pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 38, No. 4, pp. 255~263 (2023)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2023.38.4.255

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

새우류 중금속 저감에 대한 전체가구의 효용 추정

진현정[1]* · 위예진[2]
[1]중앙대학교 경제학부, [2]중앙대학교 문화예술경영학과

Estimation of Overall Household Utility for Heavy Metal Reduction in Shrimp

Hyun Joung Jin[1]*, Ye Jin We[2]
[1]*Department of Economics, Chung-Ang University, Seoul, Korea*
[2]*Department of Arts and Cultural Management, Chung-Ang University, Seoul, Korea*

(Received July 29, 2023/Revised August 9, 2023/Accepted August 14, 2023)

ABSTRACT - The standards for heavy metal levels in crustaceans are 0.5 mg/kg and 1.0 mg/kg or lower for lead and cadmium, respectively. Further, the contamination levels of arsenic, mercury, methyl mercury, and tin are being continuously investigated, considering their current exposure levels. Shrimps are potentially exposed to heavy metals because they inhabit areas with abundant organic matter, such as sandy or muddy shores, places with a lot of seaweed, and estuaries. This study measured the monetary value of reducing consumer anxiety and increasing consumer confidence if the government prohibits the sale of shrimp species that exceed the threshold for specific heavy metals and of the top shrimp species for which no threshold for heavy metals is specified. We derived consumer willingness-to-pay (WTP). Combining the estimated WTP with the number of households in the country, the total value of benefits was estimated to be 363.9 billion won. The results of this study will provide an important empirical finding, showing to what extent specific policies regarding heavy metals in seafood can alleviate consumer anxiety and provide psychological reassurance.

Key words: Heavy Metal, Consumer, Contingent Valuation Method, Willingness to Pay, Total Utility

식품의약품안전처는 '식품의 중금속 기준·규격 재평가 보고서1)'에서 납, 카드뮴의 노출 기여가 높은 두족류(오징어)와 갑각류의 납 기준을 강화하고, 두족류와 해조류(미역)의 카드뮴 기준을 강화 및 신설하였다. 현재 갑각류 기준규격은 납 0.5 mg/kg, 카드뮴은 1.0 mg/kg 이하이다[1]. 비소, 수은, 메틸수은 및 주석은 노출 수준을 고려하여 지속적인 오염도를 조사하고 있으며, 이를 기반으로 수입·유통검사에 활용하고 있다[1].

Lee[2]에 따르면, 새우류는 연안의 유기물질이 많이 포함된 모래나 진흙질, 해조가 많은 곳, 하구 등에 주로 서식하며, 식성은 대부분 잡식성이다. 이러한 환경적인 특성으로 인하여 새우류는 잠재적으로 중금속에 노출될 가능성이 크다. Lee[2]는 새우류 중금속 오염 실태를 조사하였는데, 중금속 중 납과 총비소의 새우류 최상위 검출 부위는 내장으로 나타났으며, 카드뮴의 최상위 검출 부위는 머리와 내장, 그리고 총수은의 최상위 검출 부위는 근육으로 나타났다. 품종별 중금속 농도를 보면, 납이 가장 많이 검출된 품종은 가시발새우, 카드뮴의 경우 아르헨티나붉은새우, 총비소의 경우 꽃새우, 총수은의 경우는 북쪽분홍새우로 나타났다. 이는 내장과 머리를 제거하고 먹도록 하는 홍보를 하거나 혹은 특정 중금속이 많이 검출되는 새우류를 유통라인에서 제외하는 것으로 일반 국민의 중금속 섭취를 유의하게 줄일 수 있음을 의미한다.

이 경우 가상가치평가법(contingent valuation method, CVM)을 통해서 소비자 불안 감소 및 안심도 제고로 인한 효용 증가를 측정할 수 있다. 소비행태 변화를 유도하는 홍보정책은 소비자가 이를 얼마만큼 실천할 것인가에 대해 예상하기 어렵기 때문에, 효용 측정에 있어서 불확실성이 존재한다. 대신 특정 중금속이 많이 검출되는 새우류 판매 금지가 이루어진다면, 중금속 섭취가 어느 정도 줄어들지를 도출할 수 있고, 이를 바탕으로 소비자 효

*Correspondence to: Hyun Joung Jin, Department of Economics, Chung-Ang University, Seoul 06974, Korea
Tel: +82-2-820-5607, Fax: +82-2-820-5607
E-mail: hyunjin@cau.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal 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.

용 증가를 화폐화할 수 있다. 판매금지정책을 시행하게 되면, 공급량이 줄어들고 결국 새우의 가격이 오를 수 있다. 현시점에서 이러한 정책이 시행된다면 금지가 예상되는 새우류는 아르헨티나붉은새우, 닭새우(가시발새우), 북쪽분홍새우, 꽃새우로 요약된다. 국내산과 수입산 새우류 전체를 합친 총중량 중 아르헨티나붉은새우는 2.44%, 닭새우는 0.01%, 북쪽분홍새우는 2.29%, 꽃새우는 4.60%에 해당하며, 네 가지를 모두 합치면 9.34% 정도에 해당한다.

본 연구에서는 중금속 기준치 초과 품목 혹은 기준치가 없는 중금속의 경우 검출치 상위 품목의 판매금지정책이 시행된다면, 소비자의 불안감 감소와 안심감 제고로 어느 정도 편익이 발생하는지는 CVM을 이용하여 추정하였다[3]. 여기에는 보다 안전한 식품을 먹는다는 개념에 질병으로 인한 고통 및 삶의 질 저하와 금전적 손실을 피할 수 있는 확률이 높아졌다는 안심감까지 포함된다.

Materials and Methods

기존 관련연구

기존연구에서는 식품의 안전성에 대한 가치 혹은 유기농이나 친환경 식품에 대한 가치에 대한 지불의사금액(amount of willingness-to-pay, WTP)을 가상가치평가법을 이용하여 추정하였다. 주로 사용된 질문방식은 개방형직접질문(open-ended direct question), 질문카드(payment card), 양분선택(dichotomous choice) 등이다.

가장 많이 사용된 방식은 개방형직접질문인데, 이는 조사 방법의 편리성 및 참고할만한 시장 가격이 없는 경우에 활용되기 수월하기 때문이다. 여기에는 Kim 등[4], Yang 등[5], Kim 등[6] 등이 있다. Kim 등[4]은 건강기능식품 섭취로 인해 기대되는 건강 증진 효과에 대해 추정하였으며, Yang 등[5]은 식품이물관리로 인한 안전성 강화 가치에 대해 추정하였다. Kim 등[6]은 친환경 과실의 최대 지불의사금액을 조사하였다.

다음으로 지불카드를 사용한 연구에는 Lee 등[9], Heo 등[10]이 있다. Lee 등[9]은 벤조피렌 저감 참기름 지불의사에 대해 지불카드에 적힌 금액 중 하나를 선택하도록 하였으며, Heo 등10)은 일반농산물에 비해 친환경농산물을 얼마나 더 지불할 의사가 있는지를 6구간으로 구분하여 제시하였다.

최근에는 양분선택, 이중양분선택(double-bounded dichotomous choice), 다항선택(multiple choice), 컨조인트(conjoint) 등 다양한 방식이 사용되고 있다. Ryu[11]는 이중양분선택을 이용하여 친환경 감귤에 관한 지불의사를 도출하였다. 친환경 감귤 가격 상승 폭은 일반 감귤을 기준으로 10%, 30%, 50%, 70%, 100%를 이용하였다. Shin 등[12]은 급식장 HACCP 도입에 따른 비용 상승에 대해 개방형직접질문과 함께 양분선택형을 사용하였다. Jin[13]은 친환경 감귤에 관한 지불의사금액 추정에 있어서 금액별로 '반드시 구매', '구매함', '반반이다(잘 모르겠다)', '구매 안함', '절대 구매 안함'을 선택하게 하였다. Kim 등[14]은 로컬푸드 소비체계에 관한 설명 및 파급효과를 제시한 실험집단과 이에 관한 설명을 제시하지 않은 통제집단을 대상으로 생산지역에 따른 사과 및 사과주스 지불의사를 선택실험법(choice experiments)을 활용하여 측정하였다. Ko[15]는 컨조인트분석을 활용하여 감귤의 속성별 한계지불의사액을 계측하였다.

분석 방법 및 과정

본 연구에서 다루고 있는 효용은 식품 안전성이 높아지고 질병에 걸릴 확률이 감소하는 것에 대해서 소비자가 느끼는 가치로 정의된다. 여기에는 안전한 식품을 먹는다는 개념에 질병으로 인한 고통 및 삶의 질 저하와 금전적 손실을 피할 수 있는 확률이 높아졌다는 안심감까지 포함된다. 한 가지 질문방식에 의한 편의를 줄이기 위해 개방형직접질문과 지불카드 두 가지 방식을 이용하였다.

개방형직접질문은 특정한 가격이 제시되지 않은 상태에서 응답자가 최대지불의사금액을 직접 응답하도록 하는 방식이다[16]. 응답자의 의사를 존중하는 방식으로 설문자의 취향이나 의견이 개입되지 않으며, 출발점 편의를 해결할 수 있다는 장점이 있다[17]. 지불카드는 일련의 금액이 적혀있는 카드를 응답자에게 보여주고, 응답자가 지불의사금액을 선택하도록 하는 방식이다. 지불카드방식은 Hanemann[19]이 최초로 사용하였으며, 이후 Mitchell 등[20]이 출발점 편의 해결에 대한 고민과 함께 이 방식을 옹호하였다. 이 방식은 응답자가 화폐로 환산하여 대답하기 곤란한 점과 출발점 편의를 동시에 해결한다는 장점이 있다.

위 두 가지 질문방식을 통해 소비자 지불의사금액을 구한 후, 분석대상을 전체 모집단으로 확대하여 총지불의사금액을 도출하였다. 국가 전체의 총지불의사는 평균값을 전체인구 혹은 전체가구로 확대하여 추정하거나, 소비자가 추가로 지불하고자 하는 금액 비율을 해당 식품 지출액에 적용하여 추정할 수 있다. 연구의 목적은 특정 정책으로 인해 소비자가 느끼는 가치를 도출하는 것이다. 혈중 중금속, 질병 확률, 사회적 비용, 정책으로 인한 효과 등을 제시하면서 질문을 유도하기 때문에, 소비자가 마음속으로 느끼는 정책에 대한 가치가 WTP에 투영될 가능성이 높다. 이에 소비자가 느끼는 가치가 그들의 새우류 소비액에 비례해서 증가하지 않을 가능성이 있다. 따라서 소비액 혹은 지출액에 접목하기보다는 국내 소비자 수 혹은 가구 수에 접목하는 것이 바람직하다. 또한, 현재 수산물 구매가 개인별로 이루어지기보다는 가구별로 이루어지는 경우가 일반적이기 때문에, 전체가구를 기준으로 도출하고자 한다.

추가지불의사를 측정할 새우는 젓갈/국물용 새우 중 대표적인 품종인 젓새우 그리고 요리/구이용 새우 중 대표적인 품종인 흰다리새우를 선정하였다. 새우 가격은 한국

농수산식품유통공사의 농산물유통정보 홈페이지[21]에 제시된 품목별 수산물 소매 평균가격을 이용하였다. 젓새우, 흰다리새우에 대한 추가지불의사금액은 각각 1 kg당 평균 가격, 10마리당 평균 가격 제시 후 현재 가격보다 얼마를 더 지불할 용의가 있는지에 대해 질문하였다. 이를 위해 1) 현재 혈중에 중금속이 어느 정도 있는지, 2) 이것이 질병을 일으킬 확률과 이로 인한 사회적 비용 추정치를 제시하고, 3) 새로운 정책이 시행되어 일부 품목의 판매가 금지되는 경우 질병에 걸릴 가능성이 어느 정도 줄어들고, 이로 인한 사회적 비용이 어느 정도 감소하는지를 응답자에게 제시하였다. 또한, 일부 판매금지 품목 때문에 전체적인 새우류 물량이 줄어들어 시장 가격이 올라갈 수 있다고 제시하였다. 가상가치평가법의 가설적 상황과 실제상황에서의 차이를 조정하기 위해 Kim[22]에 제시된 조정값을 사용하였다.

중금속이 일으키는 사회적 비용

1) 사회적 비용 추정 절차

중금속이 일으키는 사회적 비용은 총 4단계에 걸쳐 추정되었다. 1단계는 중금속 관련 질병을 도출하는 작업인데, 기존연구 및 보고서 검토를 통해 특정 중금속 관련 질병 리스트를 정리하였다. 2단계는 인체 중금속 농도와 질병과의 관계를 도출하는 작업이다. 국민건강영양조사 자료[23]를 이용하여 인체 혈중 중금속 농도와 질병 유병률과의 관계에 대해 로지스틱회귀분석을 실시하여, 납, 카드뮴, 비소, 수은의 혈중 농도가 유병률에 유의한 영향을 미치는 질병을 파악하였다. 3단계에서는 관련식품 중금속 섭취로 인한 질병유발 정도를 계산하였다. 2단계에서 추정된 회귀계수를 이용하여 현재 국민 혈중 평균 납, 카드뮴, 비소 농도로 인해 유발되는 질병 확률을 계산하였다. 4단계는 직접질병비용 및 간접질병비용을 추정하는 작업이다. 특정 중금속에 유의한 영향을 받는 것으로 나타난 질병이 직·간접으로 일으키는 총질병비용 도출하였다. 본 연구에서는 질병별로 외래환자와 입원환자에 관해 각각 추정하고 이를 합산하였다. 관련 질병 환자 수 및 사망자 수 자료와 3단계 추정 결과를 활용하여 새우류 중금속 감소 정책시나리오에 의한 환자 수 및 사망자 수 변화를 계산하였다. 이를 바탕으로 로지스틱회귀분석에서 추정된 계수 그리고 현재 국민 혈중 납, 카드뮴, 비소, 수은 평균 농도를 접목하여 사회적 총질병비용을 도출하였다.

2) 질병과 중금속과의 관계 추정

기존연구와 식품의약품안전처 식품안전정보포털 유해물질총서 등[24-38]에 제시된 바를 바탕으로 도출된 중금속별 관련 질병 목록이 Table 1에 제시되어 있다.

우리나라 국민의 체내 중금속 농도와 Table 1에 제시된 질병에 걸릴 확률과의 관계는 국민건강영양조사자료를 이용하여 추정하였다[23]. 제4기 2차년도(2008)부터 제7기(2016-2017)까지 검진조사 및 영양조사 응답자 70,106명 중 20세 이상 성인이면서, 혈압, 혈중 중금속 등 신체계측 및 혈액 검사자료가 있는 대상자를 이용하였다. 최종적으로 납, 카드뮴, 수은은 18,859명의 자료를 활용하였다. 비소는 Jin[3]에서 추정되었는데, 이후 국민건강영양조사에서 추가된 자료가 없으므로 해당연구에서 나온 결과를 이용하였다.

분석에 사용한 변수는 다음과 같다. 종속변수는 해당 질병의 진단 유무를 사용하였다. 진단 유무가 없는 경우 유병 유무를 사용하였다. 분석에 포함된 질병은 고혈압, 이상지혈증, 뇌졸중, 심근경색증·협심증, 폐결핵, 천식, 아토피피부염, 신부전, 당뇨병, 위암, 간암, 대장암, 유방암, 자궁경부암, 폐암, 갑상선암, 관절염, 골관절염, 류마티스성 관절염, 치매, 치아 및 구강질환으로 설정하였다. 체내 납, 카드뮴, 비소, 수은 농도를 설명변수로 이용하였으며, 사회·경제적 변수를 통제변수로 사용하였다. 통제변수에는 나이, 성별, 교육수준, 월평균 가구소득, 주당 평균 근로시간, 스트레스 인지율, 유산소 신체활동 실천율, 흡연 여부, 음주 정도, 체질량지수를 포함하였다.

추정 결과 납은 고혈압, 이상지혈증, 뇌졸중, 심근경색증·협심증, 협심증, 갑상선장애, 갑상선암, 위암, 자궁경부암, 폐암, 관절염, 골관절염, 류마티스성 관절염; 카드뮴은 고혈압, 심근경색증·협심증, 협심증, 갑상선장애, 관절염, 골관절염, 류마티스성 관절염; 수은은 고혈압, 천식에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, Jin[3]에서 분석한 비소는 고혈압, 심근경색증·협심증, 당뇨병, 갑산성장애, 폐암에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

3) 혈중 중금속 농도에 의한 질병비용 결과

납, 카드뮴, 수은의 체내 농도와 위의 추정 결과 그리고 Jin[3]의 비소 결과에서 유의하게 나타난 질병에 대해서 질병비용분석(cost of illness, COI)을 시행하였다. 질병비용분석은 국민건강보험의 '2020 건강보험환자 진료비 실태조사[39]'를 바탕으로 도출하였으며, 도출 방법은 Jin 등[40]에 자세히 제시되어있다. 또한, 수치는 2023년을 기준으로 현재가치화하였다.

현재 우리나라 10세 이상 국민 혈중 납, 카드뮴, 비소, 수은 평균 농도가 일으키는 직·간접질병비용 추정치가 Table 2에 제시되어 있다. 이 값은 다음과 같은 단계를 거쳐 계산되었다. 1) 납, 카드뮴, 수은, 비소의 체내 농도와 질병 유병률과의 관계 추정 결과를 바탕으로, 각각의 중금속 혈중 농도가 0일 때 제시된 질병에 걸릴 확률(P_0)과 중금속별 평균 혈중 농도(납 2.12 μg/dL, 카드뮴 1.02 μg/L, 비소 158.87 μg/g_cr, 수은 4.24 μg/L)에 따른 질병에 걸릴 확률(P_A)을 구하였다. 2) 질병별로 P_A-P_0를

Table 1. Disease related to lead, cadmium, arsenic, and murcury

Heavy metals		Disease	References
Lead	Respiratory system	Pulmonary tuberculosis	Hillam and Ozkan[24]
	Cardiovascular system	Hypertension, Dyslipidemia, Cerebral stroke, Myocardial infarction, Angina pectoris	Marino et al[25], Batuman et al.[26], Ahn and Kim[27], Wein et al.[28], Navas-Acien et al.[29], Virtanen et al.[30]
	Musculoskeletal system	Arthritis, Osteoarthritis, Rheumatic arthritis, Blue line	Food safety korea, hazardous substance risk profile[31]
	Nervous system (peripheral nervous system)	Neuritis	
	Cancer	Gastric cancer, Liver cancer, Colorectal cancer, Breast cancer, Cervical cancer, Lung cancer, Thyroid cancer	
	Etc.	Disorders of thyroid gland	
	Digestive system	Abdominal discomfort, Abdominal pain, Obstipation	SNUH N-medinfo[32]
Cadmium	Cardiovascular system	Hypertension, Dyslipidemia, Pulmonary tuberculosis, Myocardial infarction, Angina pectoris	Navas-Acien et al.[29], Peters et al.[33], Agarwal[34]
	Renal dysfunction	Renal Failure	ATSDR[35]
	Musculoskeletal system & Itai-itai disease	Arthritis, Ostarthritis, Rheumatic arthritis	Food safety korea, hazardous substance risk profile[31]
	Cancer	Lung cancer, Gastric cancer, Liver cancer, Colorectal cancer, Breast cancer, Cervical cancer, Thyroid cancer	
	Etc.	Disorders of thyroid gland	
Arsenic	Respiratory system	Pulmonary tuberculosis, Asthma, Hemorrhagic bronchitis, Pulmonary edema	Food safety korea, hazardous substance risk profile[31]
	Cardiovascular system	Hypertension, Dyslipidemia, Cerebral stroke, Myocardial infarction, Angina pectoris, Dipolarization, Cardiacarrhythmia, Ischemic heart disease, Black foot disease, Raynaud disease, Acrocyanotic and Hypertension, Hemagiectatic hypertrophy and Occlusion	
	Urinary system	Renal Failure	
	Endocrine system	Diabetes mellitus, Disorders of thyroid gland	
	Integumentary system	Atopic dermatitis, Hyperkeratinization	
	Cancer	Lung cancer, Gastric cancer, Liver cancer, Colorectal cancer, Breast cancer, Cervical cancer, Thyroid cancer	Zuckerman[36], Karagas et al.[37,38]
Mercury	Nervous system (central nervous system, CNS)	Minamata disease, Motility disturbance, Language disorder, Hearing impairment, Amnestic syndrome	Food safety korea, hazardous substance risk profile[31]
	Integumentary system	Dermatitis, Skin cancer	
	Respiratory system	Dyspnea, Pulmonary edema, Cyanosis, bilateral pulmonary infiltrate	
	Gastritis and ulcer	Gastritis, Ulcerosa necroticans	
	Chest pain	Thoracic compression, Chest pain	
	Oral cavity	Gingivitis, Stomatitis	SNUH N-medinfo[32]
	Psychiatric	Insomnia, Anorexia, Amnesia, Intellectual decline, Emotional unstable	
Methyl mercury	Cardiovascular system	Hypertension, Arteriosclerosis	Virtanen et al.[30]
	Nervous system (central nervous system, CNS)	ADHD, Autism, Paralysis, Intellectual debility	Food safety korea, hazardous substance risk profile[31]

Table 2. Total costs of illnesses caused by blood concentration of heavy metals[1)]

Disease	Direct and indirect cost of illness (Korean Won (KRW) 100 million)				Total for each disease (KRW 100 million)
	Lead	Cadmium	Arsenic	Mercury	
Average of blood concentration of heavymetals	2.12μg/dL	1.02μg/L	158.87μg/g_cr	4.24μg/L	
Hypertension	14.88	5.24	150.55	7.61	178.28
Myocardial infarction	1.01	0.39	3.87	-	5.27
Hyperlipidemia	1.59	-	-	-	1.59
Cerebral stroke	7.27	-	-	-	7.27
Angina pectoris	0.77	0.35	3.37	-	4.49
Arthritis	153.26	27.40	-	-	180.66
Ostarthritis	562.37	96.63	-	-	659.01
Rheumatic arthritis	331.73	81.92	-	-	413.65
Diabetes mellitus	-	-	20.54	-	20.54
Disorders of Thyroid gland	624.44	212.38	25.07	-	861.89
Thyroid cancer	69.59	424.31	-	-	493.90
Lung cancer	0.00	-	5.23	-	5.23
Gastric cancer	2,056.93	-	208.63	-	2,265.56
Cervical cancer	83.13	-	-	-	83.13
Asthma	-	-	-	212.88	212.88
Total for each heavy metals	3,906.98	848.62	417.26	220.50	5,393.35

[1)]The numbers shown in the table are based on 2020

구한 뒤, 이를 해당 질병의 직·간접 총질병비용에 접목하여, 혈중 납, 카드뮴,비소, 수은 농도가 일으키는 사회적 질병비용을 추정하였다.

설문 절차

본조사를 실시하기 전에 10여 명을 대상으로 예비조사를 시행하였고, 이를 통해 문항의 오류나 모호한 부분을 보완하였다. 본 조사는 2022년 10월 04일부터 10월 07일까지 조사전문기관인 엠브레인을 통해 온라인으로 이루어졌다. 1,080명의 응답자 중 답변이 불성실한 146명을 제외한 934명의 답안을 최종분석에 사용하였다.

설문지의 일반사항에 관한 질문은 주로 인구통계, 건강 및 식품안전 민감도, 새우 관련 의견 및 소비행태에 관한 질문으로 구성하였다. 다음으로 새우류에서 중금속 성분이 검출될 가능성을 인식하고 있는지, 중금속 성분이 건강에 미치는 부정적인 영향에 대해 인식하고 있는지, 그리고 새우 구매 시 중금속 관련 표시를 확인하고 있는지를 묻는 항목을 포함하였다. 중금속에 관한 설명은 식품의약품안전평가원 '독성정보시스템 독성정보[41)]'에서 발췌하였다. 설문 응답자가 중금속에 관한 정보를 습득할 수 있도록 중금속(납, 카드뮴, 비소, 수은)에 대한 인체 축적 경로, 중금속 검출률, 중금속별 주요 질병 확률 및 기타 질병 가능성을 정리하여 제시하였다. 이어서 납과 카드뮴은 기준치를 초과하는 경우, 비소와 수은은 가장 많이 검출되는 상위 3위 품목을 판매 금지하는 경우 질병 감소 확률과 국가 및 개인의 질병비용 감소 정도를 제시하였다. 젓새우와 흰다리새우의 사진 및 설명을 첨부한 후, 판매 금지로 인해 시장의 공급이 줄어들어 가격이 상승할 때 어느 정도까지 추가로 지불할 의사가 있는지 질문하였다.

지불카드방법에서 흰다리새우는 10마리당 평균 가격인 4,548원부터 그 두 배인 9,096원 사이의 8가지 가격을 제시하고, 최대로 지불할 의사가 있는 가격을 선택하도록 하였다. 젓새우는 1 kg당 평균 가격인 20,070원부터 그 두 배인 40,140원 사이의 10가지 가격을 제시하였다. 개방형 질문에서는 두 가지 새우의 가격 범위에 제약을 두지 않고 자유롭게 지불의사금액을 기재하도록 하였다.

설문 응답자 934명 가운데 남성은 331명(35.4%), 여성은 603명(64.6%)으로 나타났으며, 나이는 30대(35.0%)와 40대(25.7%) 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 전체 응답자 평균 나이대는 38.35세로 나타났다. 응답자 중 3인 가구(27.2%), 사무·서비스·판매직(50.0%), 월평균 가구소득 400만 원 이상 500만 원 미만(15.4%), 기혼자(50.9%), 대학교 재학 및 졸업(2·3년제 대학 포함)(64.3%)이 가장 높게 나타났다.

Results

건강 민감도 및 중금속에 관한 인식

응답자의 건강에 관한 민감도를 묻는 문항에 대해서 43.6%가 '민감하다', 국내 식품 안전성에 대해서는 56.9%가 '안전한 편이다'라고 응답하였다. 식품안전 정보 탐색 빈도는 월 1회 이하 36.7%, 월 2-3회 24.7%, 주 1회 19.7%로 나타났다. 한편 식품위해요소 우려 정도에 대한 정도는 중금속, 동물 전염병 및 바이러스, 식중독균, 곰팡이독소, 농약 또는 식품첨가물 등 화학물질, 환경호르몬, 용기 및 포장재로부터 오염물질, 조리 및 가공과정 중 생성되는 위해요소, 이물질(머리카락, 벌레 등) 순으로 나타났다.

새우 안전성 우려 정도에 대해서는 '보통이다' 50.7%, '우려되는 편이다' 29.9%, '우려되지 않는 편이다' 16.5% 순으로 나타났다. 새우 구매 시 고려요인 1순위는 가격 25.7%, 원산지 25.4%, 신선도 23.4% 순으로 나타났다. 새우 섭취 방법에 대해서는 38.2%가 내장 및 머리 모두 제거 후 섭취하는 것으로 나타났다. 새우 내 중금속 검출 인지 여부에 대해서는 52.6%가 '아니오'로 응답하였다. 인체 내 중금속이 미치는 부정적인 영향 인지 정도에 대해서는 76.8%가 '예'로 응답하였으며, 새우 구매 시 중금속 성분표시 확인에 대해서는 91.6%가 '아니오'로 응답하였다.

추가지불의사 추정 결과

질문카드와 개방형직접질문에 의한 지불의사 도출 결과가 Table 3에 제시되어 있다. 흰다리새우의 질문카드방식에서는 평균가격 4,548원 대비 1,297원 높은 5,845원 지불의사가 나타났으며, 개방형은 평균가격보다 2,378원 높은 6,926원이 나타났다. 젓새우에 관한 질문카드방식에서는 평균가격 20,070원 대비 3,823원 높은 23,893원으로 나타났으며, 개방형은 평균가격보다 4,471원 높은 24,541원이 나타났다. 두 가지 모두 질문카드보다는 개방형직접질문에서 상대적으로 높은 지불의사가 나타났다.

Table 3에 제시한 추가지불의사를 정책으로 인한 소비자의 한계 효용이라고 규정한다면, 다음 작업은 분석대상 전체 모집단에 대해서 그 효용 가치를 추정하는 것이다. 전술한 바와 같이, 본 연구에서는 전체가구를 기준으로 도출하였다(Table 4).

Table 4의 2열에 추가지불의사금액이 제시되어 있다. 추가지불의사금액은 실제 소비상황이 아닌 가상상황에서의 답변이기 때문에 과장되어 나타날 가능성이 있다. 따라서 여러 질문 방법 중 가장 보수적인 답변이 나온 것을 사용하는 것이 바람직하다. 이에 질문카드를 이용하여 도출된 값을 활용하였다. 3열에는 2열에서 제시한 금액을 한국은행 '소비자물가지수[42]' 중 식료품 및 비주류음료지수의 2010년부터 2021년까지 변화율 평균값을 반영하여 2023년 가치로 환산한 값이 제시되어 있다. 4열에는 통계청의 '장래가구추계[43]'에 제시된 2023년도 우리나라 가구 수를 적용하여 도출한 전체가구 효용값이 제시되어 있다. 국내 전체 새우 소비량 중 요리 및 구이용 새우류와 젓갈이나 국물용 새우류의 비중을 도출하고, 이를 전체가구 효용 도출에 접목하였다. 통계청 '2020년도 어업생산동향조사[44]'와 해양수산부 '2019년 수산물품목별수출입현황[45]'에 제시된 새우의 생산량/수입량 비중을 활용하였다. 결과는 요리

Table 3. Amount of willingness to pay (WTP) of respondents

	Mean (KRW)	Mode (KRW)	SD (KRW)	Min (KRW)	Max (KRW)
WTP of Whiteleg shrimp for shrimp dish (Payment Card)	5,845	5,248	1,133	4,548	9,096
WTP of Whiteleg shrimp for shrimp dish (Open Ended Direct Question)	6,926	5,000	5,821	4,548	60,000
WTP of Mysis for pickled shrimp and soup (Payment Card)	23,893	22,300	3,918	20,070	40,140
WTP of Mysis for pickled shrimp and soup (Open Ended Direct Question)	24,541	25,000	7,832	20,070	220,000

Table 4. Estimation result of the entire household utility

	Average of WTP (in 2022) (KRW)	Average of WTP (in 2023) (KRW)	Utility of the entire household (million KRW)	Adjustment of hypothetical situation (million KRW)	Adjustment of proportion of non-consumers of shrimp (million KRW)
Whiteleg shrimp for shrimp dish	1,297.25	1,340.71	18,348	14,100	13,959.5
Mysis for pickled shrimp and soup	3,822.52	3,950.57	32,190	24,738	22,425.0
Total	-	-	50,538	38,839	36,384.5

및 구이용 새우 비중은 62.68% 그리고 젓갈 및 국물용 새우 비중은 37.32%로 나타났다. 5열에는 가상상황과 실제상황 사이에 괴리가 발생하기 때문에, Kim[22]의 연구결과를 반영하여 수정한 값이 제시되어 있다. 마지막으로 6열에는 우리나라 소비자(가구) 중 새우류를 먹지 않는 비중을 적용하여 도출된 값이 제시되어 있다. 설문조사 결과, 새우구이나 요리를 안 먹는 비중은 1%였으며, 새우젓이나 국물요리를 안 먹는 비중은 9.35%로 나타났다. 최종 결과를 보면, 구이나 요리용의 대표 새우로 제시된 흰다리새우의 경우 전체가구의 총효용은 139.6억 원 그리고 젓갈이나 국물용의 대표 새우로 제시된 젓새우의 경우 224.3억 원으로 나타났다. 이 둘을 합치는 경우 363.9억 원임을 알 수 있다.

Discussion and Conclusion

본 연구에서는 새우류 중 특정 중금속의 기준치를 초과하는 품목 혹은 기준치가 없는 경우 검출치 최상위 품목을 판매에서 제외하는 경우 소비자 불안 감소 및 안심도 제고의 화폐적 가치를 측정하였다. 보수적으로 나타난 질문카드방식을 기준으로 보면, 기준가격 대비 추가지불의사금액은 흰다리새우는 28.52% 그리고 젓새우는 19.05%에 해당된다. 추가지불의사금액의 인구통계별 집단의 차이를 살펴보면(Table 5), 남성보다는 여성이 높게 나타났으며, 나이대별로는 30대에서 가장 높게 나타났으며, 다음으로 40대, 60대 순으로 나타났다. 가구소득별로는 상위그룹, 중위그룹, 하위그룹 순으로 나타났으며, 가구 내 초등학생 이하 자녀가 있는 경우 그리고 노인이 있는 경우 더 높게 나타났다. 또한 본인이 질병을 앓고 있는 그룹에서 상대적으로 높게 나타났다.

이 값을 바탕으로 국내 가구 수에 접목하여 총효용을 추정한 결과, 구이나 요리용의 대표 새우로 제시된 흰다리새우의 경우 139.6억 원 그리고 젓갈이나 국물용의 대표 새우로 제시된 젓새우의 경우 224.3억 원으로 나타났다. 이 둘을 합치는 경우 363.9억 원이 된다. 추정된 금액은 2022년 소비자가격을 기준으로 흰다리새우 전체 판매금액인 3,933억원의 3.55%에 해당하며, 젓새우 1,921억원의 11.67%에 해당하는 수치이다. 전체 판매금액은 통계청 '2022년 어업생산동향조사[46]'에 제시된 생산액과 수입액 자료에 해양수산부의 '2020년 수산물 생산 및 유통산업 실태조사[47]'에 나타난 평균유통비용률을 적용하여 도출하였다. 한편, 일반 참기름 대비 벤조피렌 저감 참기름에 대해 분석한 Lee 등[9]에서는 기준가격 대비 추가지불의사금액의 비율이 17.05%로 나타났으며, 급식장 HACCP 도입에 대해 분석한 Shin 등[12]에서는 그 비율이 66.05%로 나타났다. 본 연구와 비슷한 주제를 다룬 Jin3)의 경우 일반 미역 4,000원 대비 중금속 안전성이 높아진 경우 추가적으로 1,758원을 지불할 의사가 나타났는데, 이는 43.95%에 해당되는 금액이다. 따라서 본 연구의 결과는 기존연구에서 나타난 최대비율과 최소비율 사이의 값을 보여준다.

본 연구의 결과는 수산물 중금속에 대한 특정 정책이 소비자의 불안감 감소와 심리적인 안심감을 어느 정도 제고시켜주는지에 대해 중요한 실증분석 결과를 제공한다. 이 결과는 식품에서 검출되는 유해물질에 대한 소비자의 민감도 크기와 이로 인한 효용의 증감에 대한 정보를 제공하는데, 이는 수산물의 중금속 기준 및 규격 제·개정과 관련된 사회적 비용과 편익을 계산하는 자료로써 활용될 수 있다. 규제의 변경·신설이 필요 또는 불가피한지 판단하거나, 여러 대안 중 최적의 정책대안을 찾아내거나, 혹은 실현할 수 있는 대안이 어떤 것인지 비교·선택하는 데 있어서 근거자료로 활용될 수 있을 것이다.

Table 5. WTP by group - Focusing on the payment card

		WTP of Whiteleg shrimp (KRW)	WTP of Mysis (KRW)			WTP of Whiteleg shrimp (KRW)	WTP of Mysis (KRW)
Sex	Male	5,728(1,070)	23,654(3,758)	Household expenditure	Low	5,729(1,131)	23,183(3,585)
	Female	5,910(1,162)	24,023(4,001)		Middle	5,919(1,126)	24,297(3,985)
Disease of him/herself	Yes	5,976(1,140)	24,134(3,833)		High	5,956(1,137)	24,714(4,314)
	No	5,820(1,130)	23,846(3,935)	Age	20s'	5,678(992)	23,082(3,272)
Child under elementary school in the family	Yes	60,37(1,195)	24,626(4,467)		30s'	5,930(1,163)	24,332(4,160)
	No	5,790(1,109)	23,681(3,722)		40s'	5,945(1,216)	24,270(4,173)
					50s'	5,656(1,095)	23,483(3,786)
The elderly in the family	Yes	5,926(1,100)	24,056(3,638)		60s'	5,982(1,049)	23,497(3,078)
	No	5,833(1,138)	23,867(3,962)				

Note: Values in parentheses are standard devidation.

Acknowledgments

본 연구는 식품의약품안평가원 “2022년 식의약 안전기술 개발(지원)에 따른 경제학적 비용·편익평가(20221000호)”의 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

국문요약

갑각류 중금속 기준은 납과 카드뮴의 경우 각각 0.5 mg/kg과 1.0 mg/kg 이하이다. 비소, 수은, 메틸수은 및 주석은 현재 노출 수준을 고려하여 지속적인 오염도를 조사하고 있다. 이를 기반으로 정부에서는 노출 점유율, 검출률, 오염도가 높은 다소비 식품 목록을 공유하여 수입·유통검사에 활용하고 있다. 새우류는 연안의 유기물질이 많이 포함된 모래나 진흙질, 해조가 많은 곳, 하구 등에 서식하기 때문에 잠재적으로 중금속에 노출될 가능성이 큰 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 새우류 중 특정 중금속의 기준치를 초과하는 품목 그리고 기준치가 없는 경우 검출치 최상위 품목을 판매에서 제외하는 경우 소비자 불안 감소 및 안심도 제고의 화폐적 가치를 측정하였다. 가상가치평가법을 이용하여 소비자 지불의사를 도출하였는데, 질문방식은 개방형직접질문과 지불카드방식을 이용하였다. 도출된 지불의사를 국내 가구 수에 접목하여 총효용을 추정한 결과, 363.9억 원으로 나타났다. 본 연구의 결과는 수산물 중금속에 대한 특정 정책이 소비자의 불안감 감소와 심리적인 안심감을 어느 정도 제고시켜주는지에 대한 실증분석 결과를 제공한다. 이는 식품 안전성이 높아지고 중금속으로 인한 질병에 걸릴 확률이 감소하는 것에 대해서 소비자가 느끼는 가치를 제시해준다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Hyun Joung Jin https://orcid.org/0000-0001-6073-8347
Ye Jin We https://orcid.org/0009-0009-5989-097X

References

1. Ministry of Food and Drug Safety, 2017. Food heavy metal standards/specifications reevaluation report. Ministry of Food and Drug Safety, Sejong, Korea, pp. 3-23.
2. Lee,G.W., 2021. Anatomical monitoring of heavy metals in seafoods (shrimp). Korea university, Seoul, Korea, pp. 12-56.
3. Jin, H.J., Measure of consumer willingness-to-pay for sea mustard with enhanced safety. *Korean J. Food Marketing Econ.*, **33**, 63-88 (2016).
4. Kim, E.J., Kwak, N.S., Kim, E.J.N., 2010. A study on improvement and evaluation of functional food policy : cost-effectiveness analysis model development. Korea Institute for Health and Affairs, Sejong, Korea, pp. 12-24.
5. Yang, S.B., Yang, S.R., Analysis of benefit and cost on management of foreign matters in food. *Korea Food Marketing Assoc.*, **30**, 73-92 (2013).
6. Kim, K.P., Park, M.S., 2005. Eco-friendly fruit consumption status and prospect. Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea, pp. 6-8.
7. Kim, J.H., Lee, J.Y., COVID-19 and changes in consumers' willingness to pay for organic food. *J. Rural Dev.*, **44**, 53-76 (2021).
8. Kim, K.J., Food safety perception, perceived risk and willingness to pay for safe foods of Korean and Chinese consumers. *J. Consum. Stud.*, **33**, 19-39 (2022).
9. Lee, H.M., Seo, J.H., Hwang, J.H., Jung, J.Y., Hwang, M.S., Moon, J.H., 2009. Risk management study & cost benefit analysis of benzo(a)pyrene in foods. Korea Food & Drug Administration, Sejong, Korea, pp. 17-54.
10. Heo, S.W., Kim, H., Green marketing strategies and willingness to pay for environment-friendly agricultural products in the metropolitan area. *Korean J. Org. Agric.*, **12**, 317-331 (2004).
11. Ryu, S.M., Eco-friendly tangerine consumer preference willingness to pay. Master's thesis, Seoul National Univiersity, Seoul, Korea (2008).
12. Shin, H.S., Lee, S.H., Kim, D.J., Lee, J.K., Choi, S.E., 2009. Climate change and socio-economic cost for food security. Korea Institute for Health and Affairs, Sejong, Korea, pp. 7-36.
13. Jin, H.J., Analysis for consumer groups using decision tree model: focused on tangerine consumption. *Korean Agric. Econ. Assoc.*, **51**, 19-40 (2010).
14. Kim, H.J., Kim, S.W., The region of origin effect of apple and apple juice on consumer purchase intention. *Korean J. Agric. Econ.*, **63**, 43-66 (2022).
15. Ko, S.B., An analysis of consumer's consumption behavior of environment-friendly mandarin and attributes of mandarin in Korea. *Korean J. Org. Agric.*, **16**, 189-204 (2008).
16. Gallagher, J., Aschner, M., A preliminary report on analysis of classroom interaction. *Merrill Palmer Q. Behav. Dev.*, **9**, 183-194 (1963).
17. Lee, H.C., Jung, H.S., Kim, T.Y., Valuation of air quality in the metropolitan Seoul. *Environ. Resour. Econ. Rev.*, **13**, 387-415 (2004).
18. Bishop, R.C., Heberlein, T.A., Measuring values of extra-market goods: Are indirect methods diased?. *American J. Agric. Econ.*, **61**, 926-930 (1979).
19. Hanemann, W.M., Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete response. *American J. Agric. Econ.*, **66**, 332-341 (1984).

20. Mitchell, R.C., Carson, R.T., 1988. Evaluating the validity of contingent valuation studies. Resources for the Future, Venture Publishing inc, State College, PA, USA, pp. 187-200.
21. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation(KAMIS), (2022, September 21). Information of agricultural products distribution. Retrieved from https://www.kamis.or.kr/customer/main/main.do
22. Kim, T.K., Hypothetical and real values in the dichotomous choice contingent valuation. *Korean J. Econ. Stud.*, **46**, 309-322 (1998).
23. Korea Disease Control and Prevention Agency, (2022, August 20). Korean National Health and Nutrition Survey. Retrieved from https://knhanes.kdca.go.kr/knhanes/sub04/sub04_04_01.do
24. Hillam, R.P., Ozkan, A.N., Comparison of local and systemic immunity after intratracheal, intraperitoneal, and intravenous immunization of mice exposed to either aerosolized or ingested lead. *Environ. Res.*, **39**, 265-277 (1986).
25. Marino, P.E., Franzblau, A., Lilis, R., Landrigan, P.J., Acute lead poisoning in construction workers: The failure of current protective standards. *Arch. Environ. Health,* **44**, 140-145 (1989).
26. Batuman, V., Landy, E., Maesaka, J.K., Wedeen, R.P., Contribution of lead to hypertension with renal impairment. *N. Engl. J. Med.*, **309**, 17-21 (1983).
27. Ahn, Y.S., Kim, M.K., 2013. Cancer incidence among lead-exposed workers. Annals of Occupational and Environmental Medicine Academic Conference, Seoul, Korea.
28. Wein, C., Koch, H., Popp, B., Oehler, G., Schauder, P., Minimal hepatic encephalopathy impairs fitness to drive. *Hepatology*, **39**, 739-745 (2004).
29. Navas-Acien, A., Silbergeld, E.K., Sharrett, R., Calderon-Aranda, E., Selvin, E., Guallar, E., Metals in urine and peripheral arterial disease. *Environ. Health Perspect.*, **113**, 164-196 (2005).
30. Virtanen, J.K., Voutilainen, S., Rissanen, T.H., Mursu, J., Tuomainen, T.P., Korhonen, M.J., Valkonen, V.P., Seppänen, K., Laukkanen, J.A., Salonen, J.T., Mercury, fish oils, and risk of acute coronary events and cardiovascular disease, coronary heart disease, and all-cause mortality in men in eastern Finland. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* , **25**, 228-233 (2005).
31. MFDS, (2022, July 29). Hazardous substance risk profile. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/board/board.do?menu_grp=MENU_NEW04&menu_no=2944
32. Seoul national university hospital (SNUH), (2022, July 17). N-medinfo. Retrieved from http://www.snuh.org/health/nMedInfo/nList.do
33. Peters, M.J., Symmons, D.P., McCarey, D., Dijkmans, B.A., Nicola, P., Kvien, T.K., McInnes, I.B., Haentzschel, H., Gonzalez-Gay, M.A., Provan, S., Semb, A., Sidiropoulos, P., Kitas, G., Smulders, Y.M., Soubrier, M., Szekanecz, Z., Sattar, N., Nurmohamed, M.T., EULAR evidence-based recommendations for cardiovascular risk management in patients with rheumatoid arthritis and other forms of inflammatory arthritis. *Ann. Rheum. Dis.*, **69**, 325-331 (2010).
34. Agarwal, S., Zaman, T., Tuzcu, E.M., Kapadia, S.R., Heavy metals and cardiovascular disease: results from the National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES) 1999-2006. *Angiology*, **62**, 422-429 (2011).
35. Agency for Toxic Substances and Disease Registry(ATSDR), (2022, August 20). Toxic substances portal-health effects of exposures to substances. Retrieved from https://www.atsdr.cdc.gov/
36. Zuckerman, A.J., IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. *J. Clin. Pathol*., **48**, 691 (1998).
37. Karagas, M.R., Stukel, T.A., Morris, J.S., Tosteson, T.D., Weiss, J.E., Spencer, S.K., Greenberg, E.R., Skin cancer risk in relation to toenail arsenic concentrations in a US population-based case-control study. *American J. Epidemiol.*, **153**, 559-565 (2001).
38. Karagas, M.R., Stukel, T.A., Tosteson, T.D., Assessment of cancer risk and environmental levels of arsenic in New Hampshire. *Int. J. Hyg. Environ. Health.*, **205**, 85-94 (2002).
39. National Health Insurance Service, 2020. Investigation of medical expenses of health insurance patients, Wonju, Korea, pp. 23-33.
40. Jin, H.J., Cho, S.M., Estimation of socio-economic costs of illness due to blood concentration of heavy metals in Koreans among the public. Health and Social Welfare Review, 36, 508-536 (2016).
41. National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, (2022, August 20). Tox-info toxicity information. Retrieved from http://nifds.go.kr/toxinfo/Index
42. Bank of Korea, (2022, October 21). Consumer price index. Retrieved from http://www.bok.or.kr/portal/main/main.do
43. Statistics Korea, (2022, October 21). A Household projections. Retrieved from https://www.kostat.go.kr/board.es?mid=a10301020600&bid=207
44. Statistics Korea, (2022, October 23). 2020 Fisheries production trends survey. Retrieved from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EW0001
45. Ministry of Oceans and Fisheries, (2022, October 23). Statistics for marine and fishery sectors by year. Retrieved from https://www.data.go.kr/data/15102783/fileData.do?recommendDataYn=Y
46. Statistics Korea, (2023, August 08). 2022 Fisheries production trends survey. Retrieved from https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301080400&bid=225&act=view&list_no=423913
47. Ministry of Oceans and Fisheries, 2021. 2020 Fisheries production and distribution industry survey report. Ministry of Oceans and Fisheries, Sejong, Korea, pp. 333-337.