, 신경이나 근육흥분성을 유지하고 신진대사를 촉진시킬 뿐 아니라 체내의 삼투압을 일정하게 유지시키며 산과 알칼리의 균형을 이루게 한다(1). 또한, 식품의 저장성과 풍미에 중요한 영향을 주기 때문에 대부분의 식품 특히, 김치, 된장, 젓갈과 같은 발효 식품에 사용되고 있다(2). 소금은 크게 재제소금과 가공소금으로 나뉜다(3). 재제소금(재제조 소금)은 원료 소금을 용해, 탈수, 건조 등의 과정을 거쳐 다시 재결정화시켜 제조한 소금을 말하며, 가공소금은 원료 소금을 원료 소금을 세척, 분쇄, 압축 등의 가공 외에 볶음, 태움, 용융 등의 방법으로 그 원형을 변형한 소금 또는 식품첨가물을 가하여 가공한 소금을 말한다. 소금은 주성분인 NaCl 뿐만 아니라 다양한 무기질을 함유하고 있는 해수를 원료로 하기 때문에 소금의 종류에 따라 제조하는 방법이 다를 뿐 아니라 함유하고 있는 무기질 또한 다르다(4).

젓갈은 어류의 근육, 내장 등에 10-20%의 식염을 가하여 부

패 번질을 억제하면서 일정기간 염장시켜 숙성·발효시킨 전통 발효식품으로 우리의 식생활에서 중요한 식품이다(5). 특히 새우젓은 내장에 다량의 효소가 존재하여 다른 어패류보다 쉽게 부패하여 어획 즉시 염지하여야 하며 다른 젓갈보다 다량의 식염을 첨가하여 제조한다(6). 최근 소금 수입자유화에 따라 외국의 천일염, 암염 등의 수입소금의 유입이 급증하고 있다(7). 이들 수입 소금은 국내산 소금과 그 성분 및 기능성에 차이가 있으며, 이들 차이는 식품에 영향을 줄 수 있다(8). 특히 새우젓과 같이 다량의 식염이 함유되는 식품에서는 더욱 중요하다. 또한 소금 및 새우젓은 해수에 함유된 중금속이 잔류될 수 있으며(9) 이들 중금속은 인체에 치명적인 위험을 가질 수 있으므로 이들에 대한 중금속 함량을 파악하여 안전성 여부를 평가하여야 한다(10). Park 등(7)은 수입 소금과 국내산 소금의 무기질 및 중금속 함량의 차이를 평가하여 보고한 바 있고 Shin 등(11)과 Park 등(12)은 시판 소금의 성분이 김치에 미치는 영향을 평가하여 보고한 바 있다. 그러나 현재 수입 소금의 유입으로 시판 소금의 종류가 다양해지고 있는 반면, 이에 대한 영양학적, 위생학적 특성에 대한 연구가 부족한 실정이며, 특히 소금의 영향을 가장 많이 받는 젓갈의 영양학적 특성 및 안전성에 대한 연구가 필요하다. 이에 본 연구는 국내산 소금과 수입산 소금의 무기질 및 중금속 함량의 차이를 평가하였으며, 이들 소금으로 직접 새우젓을 제조하여 그 특성을 보았으며, 현재 시판되고 있는 새우젓을 산지별로 구입하여 무기질 및 중금속 함량을 분석하였다.

*Corresponding author: Mee Ree Kim, Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Gung-dong 220, Yuseong-gu, Daejeon 305-764, Korea
Tel: 82-42-821-6837
Fax: 82-42-821-8887
E-mail: mrkim@cnu.ac.kr

재료 및 방법

소금

대전에서 유통되는 국산 천일염 3종(전북 신안산 2종, 충남 태안산), 중국산 천일염 2종(대전 오정동 시장 구입), 정제염(한주소금, (주)한주)을 구입하여 무기질과 중금속 분석에 이용하였다.

새우젓 제조

새우(shrimp, *Acetes chinensis*)는 전남 신안에서 어획 즉시 빙장한 선도 좋은 새우를 구입하여 3%의 식염수로 깨끗이 세척하였다. 세척이 끝난 새우는 각각 18, 27%의 식염농도가 되도록 국산 천일염(전북 신안산), 중국산 천일염(대전 오정동 시장 구입), 정제염을 혼합하여 제조하였다. 제조한 새우젓을 10°C에서 90일간 숙성, 발효한 후 실험에 사용하였다.

시판 새우젓 구입

대전, 광천, 강경 재래시장에서 판매하는 새우젓 15제품과 시중에 유통되고 있는 포장판매 새우젓 5제품을 종류별(오젓, 육젓, 추젓, 동백하젓, 보리새우젓, 새하젓), 산지별(국내산, 중국산, 베트남산)로 구입하여 분석하였으며, 각각의 시료에 대한 종류, 구입장소 및 산지에 대한 사항은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. List of commercial salted-fermented shrimp for heavy metal analysis

Sample code	Kind	Place of purchase	Country
T ¹ A	Oh Jeot	Kwangchun	Korea
TB		Kangkyung	
TC		Daejeon	China
TD		Daejeon	
TE	Yook Jeot	Kwangchun	Korea
TF		Kangkyung	
TG	Chu Jeot	Kwangchun	Korea
TH		Kangkyung	
TI		Kangkyung	China
TJ		Daejeon	
TK		Kangkyung	
TL		Daejeon	
TM	Dongbakha Jeot	Daejeon	Korea
TN	Borisewoo Jeot	Daejeon	Korea
TO	Saeha Jeot	Kangkyung	Korea
P ² A	Oh Jeot	Mokpo	Korea
PB	Yook Jeot	Mokpo	Korea
PC	Chu Jeot	Mokpo	Korea
PD			
PF			

¹T: Salted-fermented shrimps were purchased in the traditional market.

²P: Salted-fermented shrimps were sold by packages in the retail market.

무기질 및 중금속 분석조건의 최적화

소금: 120°C에서 건조시킨 시료를 3차 증류수에 녹인 후 Na의 함량이 1% 이하 되게 희석하였다. 이때 HNO₃(EP Grade) 3 mL를 첨가하고 또한 internal standard인 indium을 100 mL 하에서 1 ppm 되도록 첨가하여 ICP-AES로 분석하였다. 기기 조건은 Table 2와 같다.

소금 중 중금속 함량은 Stephan 등(13)의 방법에 따라 ICP-AES로 분석하였다. 일반적으로 ICP의 최적화 분석조건은 Mg(II)/Mg(I)×1.8 = 8 - 12일때이지만, Na 1% 조건 하에서는 검출되는 중금속 함량이 낮아지게 되므로 기기 조건을 RF power는 1,300 W에서 1,500 W로 높이고, nebulizer flow rate를 0.8 L/min에서 0.65 L/min로 낮추어서 Mg(II)/Mg(I)×1.8의 값을 8.2로 최적화한 후 분석하였다. 또한, internal standard로 Indium 10 ppm을 사용하여 회수율을 측정한 후 보정하였다. 분석 조건을 상기의 방법에서와 같이 최적화한 후 분석한 결과, K를 제외한 모든 원소는 98% 이상의 회수율을 나타내었다.

새우젓: 120°C에서 건조시킨 젓갈 시료를 0.1 g 취하여 HNO₃(EP Grade) 6 mL, H₂O₂ 1 mL을 첨가하여 Microwave Digestion System(MNS1200 MEGA, Milestone, Bergamo, Italy)으로 분해하였다(기기 조건: 5 min, 250 W; 5 min, 400 W; 5 min, 650 W; 5 min 250 W). 분해된 시료를 용량 플라스크로 100 mL가 되도록 정용하였다. 이때 ICP-AES에서는 internal standard인 Indium을 100 mL하에서 1 ppm 되도록 첨가하였으며 ICP-MS에서는 internal standard인 Indium을 100 mL하에서 100 ppb가 되도록 첨가하였다. 기기 조건은 Table 2, 3과 같다.

젓갈과 같이 염 성분이 많이 포함된 시료에 포함된 중금속 분석은 염 성분에 의한 이온화 방해효과 및 분무효율 변화에 따른 방해효과를 보정하여야 한다. 또한 건조된 시료에 포함된 중금속을 분석하는 경우, 중금속 종류에 따라 흡착부위 및 흡착율이 상이하기 때문에 시료 균질성에 대한 오차도 고려하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 ICP-AES와 ICP-MS의 2가지 방법을 사용하여 교차분석을 수행하였다. 먼저 ICP-AES를 사용하여 분석하는 경우, plasma robustness를 8 이상으로 최적화

Table 2. Condition of ICP-AES for salt and salted-fermented shrimp

Model	OPTIMA 3300 DV (PERKINELMER, USA)
Instrument	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer
Gas	Ar gas
RF Power	1,500 W (salt), 1,300 W (salted-fermented shrimp)
Nebulizer gas flow rate	0.6 L/min (salt), 0.8 L/min (salted-fermented shrimp)
Coolant gas flow rate	15 L/min
Axially gas flow rate	0.5 L/min
Sample uptake	1.5 mL/min
Calibration curve	0.1, 0.5, 1.0 ppm (salt), 1, 5, 10 ppm (salted-fermented shrimp)
Standard solution	AnApure™ MULTI STANDARD (AnApex Co. Korea)
Internal standard element	AnApure™ Indium, 1,000 ppm (AnApex Co., Korea)

Table 3. Condition of ICP-MS for salted-fermented shrimp

Model	X7 series (Thermo Element, England)
Instrument	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer
Gas	Ar gas
RF Power	1250 W
Nebulizer gas flow rate	0.96 L/min
Sample uptake	1.5 mL/min
CeO/Ce	≤0.02 (2%)
Ba ⁺⁺ /Ba ⁺	≤0.02 (2%)
Calibration curve	1, 50, 100 ppb
Standard solution	AnApure™ MULTI STANDARD (AnApex Co., Korea)
Internal standard element	AnApure™ Indium, 10 ppm (AnApex Co., Korea)

하여 분석을 수행하였다. 시료에 포함된 염성분에 의한 분무효율 및 이온화 방해효과를 보정하기 위하여 시료 전처리시 indium 표준용액(10 ppm)을 첨가하여 내부표준물법을 수행하였다. 시료에 포함된 염성분에 의한 방해효과를 최소화하기 위하여, ICP-AES로 분석한 시료를 10배 희석하였으며, 이 때, 시료를 희석하여 염성분에 의한 방해효과는 감소하나, ICP-AES로 측정할 수 없을 정도의 농도가 되기 때문에 ICP-MS로 분석하였다. ICP-AES와 동일하게 indium 10 ppm을 첨가하여 내부표준물법으로 방해효과를 보정하여 중금속을 측정하였다. ICP-MS를 이용한 교차분석에서 ICP-AES를 사용하여 측정된 분석결과와 동일한 분석결과를 얻을 수 있었다. 아울러 시료 균질성을 검증하기 위하여 동일 시료에 대하여 2번 반복하여 시료 전처리 및 분석을 수행하였다.

통계분석

실험시 얻은 data는 통계프로그램인 SPSS(14)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 시료 간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

소금의 종류별 특성

성분 비교: 국산 천일염 2종과 중국산 천일염 및 정제염의 수분함량, 총염소 함량, NaCl 함량, 황산이온 함량, 불용 성분 함량 등 5가지 항목을 검사한 결과는 Table 4와 같다. 소금의 수분함량은 국산 천일염은 9.44, 7.65%의 함량을 나타낸 반면, 중국산 천일염은 6.44%로 국산 천일염보다 낮은 함량을 나타

냈다. NaCl 함량은 국산 천일염은 80.98, 88.90%의 함량을 나타내었고, 중국산 천일염은 89.38%로 국산 천일염보다 높은 함량을 나타냈다. 정제염은 99.31%로 천일염보다 높은 NaCl 함량을 나타냈다. 소금의 총염소이온은 국산 천일염이 49.08, 53.88%, 중국산 천일염이 54.17%, 정제염이 60.19%로 정제염이 천일염보다 높은 함량이었고, 중국산 천일염이 국산 천일염보다 높은 함량을 나타냈다. 황산이온의 함량은 국산 천일염이 0.21, 0.17%, 중국산 천일염이 0.12%, 정제염이 0.06%로 정제염의 황산이온함량이 천일염보다 낮았고, 국산 천일염이 중국산 천일염보다 낮은 함량을 나타냈다. 불용성성분은 국산 천일염 1종에서 0.02%함량을 나타냈고, 다른 소금에서는 검출되지 않았다.

소금의 종류별 성분을 보면 정제염은 천일염보다 NaCl 함량과 총염소이온함량은 높지만, 수분함량, 황산이온함량은 낮았다. 중국산 천일염은 국산 천일염보다 NaCl 함량과 총염소이온은 높은 반면, 수분함량, 황산이온함량은 낮았다. 이는 Park 등(7)이 국산 천일염과 수입산 천일염의 성분을 비교한 연구결과와 일치하는 것으로 수입산 천일염은 국산 천일염보다 수분함량은 낮고, NaCl 함량은 높았다.

무기질 함량 비교: 국산 천일염 2종, 중국산 천일염, 정제염에 존재하는 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 정제염의 Ca, Fe, K, Mg 및 Mn의 함량은 각각 132-755, 0.14-3.2, 1,085-1,860, 3,349-5,160, 0.07 ppm으로 천일염보다 적게 나타났고, Cu와 Na함량은 각각 0.11, 396, 423-448,000 ppm으로 천일염보다 높게 나타났다. Ca, Co, K 및 Mg의 함량은 국산 천일염은 각각 903-2,140, 0.14-0.22, 2,980-4,949, 9,230-14,065 ppm으로 나타난 반면, 중국산 천일염은 각각 765-797, 0.04, 1,970-2,499, 5,230-7,298 ppm으로 국산 천일염에서 더 높게 나타났다. Cu 및 Na 함량은 중국산 천일염은 각각 0.07, 388, 378-392,389 ppm으로, 국산 천일염은 각각 0.03-0.04, 386, 132-386,296 ppm으로 중국산 천일염에서 더 높게 나타났다. 이는 Park 등(7)의 연구에서 국산 천일염의 K, Mg함량이 수입산 천일염보다 높게 나타났고, 수입산 천일염의 Cu와 Na함량이 국산 천일염보다 높게 나타났다고 보고한 것과 일치하였다. 그러나 본 연구에서는 Ca함량이 국산 천일염에서 더 높게 나타난 반면, Park 등(7)의 연구에서는 국산 천일염과 수입산 천일염의 Ca함량이 비슷하였다고 하였다. Mn함량은 중국산 천일염은 5.80 ppm, 국산 천일염은 1.47-6.55 ppm으로 나타났다. Fe함량은 중국산 천일염은 1.21-2.60 ppm, 국산 천일염은 1.08-7.80 ppm으로 나타났으며, Zn함량은 중국산 천일염과 국산 천일염이 각각 0.46-0.70, 0.28-1.7 ppm으로 나타났다.

Table 4. Composition of various salts

(unit: %)

Kind	Origin	Water	NaCl	Total Chloride	SO ₄ ⁻	Insoluble component
Sundried salt	Shinan (Korea)	9.44 ^a	80.98 ^b	49.08 ^b	0.21 ^a	0.02 ^a
	Teon (Korea)	7.65 ^b	88.90 ^{ab}	53.88 ^{ab}	0.17 ^{ab}	ND ^(b2)
	China	6.44 ^c	89.38 ^{ab}	54.17 ^{ab}	0.12 ^a	ND ^b
Purified salt	Korea	0.00 ^d	99.31 ^a	60.19 ^a	0.06 ^b	ND ^b
Standard of Salt ⁽¹⁾		≤9.0	≥88.0	≥54.0	≤0.8	≤0.02

^{a-b}Means within the same column different letters differ significantly (*p* < 0.05).

⁽¹⁾It was exhibited on KFDA (3).

⁽²⁾ND: Not detected.

Table 5. Mineral contents of various salts by ICP-AES

(unit: ppm)

Kind of salt	Origin	Ca	Co	Cu	Fe	K	Na	Mg	Mn	Zn
Sundried salt	Tean (Korea)	903 ^{ab}	0.22 ^a	0.04 ^b	1.08 ^c	4,949 ^a	386,132 ^b	14,065 ^a	1.47 ^c	0.28 ^d
	Shinan (Korea)	1,064 ^{ab}	0.14 ^b	0.03 ^b	4.73 ^{ab}	4,085 ^a	386,296 ^b	11,611 ^b	6.55 ^a	0.29 ^d
		2,140 ^a	- ¹⁾	-	7.80 ^a	2,980 ^b	379,888 ^b	9,230 ^b	-	1.70 ^a
China	797 ^b	0.04 ^c	0.07 ^{ab}	1.21 ^c	2,499 ^b	392,389 ^b	7,298 ^c	5.8 ^b	0.46 ^c	
	765 ^b	-	-	2.6 ^{bc}	1,970 ^{bc}	388,378 ^b	5,230 ^{cd}	-	0.70 ^b	
Purified salt	Korea	132 ^c	0.14 ^b	0.11 ^a	0.14 ^d	1,085 ^c	396,423 ^b	3,349 ^d	0.07 ^d	0.32 ^{cd}
		755 ^b	-	-	3.20 ^b	1,860 ^{bc}	448,000 ^a	5160 ^{cd}	-	0.20 ^d

^{a-d}Means within the same column different letters differ significantly ($p < 0.05$).¹⁾Not tested.

Table 6. Heavy metal contents of various salts by ICP-AES

(unit: ppm)

Kind of salt	Oringin	Cd	Pb	Hg	As
Sundried salt	Tean (Korea)	0.11 ^b	ND ¹⁾	ND	ND
	Shinan (Korea)	0.07 ^c	ND	ND	ND
		0.30 ^a	ND	ND	ND
China	0.21 ^a	ND	ND	ND	
	0.10 ^b	ND	ND	ND	
Purified salt	Korea	0.11 ^b	ND	ND	ND
		0.10 ^b	ND	ND	ND
Standard of processed salt ²⁾		≤0.50	≤2.00	≤0.10	≤0.50

^{a-b}Means within the same column different letters differ significantly ($p < 0.05$).¹⁾ND: Not detected²⁾It was exhibited on KFDA(3).

Table 7. Mineral contents of salted-fermented shrimp made of different kinds of salts at 18 and 27% salt level by ICP-AES/ MS

(unit: ppm, wet base)

Conc. of salt	Kind of salt	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Zn
18%	Sundried salt (Shinan, Korea)	10,048 ^{ab}	11.76 ^a	22.29 ^b	2,250 ^a	2,544 ^a	64,134 ^c	11.28 ^{ab}
	Sundried salt (China)	10,363 ^{ab}	11.54 ^a	24.41 ^b	2,169 ^{ab}	1,886 ^b	68,518 ^c	12.12 ^a
	Refined salt (Korea)	10,826 ^a	11.04 ^{ab}	20.67 ^b	2,079 ^b	1,250 ^{bc}	68,528 ^c	11.12 ^{ab}
27%	Sundried salt (Shinan, Korea)	9,034 ^b	10.96 ^b	37.62 ^{ab}	2,060 ^b	2,831 ^a	77,120 ^b	10.08 ^b
	Sundried salt (China)	8,595 ^c	10.27 ^b	40.37 ^a	2,142 ^{ab}	2,006 ^{ab}	95,722 ^a	10.09 ^b
	Refined salt (Korea)	9,404 ^b	9.60 ^c	32.91 ^{ab}	2,016 ^b	986 ^c	93,392 ^a	9.79 ^c

^{a-c}Means within the same column different letters differ significantly ($p < 0.05$).

중금속함량: 국산 천일염 2종, 중국산 천일염, 정제염의 중금속함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 식품공전(3)에 명시된 중금속 중에서 Pb, Hg과 As는 4종의 소금 모두에서 검출되지 않았으며, Cd은 4종의 소금 모두 기준치(0.50 ppm) 이하로 검출되었다.

소금의 종류 및 농도를 달리하여 제조한 새우젓의 특성

무기질 함량: 소금의 종류와 농도를 달리하여 제조한 새우젓의 무기질 함량은 Table 7과 같다. Ca, Cu, K, Mg, Zn은 염농도 18% 새우젓에 각각 10,048-10,826, 11.04-11.76, 2,079-2,250, 1,250-2,544, 11.12-12.12 ppm으로 염농도 27% 새우젓보다 더 많이 함유되어 있었다. 반면, 염농도 27% 새우젓에는 Fe, Na이 각각 32.91-40.37, 77,120-95,722 ppm으로 염농도 18% 새우젓보다 더 많이 함유되어 있었다. 정제염으로 제조한 새우젓에는 Cu, Fe, K, Mg, Mn, Zn이 적게 함유되어 있었는데, 이는 정제

염의 Fe, K, Mg, Mn함량 또한 천일염보다 적었기 때문으로 보인다. 국산 천일염으로 제조한 새우젓은 Cu, K, Mg의 함량이 많았는데, 이는 Cu를 제외한 이들 무기질이 국산 천일염에 많이 함유되었기 때문으로 보인다. 중국산 천일염으로 제조한 새우젓은 Mn, Na함량이 높은 것으로 나타났다. 이러한 소금의 무기질 함량은 새우젓의 숙성에 영향을 미칠 수 있다. Nam 등(6)은 새우젓에서 추출한 protease의 활성은 Mn에 의해서는 60% 가량 활성이 증가되었으나 Li, K, Na, Ca, Cu, Co, Mg, Hg, Zn 및 Fe 등은 효소활성을 저해하였다고 보고한 바 있다.

중금속 함량: 소금의 종류와 농도를 달리하여 제조한 새우젓의 중금속 함량은 Table 8과 같다. As, Hg 및 Ni은 전체 시료 모두에서 검출되지 않았다. 납은 검출되지 않거나 0.2-0.8 ppm의 수준으로 세계 각국 수산식품의 Pb 허용수준범위(0.5-10 ppm)(16)에 속하였다. Kim 등(15)의 연구에서 젓갈의 Pb함량은

Table 8. Heavy metal contents of salted-fermented shrimp made of different kinds of salts at 18 and 27% salt level by ICP-AES/MS (unit: ppm, wet base)

Conc. of salt	Kind of salt	As	Hg	Ni	Pb
18%	Sundried salt (Shinan, Korea)	ND ¹⁾	ND	ND	0.2 ^{ab}
	Sundried salt (China)	ND	ND	ND	0.3 ^{ab}
	Refined salt (Korea)	ND	ND	ND	0.8 ^a
27%	Sundried salt (Shinan, Korea)	ND	ND	ND	ND ^b
	Sundried salt (China)	ND	ND	ND	0.2 ^{ab}
	Refined salt (Korea)	ND	ND	ND	0.2 ^{ab}

^{a,b}Means within the same column different letters differ significantly ($p < 0.05$).
¹⁾ND: Not detected.

Table 9. Mineral contents of commercial salted-fermented shrimp by ICP-AES/MS (unit: ppm, wet base)

Sample code	Ca	Fe	K	Mg	Na	P	Zn
TA	4,345 ^c	10.66 ^d	2,201 ^b	3,239 ^b	90,848 ^{bc}	2,115 ^{bc}	7.69 ^{de}
TB	4,951 ^{de}	7.58 ^e	3,176 ^a	4,034 ^a	97,029 ^{abc}	2,060 ^{bc}	8.18 ^{cde}
TC	5,251 ^d	11.31 ^{cd}	1,229 ^e	2,755 ^{bc}	114,598 ^{ab}	2,565 ^{ab}	14.87 ^a
TD	4,043 ^{ef}	4.29 ^f	1,443 ^{de}	1,063 ^c	92,711 ^{bc}	1,882 ^c	7.01 ^{ef}
TE	5,370 ^d	7.61 ^e	1,496 ^{de}	1,549 ^d	80,096 ^c	2,766 ^a	9.16 ^{bc}
TF	6,097 ^c	13.25 ^c	1,246 ^e	828 ^f	122,323 ^a	2,704 ^a	9.10 ^{bc}
TG	5,863 ^d	15.40 ^{bc}	1,525 ^d	1,304 ^e	121,985 ^a	2,569 ^{ab}	7.75 ^{de}
TH	4,732 ^c	9.39 ^c	1,359 ^e	2,550 ^{bcd}	114,577 ^{ab}	2,389 ^{abc}	9.71 ^{bc}
TI	3,815 ^f	22.11 ^a	1,783 ^c	2,442 ^{cd}	97,493 ^{abc}	1,855 ^c	7.11 ^{ef}
TJ	5,464 ^d	10.01 ^d	1,475 ^{de}	1,054 ^e	124,183 ^a	2,250 ^{abc}	5.80 ^f
TK	5,337 ^d	10.05 ^d	1,719 ^c	1,490 ^d	109,525 ^{ab}	2,225 ^{abc}	7.42 ^{def}
TL	7,915 ^b	15.27 ^{bc}	1,484 ^{de}	2,814 ^{bc}	86,761 ^c	1,856 ^c	7.80 ^{de}
TM	5,231 ^d	8.99 ^e	1,073 ^f	1,972 ^d	137,838 ^a	2,175 ^{bc}	13.17 ^a
TN	11,166 ^a	17.79 ^b	1,444 ^{de}	3,230 ^b	131,014 ^a	2,144 ^{bc}	13.55 ^a
TO	6,753 ^{bc}	24.17 ^a	1,258 ^e	1,294 ^e	88,505 ^c	3,121 ^a	7.25 ^{def}
PA	3,664 ^f	13.42 ^c	1,805 ^{bc}	1,360 ^e	118,777 ^{ab}	1,396 ^c	5.82 ^f
PB	3,962 ^f	8.94 ^e	1,543 ^{cd}	2,538 ^{bcd}	89,757 ^c	2,037 ^{bc}	7.33 ^{def}
PC	4,884 ^c	13.42 ^c	1,895 ^{bc}	2,874 ^{bc}	82,894 ^c	1,898 ^c	6.59 ^{ef}
PD	7,705 ^b	17.63 ^b	1,608 ^{cd}	3,523 ^b	102,495 ^{ab}	2,569 ^{ab}	10.25 ^{abc}
PF	4,976 ^{de}	25.17 ^a	1,697 ^{cd}	1,697 ^d	117,582 ^{ab}	2,376 ^{ab}	9.36 ^{bc}

^{a-f}Means within the same column different letters differ significantly ($p < 0.05$).

1.80-5.04 ppm이었고, 이 중 새우젓은 젓갈 중 가장 적은 1.80 ppm의 함량을 나타냈다.

시판 새우젓의 무기질 및 중금속 함량

대전, 광천, 강경 재래시장에서 판매하는 새우젓 15제품과 시중에 유통되고 있는 포장판매 새우젓 5제품의 무기질 함량은 Table 9와 같다. Ca함량은 3,664-11,166 ppm이었으며, Fe은 4.29-25.17 ppm, K은 1,229-3,176 ppm, Mg은 828-4,034 ppm이었으며, Na은 80,096-137,838 ppm, P은 1,855-3,121 ppm, Zn은 5.82-13.55 ppm으로 나타났다. 시판 새우젓의 무기질 함량은 제조한 새우젓(Table 7)과는 달리 시료별로 큰 개체 차이를 보여 산지 및 종류에 따른 무기질 함량의 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다. 이는 새우젓마다 제조 시 첨가하는 소금량이 다르기 때문에 동일한 양의 소금으로 제조한 새우젓에서는 소금의 산지별 종류에 따라 무기질 함량이 달랐던 것과는 달리 시판새우젓에서는 산지에 따른 차이를 볼 수 없었던 것으로 사료된다. 또한 소금 외에 원료 새우의 특성 차이에 의해 이러한 결과에 영향을 미친 것으로 보인다.

Table 10은 시판새우젓 18종에 대한 중금속 함량을 나타낸

것이다. As, Cr, Hg, Ni 및 Pb와 같은 중금속은 모든 시료에서 검출되지 않았으며, Cd은 중국산 오젓 2종, 국내산 육젓 1종, 국내산 추젓 1종, 중국산 추젓 1종, 베트남 추젓 1종, 국내산 동백하젓과 보리새우젓에서 각각 0.2-0.3, 0.4, 0.1, 0.2, 0.4, 0.3, 0.5 ppm으로 18종 중 8제품에서 0.5 ppm 이하의 낮은 함량으로 검출되었다. 또한 크롬은 국내산 육젓 1종에서 0.2 ppm으로 검출되었으며, 다른 시료에서는 모두 검출되지 않았다. 이들 결과로 볼 때, 시중에 유통되고 있는 새우젓의 중금속 함량은 안전한 수준이며, 산지 및 종류에 따른 차이는 없는 것으로 사료된다. Kim 등(17)은 최근 우리나라에서 유통되는 갑각류 58건의 중금속함량을 분석한 결과 새우류의 Hg, Pb 및 Cd의 함량은 각각 0.04-0.07, 0.04-0.06, 0.04-0.07 mg/kg으로 영국, 일본, 호주와 같은 다른 나라에 비해 적었으며, 갑각류 섭취에 의한 중금속의 주간섭취량은 FAO/WHO에서 정한 잠정주간섭취허용량의 약 1% 미만이었다고 보고하였다.

요 약

국내산 소금과 수입산 소금의 무기질 및 중금속 함량의 차

Table 10. Heavy metal contents of commercial salted-fermented shrimp by ICP-AES/MS
(unit: ppm, wet base)

Sample code	As	Cd	Hg	Ni	Pb
TA	ND ¹⁾	ND ^c	ND	ND	ND
TB	ND	ND ^c	ND	ND	ND
TC	ND	0.2 ^b	ND	ND	ND
TD	ND	0.3 ^{ab}	ND	ND	ND
TE	ND	0.4 ^a	ND	ND	ND
TF	ND	ND ^c	ND	ND	ND
TG	ND	0.1 ^b	ND	ND	ND
TH	ND	ND ^c	ND	ND	ND
TI	ND	ND ^c	ND	ND	ND
TJ	ND	0.2 ^b	ND	ND	ND
TK	ND	ND ^c	ND	ND	ND
TL	ND	0.4 ^a	ND	ND	ND
TM	ND	0.3 ^{ab}	ND	ND	ND
TO	ND	ND ^c	ND	ND	ND
PA	ND	ND ^c	ND	ND	ND
PB	ND	ND ^c	ND	ND	ND
PC	ND	ND ^c	ND	ND	ND
PD	ND	ND ^c	ND	ND	ND
PF	ND	ND ^c	ND	ND	ND

^{a-c}Means within the same column different letters differ significantly ($p < 0.05$).

¹⁾ND: Not detected

이와 이들 소금이 새우젓의 무기질 및 중금속 함량에 미치는 영향을 파악하였으며, 실제 시판되고 있는 새우젓을 산지별로 구입하여 무기질 및 중금속 함량을 분석하였다. 국산 천일염과 그것으로 제조한 새우젓은 중국산에 비해 Cu, K, Mg의 함량이 많았으며, 중국산 천일염과 그것으로 제조한 새우젓은 Mn, Na 함량이 높은 것으로 나타났다. 그러나 시판새우젓에서는 산지에 따른 무기질의 차이가 나타나지 않았다. 중금속을 분석한 결과 시판 소금은 Pb, Hg 및 As는 검출되지 않았으나, Cd는 식품공전의 규정(<0.5 ppm) 이하인 0.07-0.30 ppm의 함량으로 검출되었다. 20 종의 시판 새우젓의 경우, Cd가 0.1 ppm(ND-0.5 ppm)의 함량으로 검출되었으며, 실험실 제조 새우젓의 경우, Pb이 0.3 ppm(ND-0.8 ppm)의 함량으로 검출되었으며, 다른 중금속(As, Hg, and Ni)은 검출되지 않았다.

감사의 글

본 연구는 식품의약품안전청 용역과제로 수행된 연구의 일

부로 지원에 감사드립니다.

문헌

1. Beak HY. A study on nutrition of salt. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 3: 92-106 (1987)
2. Kang KO, Kim WJ, Lim HS. Effect of temperature and NaCl concentration on the characteristics of *Baik Kimchi*. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 13: 569-577 (1997)
3. KFDA. Food Code. Munyoungsa, Seoul, Korea. pp. 480-482 (2002)
4. Ha JO, Park KY. Comparison of external structure of various salts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 413-418 (1998)
5. Kim YM, Kim DS. Korean Fermented Seafood. Korea Food Research Institute, Sungnam, Korea. pp. 26-32 (1990)
6. Nam EJ, Oh SW, Jo JH, Kim YM, Yang CB. Purification and characterization of alkaline protease from *saewoo-jeot*, salted and fermented shrimp. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 82-89 (1998)
7. Park JW, Kim SJ, Kim HB, Kang SG. Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1442-1445 (2000)
8. Chang PK, Rhee HS. Effects of kind and concentration of salt on oxidation of lipids and on formation of flavor components in fermented anchovies. Korean J. Soc. Food Sci. 2: 38-44 (1986)
9. Sheo HJ, Hong SW, Choi JH. Study on the contents of heavy metals of fishery products in south coast of Korea. J. Korean Soc. Food Nutr. 22: 85-90 (1993)
10. Heo K, Kim MH, Hong MK, Song YS. Safety of salt regards of food hygiene. J. East Asian Dietary Life 9: 8-12 (1999)
11. Shin DH, Jo EJ, Hong JS. Chemical composition of imported table salts and *kimchi* preparation test. J. Fd. Hyg. Safety 14: 277-281 (1999)
12. Park SJ, Park KY, Jun HK. Effects of commercial salts on the growth of *kimchi*-related microorganisms. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 806-813 (2001)
13. Stepan M, Musil P, Poussel E, JM. Matrix-induced shift effects in axially viewed inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Spectrochimica Acta Part B56. 56: 443-453 (2001)
14. SPSS. SPSS for Windows, Rel. 10.05, SPSS Inc., Chicago, USA. (1999)
15. Kim SK, Kim AJ. The study on the amount of trace elements in some fermented fish products (*jeot-gal*) from some areas of the west coast in Korea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 1063-1067 (1997)
16. Codex Committee on Food Additives and Contaminants, Joint FAO/WHO. Food Standards Programme (1989)
17. Kim M, Lee YD, Park HJ, Kim EJ, Lee JO. Contents of toxic metals in crustaceans consumed in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 375-378 (2004)

(2005년 2월 14일 접수; 2005년 5월 31일 채택)