pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 28, No. 1, pp. 83~88 (2013)

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

식품이물의 다인자기반 위해평가 및 우선순위 설정

김현정* · 최성욱 · 전향숙
한국식품연구원 식품안전연구단

Multifactorial Risk Based Prioritization of Foreign Matters in Food

Hyun Jung Kim*, Sung-Wook Choi, and Hyang Sook Chun
Food Safety Research Group, Korea Food Research Institute, Sungnam 463-746, Korea
(Received June 22, 2012/Revised October 10, 2012/Accepted February 27, 2013)

ABSTRACT - Foreign matters in foods are important food safety issue of consumers, retailers, food manufacturers and food safety authorities in Korea. In order to provide information for development of risk management options and detection technology for foreign matters, multifactorial risk of foreign matters in foods was estimated based on various factors including detection rate, health adverse effect, economic and social aspects. For the each of five food items and foreign matters which were selected from previous study, factors including detection rates, health adverse effects, annual production amounts and willingness to additional pay to reduce foreign matters in foods were quantitatively estimated. The highest risk score was estimated for metal-noodle combination followed by insect-noodle and metal-beverage combinations. The multifactorial risk assessment on foreign matters in food could provide useful information to support risk managers and scientist in complex decision making when various factors should be concerned and different food-foreign matter combinations are compared.

Key words: foreign matters, multifactorial risk assessment, risk priority

최근 식품 중 이물사고가 증가함에 따라 식품 이물은 식품안전 위협요소 중 하나로 식품제조가공 전반의 비위생적인 취급 및 관리 상태를 나타내는 중요한 지표로 인식되고 있다[1]. 이물은 식중독균 등과 같이 공중 보건 측면에서 중요도가 높거나 중금속, 농약만큼 위해성에 대한 소비자의 관심도가 높지 않았으나 식품의 제조, 유통 및 관리당국의 측면에서 단일 요인으로는 가장 큰 소비자 클레임 원인으로 식품 산업의 모든 생산자 및 소매업자가 반드시 고려해야 하는 요인이다[2-3]. 이에 정부에서는 식품제조자로 하여금 소비자의 이물신고를 보고하도록 의무화하였으며, 식품업체에서도 이물 저감화를 위한 각고의 노력을 기울이고 있다. 그러나 일부 식품제조 현장은 여전히 이물검출 장비의 기술적 한계, 농수산물 원료식품 공급업체의 영세성 등으로 인하여 이물이 발생할 수 있는 잠재적 위험성을 안고 있다[4].

이물은 유래에 따라 원재료와 포장재로부터 유래되는 내재성 이물과 식품 공정 중 외부로부터 혼입되는 물질인 외재성 이물로 구분할 수 있다[2]. 국내의 경우 이물은 정상식품의 성분이 아닌 물질로 정의되어 있으며 동물성으로 절족동물 및 그 알, 유충과 배설물, 설치류 및 곤충의 흔적물, 동물의 털, 배설물, 기생충 및 그 알 등을, 식물성으로 종류가 다른 식물 및 그 종자, 곰팡이, 짚, 겨 등이 있으며, 광물성으로 흙, 모래, 유리, 금속, 도자기파편 등을 포함한다[5]. 식품 이물은 종류에 따라 다르나 대체로 생물학적 · 화학적 위해인자보다 건강상의 위험은 작다. 그러나 식품제조와 유통 단계에서 제품의 취급 및 관리과정이 비위생적임을 보여주는 지표가 되며, 소비자 측면에서는 정서적으로 큰 불쾌감을 주므로 실제 건강상 위험정도보다는 관련 산업이나 사회적으로 미치는 영향이 크다. 따라서 식품 중 이물을 관리하고 적절한 검출 기술을 개발하기 위해서는 매우 다양한 식품 이물 중 우선순위 설정이 필요하다[1].

식품안전에서 과학에 기반한 관리 옵션을 도출하기 위해서는 의사결정 단계에서 여러 인자들을 고려할 필요가 있다[6]. 식품안전의 측면에서 고려해야할 가장 중요한 인자로는 질병이나 사망률 등 공중보건상의 위해도이나 그 외에도 관련 산업에 미치는 영향, 소비자의 인식과 민감성

*Correspondence to: Hyun Jung Kim, Food Safety Research Group, Korea Food Research Institute, Sungnam-si, Gyeonggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9271, Fax: 82-31-709-9876
E-mail: hjkim@kfri.re.kr

등 여러 인자들을 동시에 반영할 필요가 있다[6-7]. 특히 식품 이물의 경우 직접적인 건강 위해보다는 식품제조가공 전반의 비위생적인 취급 및 관리 상태를 반영하므로 소비자의 정서적, 사회적 영향이 더 큰 위해인자로 산업적, 사회적 요인 등 여러 인자를 바탕으로 우선순위를 설정할 필요가 있다. 그러나 현재 국내의 식품이물에 대한 연구는 주로 관리 당국에 신고된 이물과 관련 식품의 순위 분석 중심으로 수행되고 있으며 다인자 기반 위해평가 및 우선순위 설정에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 식품 이물의 검출 및 저감화 기술 개발과 관리당국의 안전관리를 위한 정보를 제공하고자, 국내 보고된 식품 이물의 혼입 자료를 바탕으로 식품별, 이물별 검출율과 건강 위해도, 경제・산업적, 사회적 요인 등 여러 인자를 고려하여 위해평가를 수행하고 이를 바탕으로 식품-이물의 위해순위를 분석하였다.

재료 및 방법

식품 이물 현황 분석

국내외 식품 중 이물 혼입 현황을 분석하기 위하여 한국과학기술정보원, 식품의약품안전청 홈페이지, pubmed 등 국내외 데이터베이스를 이용하여 식품 이물에 대한 연구보고서, 학술 논문을 수집하였다. 수집된 정보를 바탕으로 식품별, 이물별 혼입 빈도를 분석하고 상위에 해당하는 식품 및 이물 5종씩을 위해평가 대상으로 선정하였다.

식품 이물의 위해도

식품 이물은 전반적으로 병원성 식중독균이나 잔류농약, 중금속 등 물리화학적 위해인자에 비해서 인체 건강에 직접적으로 미치는 위해도는 높지 않다. 그러나 이물 중 유리나 금속조각과 같은 단단하고 날카로운 물질은 인체에 물리적 손상을 야기할 수 있다. 이물 종류에 따른 인체 건강에 대한 위해도를 위험성 기반 우선순위설정에 반영하기 위하여 FAO에서 제시한 물리적 위해인자의 심각성을 지표로 이용하였다[8-9].

경제 산업적 영향

식품 이물의 경제 산업적 측면을 반영하기 위하여 이물 혼입빈도가 높은 식품 5종에 대하여 각 식품군별 국내 생산량을 분석하였다. 국내 생산량과 이물 혼입율을 모두 고려하여 각 식품별 이물이 혼입된 제품의 연간 생산량을 추정하여 이물 발생에 대한 경제 산업적 인자로 활용하였다[10].

소비자의 민감성

이물은 직접적인 건강 위해성과 함께 불쾌감, 제품의 구매의사 감소, 제품제조 시 위생 상태에 대한 간접 지표 등의 정서적, 사회적 영향이 보다 크게 차지하므로 위해평가 시 이를 반영할 필요가 있다. 현실적으로 식품이물 혼입을 감소시키기 위해서는 추가로 제조업체의 생산라인에 이물검출장치를 설치해야 하며, 이런 추가 비용 때문에 제품가격이 상승할 수 있다. 소비자가 제품 가격 상승분을 지불할 의사가 있는지를 반영하는 추가지불의사를 이물에 대한 소비자의 민감성에 대한 간접 지표로 이용하였다. 이에 정 등[11]이 보고한 각 식품별 기준가격 대비 추가비용 부담률을 지표로 하여 추가비용 부담률이 높을수록 해당 식품 중 혼입된 이물에 대한 소비자의 민감도가 높은 것으로 간주하였다.

다인자 기반 우선순위 설정

다인자 기반 식품이물의 우선순위설정은 두 단계로 나누어 수행하였다(Fig. 1). 우선 식품별 이물별 발생 빈도 자료를 수집하여 식품 중 이물혼입빈도가 높은 식품과 혼입빈도가 높은 이물을 조합하여 다인자기반 식품이물 우선순위 분석 대상을 선정하였다. 다인자 기반 우선순위는 이물별 발생 빈도, 이물 신고건수 중 각 식품이 차지하는 비율, 이물의 위해도, 이물 발생 순위가 높은 식품의 연간 생산량 및 기준가격 대비 추가지불율을 종합적으로 고려하여 설정하였다. 이물의 위해도를 제외한 모든 인자는 해당되는 값을 그대로 사용하였고 이물의 인체 건강에 미치는 영향에 따라 위해도가 높음, 중간, 약한 경우 위해지수를 각각 5, 3, 및 1을 부여하여 위해평가 시 반영하였다. 사용한 인자 중 이물별 발생 빈도와 이물의 위해도는 이물에 대한 위험지표로 이용하였으며 식품별 국내 연간 생산량과 해당 식품의 이물 혼입율은 식품 중 이물발생이 관련 산업에 미치는 영향을 나타내는 지표로 이용하였다. 식품-이물에 대한 소비자의 민감성에 대한 간접적인 지표로 각 식품별 이물 저감화에 따른 추가비용부담률을 활용하였다. 즉 식품의 기준가격 대비 높은 추가비용을 부담할 의지가 있는 경우 관련 식품의 이물발생에 민감한 것으로

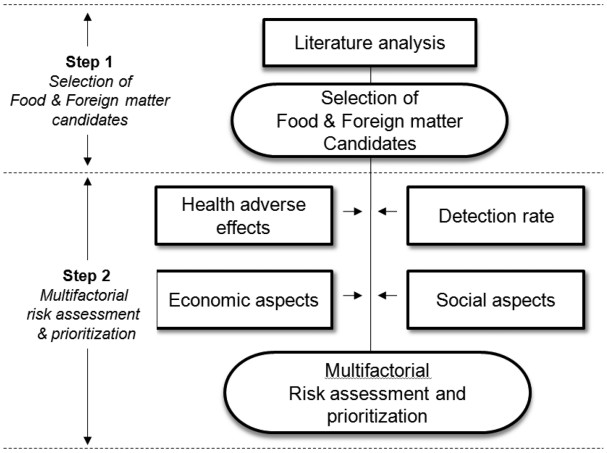

Fig. 1. Scheme of multifactorial risk prioritization for foreign matters in food.

간주하고 다인자기반 식품 이물의 위해평가를 수행하였다.

결과 및 고찰

식품 이물 혼입 현황

2010년과 2011년 식품의약품안전청 자료를 바탕으로 이물 혼입 빈도를 분석한 결과 총 7,365건의 이물 보고 건수 중 곤충의 검출빈도가 34.1%로 가장 높았으며 차순위 이물은 금속(10.6%)이었고 그 다음으로는 플라스틱과 곰팡이가 각각 6.4%와 5.6%로 검출 빈도가 높은 것으로 조사되었다[12-13]. 국외 이물 혼입 자료로 영국 Campden and Chorleywood Food Research Association (CCFRA)에서 수집한 2,347건의 식품 이물 자료를 분석한 결과를 살펴보면 유리가 45.7%로 혼입비율이 가장 높았고 다음으로 플라스틱 10.8%, 동물성 이물 8.7%, 금속 7.2% 등으로 조사되어 곤충과 금속조각의 혼입 빈도가 가장 높았던 국내의 패턴과는 차이가 있었다(Fig. 2)[2]. 혼입빈도가 높은 상위 5개 이물 중 국내의 경우에는 곤충, 금속, 플라스틱, 곰팡이, 유리가 포함된 반면, 영국의 경우에는 곤충과 곰팡이는 빠져있으나 대신 동식물 유래 이물이 포함되어 국내의 경우 상대적으로 위생적으로 열악함을 시사하고 있다[2,12-13].

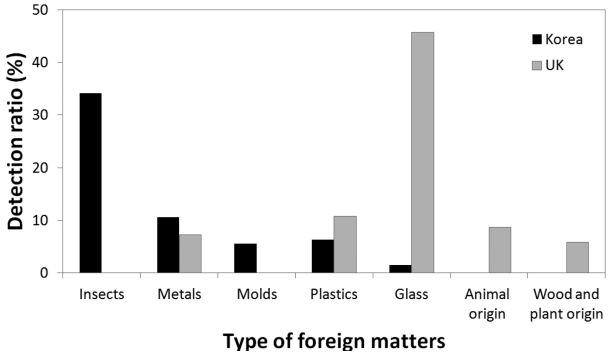

Fig. 2. Types of foreign matters associated with Korean and UK incidents of contamination. Contamination data for foreign matters in food was extracted from Kim (2010) and Na (2011) for Korea, and Edwards et al., (2007) for UK.

한편 국내의 식품 종류별 이물 발생 비율을 분석한 결과 2010년도와 2011년도에 보고된 총 7,191건의 식품 이물발생 건 중 면류가 평균 22%로 가장 높았으며 과자류가 10.4%, 커피가 9.5%, 빵 또는 떡류가 7.4%, 음료류가 6.3%, 시리얼류 3.9%, 수산물가공품 3.1%의 순으로 발생 빈도가 높았다[12-13]. 이를 바탕으로 이물혼입빈도가 높은 식품 5종(면류, 과자류, 커피류, 빵 또는 떡류, 음료류)과 혼입빈도가 높은 이물 5종 (곤충, 금속, 플라스틱, 유리, 곰팡이)을 조합하여 총 25개의 다인자기반 식품이물 우선순위 분석 대상을 선정하였다.

식품 이물의 위해도

식품 이물 중 단단하고 날카로운 물질은 구강 및 식도 손상, 내장기관 손상, 치아 및 잇몸 손상과 같은 물리적 위해를 발생시킬 수 있다. 식품 이물 등을 삼켰을 때 야기될 수 있는 증세로는 인후불편, 각혈, 구토, 열, 삼킴 곤란, 호흡 곤란 등이 있으며 주로 관련된 이물로는 주로 어류나 가금류의 뼈와 식품 덩어리, 견과류 등이다[14]. Table 1에 나타낸 바와 같이 식품 이물은 그 성상에 따라 유리조각, 금속성 이물 등은 건강에 치명적인 영향을 미치거나 급성장애를 일으켜 심각성이 높은 것으로 조사되었으며, 그 외 돌, 모래, 경질 플라스틱 등 경질 이물은 잠재적으로 건강에 광범위한 영향을 줄 수 있으며 만성장애 가능성이 있어 심각성이 보통으로, 머리카락, 연질 비닐 등은 건강에 일부 영향을 주며 증상이 없거나 잠재적인 장애만을 야기하는 이물은 심각성이 낮게 보고되고 있다[8-9]. 이와 같은 식품이물의 위해도는 정도에 따라 위해지수를 차등 부여하여 다인자 기반 우선순위 설정에 반영하였다.

경제 산업적 영향

식품 이물의 경제 산업적 측면을 반영하기 위하여 이물 혼입율이 높은 식품군별 국내 생산량을 조사하였다(Table 2). 이물 혼입율이 높은 상위 5개 식품인 음료류, 면류, 빵

Table 1. The severity of the hazards[8-9]

Severity		Hazards
High (life threatening)	Biological	*Clostridium botulinum, Salmonell typhi, Listeria monocytogenes, E. coli O157:H7, Vibrio cholerae, Vibrio vulnificus*
	Chemical	Paralytic shellfish poisoning, Amnestic shellfish poisoning
	Physical	Glass, metal
Moderate (severe or chronic)	Biological	*Brucella spp., Capylobacter spp., Salmonella spp., Shigella spp., Streptococcus type A., Yersinia enterocolitica, helatitis A virus*
	Chemical	Mycotoxins, residual pesticides, heavy metals
	Physical	Stones, plastic
Low (moderate or mild)	Biological	*Bacillus spp., Clostridiun perfringens, Staphylococcus aureus,* Norwalk virus, parasites
	Chemical	Histamin-like substances, food additives
	Physical	Soft plastic, hair etc

Table 2. Risk scores for the foreign matter-food item combinations based on multifactorial risk prioritization

Foreign matter-food combination	Types of food and foreign matters associated with incidents of foreign matter contamination[1]				Public health effect		Market impact	Consumer perception	Multifactorial risk assessment	
	Foreign matter	% (A)	Food	% (B)	Health adverse effect[2]	Relative risk score (C)	Annual production amount (D, ton)[3]	Willingness to pay (Ratio of original price, %, E)[4]	Total risk score (A×B×C×D×E)	Risk priority*
Insect-Noodle	Insect	34.1	Noodle	22	low	1	1,392,012	26.9	28,091	1
Metal-Noodle	Metal	10.6	Noodle	22	High	5	1,392,012	26.9	43,661	1
Plastics-Noodle	Plastics	6.4	Noodle	22	moderate	3	1,392,012	26.9	15,817	2
Glass-Noodle	Glass	1.5	Noodle	22	High	5	1,392,012	26.9	6,178	3
Mold-Noodle	Mold	5.6	Noodle	22	low	1	1,392,012	26.9	4,613	4
Insect-Biscuit	Insect	34.1	Biscuit	10.4	low	1	274,053	21.2	2,060	4
Metal-Biscuit	Metal	10.6	Biscuit	10.4	High	5	274,053	21.2	3,202	4
plastics-Biscuit	Plastics	6.4	Biscuit	10.4	moderate	3	274,053	21.2	1,160	4
Glass-Biscuit	Glass	1.5	Biscuit	10.4	High	5	274,053	21.2	453	5
Mold-Biscuit	Mold	5.6	Biscuit	10.4	low	1	274,053	21.2	338	5
Insect-Coffee	Insect	34.1	Coffee	9.5	low	1	317,126	7.4	760	5
Metal-Coffee	Metal	10.6	Coffee	9.5	High	5	317,126	7.4	1,182	4
Plastic-Coffee	Plastics	6.4	Coffee	9.5	moderate	3	317,126	7.4	428	5
Glass-Coffee	Glass	1.5	Coffee	9.5	High	5	317,126	7.4	167	5
Mold-Coffee	Mold	5.6	Coffee	9.5	low	1	317,126	7.4	125	5
Insect-Bread	Insect	34.1	Bread	7.4	low	1	436,070	24.1	2,652	4
Metal-Bread	Metal	10.6	Bread	7.4	High	5	436,070	24.1	4,122	4
Plastics-Bread	Plastics	6.4	Bread	7.4	moderate	3	436,070	24.1	1,493	4
Glass-Bread	Glass	1.5	Bread	7.4	High	5	436,070	24.1	583	5
Mold-Bread	Mold	5.6	Bread	7.4	low	1	436,070	24.1	436	5
Insect-Beverage	Insect	34.1	Beverage	6.3	low	1	3,145,961	22.6	15,274	2
Metal-Beverage	Metal	10.6	Beverage	6.3	High	5	3,145,961	22.6	23,740	1
Plastics-Beverage	Plastics	6.4	Beverage	6.3	moderate	3	3,145,961	22.6	8,600	3
Glass-Beverage	Glass	1.5	Beverage	6.3	High	5	3,145,961	22.6	3,359	4
Mold-Beverage	Mold	5.6	Beverage	6.3	low	1	3,145,961	22.6	2,508	4

References for multifactors: Incidence of foreign matters and food[12-13], health adverse effect[8-9], annual production amount[10] and willingness to pay[11].

*Multifactorial risk priorities were calculated based on total risk scores. Risk priority 1; total risk score > 20,000, 2; 10,000-20,000, 3; 5,000-10,000, 4; 1,000-5,000, 5; < 1,000

또는 떡류, 커피류, 과자류의 국내 생산량은 음료류가 3,145,961톤으로 가장 많았으며, 다음으로 면류가 1,391,012톤, 빵 또는 떡류가 436,070톤이었으며 과자류의 연간 생산량이 294,053톤으로 가장 작았다[10]. 각 식품의 연간 생산량은 이물 발생율과 함께 경제 산업적 영향에 지표로 활용하였다.

소비자의 민감성

식품 중 이물을 경험한 소비자의 61.2%는 피해액에 교통비, 정신적 보상비와 의료 사고비까지 보상받기를 원하는 반면 실제로는 대부분(72.7%) 이물 발생 제품과 동일한 제품 또는 제품가격만을 보상받는데 그치는 것으로 보고되고 있다[11]. 이와 같은 소비자들의 기대와 실제 보상수준의 차이는 향후 해당 제품의 구매의사 감소 등으로 결국 관련 산업에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 크다. 식품 중 이물에 대한 소비자의 민감성을 위해평가에 반영하기 위하여 식품이물 방지를 위한 추가비용지불율을 이용하였다. 이는 각 식품의 기준가격 대비 이물 혼입 예방을 위해 추가로 지불할 수 있는 비용의 비율로 해당 식품에 대한 소비자의 정서적, 사회적 민감성을 간접적으로 반영하는 지표로 활용하였다. 국내 소비자를 대상으로 식품이물 방지를 위한 추가 비용 지불 의사를 조사한 결과 총 500명 조사대상자의 56.8%가 이물 혼입을 예방하기 위하여 추가로 비용을 지불할 의사가 있는 것으로 나타났다[11]. 각 식품별 제품기준가격 대비 이물 혼입 예방을 위한 추가비용 지불율은 면류가 기준가격대비 26.9%로 가장 높았고 다음으로 빵 또는 떡류가 24.1%, 음료류 22.6%, 과자류 21.3%로 조사되었다. 커피류는 7.4%로 기준가격 대비 추가지불율이 가장 낮았다(Table 2)[11].

다인자 기반 우선순위 설정

이물 및 식품별 발생 빈도, 건강 위해도, 경제적 영향 및 소비자 민감성을 바탕으로 추정한 다인자기반 종합위해지수는 금속-면류의 경우가 43,661로 가장 높았고 커피-곰팡이 조합이 125로 가장 낮게 산출되었다. 산출된 다인자기반 종합위해지수에 따라 위해지수 20,000이상, 10,000-20,000, 5,000-10,000, 1,000-5,000 및 1,000 이하인 경우로 나누어 각각 위해순위를 1에서 5까지 부여한 결과 위해순위가 1위인 식품-이물 조합은 금속-면류, 곤충-면류 및 금속-음료로 산출되었다. 2010년 1월부터 6월까지 조사된 식품종류별 이물 발생 비율을 살펴보면 곤충-면류 515건, 곤충-커피 291건, 곤충-과자 133건, 금속-면류 124건의 순으로 조사되어 본 연구의 결과와 일치하였다. 본 연구의 결과에서 우선순위가 높은 것으로 조사된 조합 중 금속-음료의 발생빈도는 5건으로 낮았다[12]. 그러나 음료 중 존재하는 금속조각은 건강에 치명적인 영향을 미치거나 급성 장애를 일으켜 심각성이 높으므로 이와 같은 건강위해성과 연간 생산량이 반영되어 종합적 위해순위는 높게 산출되었다.

연구의 의의 및 활용

이물에 대한 기존 보고에서 각 식품별로 검출빈도가 높은 식품-이물 조합에 대한 연구결과가 제시된 바 있다[11-12]. 본 연구에서는 위해평가의 기본원칙인 위험(risk) = 위해성(hazard) × 발생빈도(frequency)를 이용하여 위해평가를 수행하였다. 기존 연구의 검출빈도가 높은 식품-이물 조합에 대한 정보는 발생빈도에 대한 상세한 정보를 제공한다. 반면 본 연구에서는 발생빈도 뿐 아니라 이물의 위해성을 반영하여 우선순위를 설정하였으며 식품산업에서 이물이 가진 특수성을 고려하여 건강 위해성 뿐 아니라 경제적 영향, 소비자 민감성 등을 종합적으로 반영하는 위해평가 모델을 제시하였다.

본 연구에서 산출된 식품-이물 위해순위는 이물의 건강 위해도, 관련 식품의 생산량 및 이물발생 빈도, 추가비용 부담율과 같은 소비자의 민감도를 고려하여 설정한 다인자 기반 위해지수를 추정한 것으로 이와 같은 위해평가 모델을 활용함으로써 종합적 우선순위 외에도 목적하는 바에 따라 위해도 중심의 우선순위 설정, 산업계 영향 중심의 우선순위 설정 등에 활용할 수 있는 장점이 있다. 예컨대 산업적 파급효과를 중요시하는 정책결정자의 경우 생산량에 대한 가중치를 부가하여 위해도를 산출할 수 있을 것이며 소비자 민감성을 중요하게 판단하는 경우 이에 대한 가중치를 부가하여 위해도를 산출할 수 있다[7].

이와 같은 접근법은 지금까지 단순히 이물별 발생 순위 또는 식품별 발생 순위 중심의 자료 제공에서 나아가 식품 안전 관리에서 고려해야할 여러 인자를 종합적으로 분석하여 위해지수를 산출함으로써 향후 식품 중 이물의 관리와 이물의 검출 기술 개발 등 식품안전 분야의 연구에서 자원의 배분과 연구개발 시 유용한 정보로 활용될 것으로 사료된다.

연구의 한계점

본 연구에서는 이물 종류별 소비자의 정서적 민감성에 대한 정보가 제공되지 않아 이물의 위해도를 건강 심각성을 중심으로 반영하였다. 예컨대 곤충의 경우 건강 심각성은 높지 않으나 정서적 불쾌감을 유발하여 추후 제품 구매에 영향을 줄 수 있으나 본 연구에서는 정서적 불쾌감은 반영하지 못하였다. 향후 이에 대한 연구가 수행되면 보다 정밀한 위해지수 산출이 가능할 것으로 사료된다. 아울러 본 연구에서는 여러 인자를 산술적으로 곱하여 종합적 위해도를 산출하였으며 각 인자에 대한 가중치를 다르게 부여할 경우 종합적 위해도 및 우선순위는 변경될 수 있다. 이는 연구의 한계점인 동시에 정책결정 시 더 중요한 인자에 대한 가중치를 부여함으로써 다양한 목적으로 활용

될 수 있는 장점을 제공한다.

요 약

식품 이물의 검출 및 저감화 기술 개발과 안전관리를 위한 정보를 제공하고자, 국내 보고된 식품 이물의 혼입 자료를 바탕으로 식품별, 이물별 검출율과 건강 위해도, 경제・산업적, 소비자 민감성 등의 인자를 고려한 다인자기반 위해평가를 수행하고 이를 바탕으로 식품-이물의 위해순위를 분석하였다. 사용한 인자 중 이물별 발생 빈도와 건강 위해도는 이물에 대한 위험지표로 이용하였으며 식품별 국내 연간 생산량과 해당 식품의 이물 혼입율은 식품 중 이물발생이 관련 산업에 미치는 영향을 나타내는 지표로 이용하였다. 식품-이물에 대한 소비자의 민감성에 대한 간접적인 지표로는 각 식품별 이물 저감화에 따른 추가비용부담률을 활용하였다. 이와 같은 여러 인자를 종합적으로 고려한 다인자기반 종합위해지수는 금속-면류가 가장 높게 추정되었다. 그 외에도 곤충-면류 및 금속-음료의 위해순위가 높은 것으로 산출되었다. 본 결과는 지금까지 단순히 이물별 발생 순위 또는 식품별 발생 순위 중심의 자료 제공에서 나아가 식품 안전 관리에서 고려해야 할 여러 인자를 종합적으로 분석하여 위해지수를 산출함으로써 향후 식품 중 이물의 관리와 이물의 검출 기술 개발 등 식품안전 분야의 연구에서 자원의 배분과 연구개발 시 유용한 정보로 활용될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 산업기술연구회 협동연구사업과 한국식품연구원의 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정기혜, 이선규, 김정선, 이정성, 정진욱, 조백기, 윤시몬, 김정욱, 이용구: 식품 중 이물관리 개선방안 연구. 식품의약품안전청 연구보고서 (2008).
2. Edwards, M.C., Stringer, M.F. and The Breakdown in Food safety Group.: Observations on patterns in foreign material investigations. *Food Control,* **18**, 773-782 (2007).
3. Marsh, R.A. and Angold, R.E.: Identifying potential sources of foreign bodies in the supply chain. In M. Edwards (ed.), Detecting foreign bodies in food. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, pp. 3-11 (2004).
4. 정기혜: 우리나라 식품이물혼입 현황 및 개선을 위한 정책방향. 보건복지포럼, **151**, 67-78 (2009).
5. 식품의약품안전청: 식품공전 (2011).
6. Caswell, J.A.: Expanding the focus of cost-benefit analysis for food safety: a multi-factorial risk prioritization approach. *Innov. Eur. J. Soc. Sci. Res.,* **21**, 165-169 (2008).
7. Ruzante, J.M., Davidson, V.J. Caswell, J. Fazil, A. Cranfied, J.A.L., Henson, S.J., Anders, S.M., Schmidt, C., Farber, J.M.: A multifactorial risk prioritization framework for foodborne pathogens. *Risk Anal.*, **30**, 724-742 (2010).
8. FAO: Food Quality and Safety Systems: A Training Manual on Food Hygiene and the Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) System. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome (1998).
9. 이희덕: 제조공정별 위해요소분석 일반모델 개발. 식품의약품안전청 연구보고서 (2009).
10. 식품유통연감: 식품저널 (2008).
11. 정기혜: 식품 이물에 대한 지불의사 등 소비자 인식 조사 및 교육홍보 자료 개발. 식품의약품안전청 연구보고서 (2010).
12. 김동술: 식품 중 이물방지 현장관리 매뉴얼 연구 II. 식품의약품안전청 연구보고서 (2010).
13. 나혜진: 식품 중 곰팡이 이물의 분리 동정법 및 모니터링 연구. 식품의약품안전청 연구보고서 (2011).
14. Lai, A.T.Y., Chow, T.L., Lee, D.T.Y. and Kwok, S.P.Y.: Risk factors predicting the development of complications after foreign body ingestion. *Br. J. Surg*., **90**, 1531-1535 (2003).