수산식품과 곰팡이

Seafood and Fungi

곽현정 · 위경진 · 조준일[1] · 나혜진*

Hyun -Jung Gwak · Gyung-Jin We · Joon-Il Cho[1] and Hye-Jin Na*

㈜한국식품정보원 곰팡이연구팀, [1]식품의약품안전청

Fungi Research Team, Korea Food information Institute, Korea [1]Korea Food and Drug Administration, Korea

I. 서론

수산가공품은 수산 식품의 저장성을 부여하고 식품으로써 가치와 여러 가지 용도에 따른 이용가치를 높이며 보다 효율적으로 이용하기 위한 식품이다. 시중에서 유통되는 수산가공품의 종류에는 소건품, 자건품, 염건품, 동건품, 염장품, 젓갈류 등으로 다양한 종류가 생산되고 판매되고 있다.

대중매체 및 언론을 통해 수산물의 건강 기능적 요인이 소비자에게 알려짐에 따라 수산물의 소비가 증가하였고 이에 따라 간편하게 이용할 수 있는 수산가공품의 비중도 높아지고 있다. 건오징어나 건멸치와 같은 건조수산가공식품은 비교적 간단한 가공기술과 시설로 생산이 가능하다. 쥐포, 건오징어, 건멸치 및 건생선 등의 건어포류 및 어육가공품은 밑반찬 및 간식으로 주로 이용되고 있는데, 어육가공품 및 건어포류는 2007년부터 꾸준히 시장 규모가 증가하고 있다. 수산가공품의 소비 증가로 국내에서 어획되는 수산물 이외에도 국외의 제품을 수입하여 사용하고 있으며 수산가공품의 원료, 생산 및 제조 환경, 유통과정에 의해 미생물학적 위해 요인도 증가하고 있다.

식품에 곰팡이 이물이 발생되면 불쾌감, 악취 등으로 인한 상품으로서의 가치를 잃어버리게 될 뿐만 아니라, 일부 곰팡이는 발암성, 신경독성, 신장독성, 단백질합성저해, 면역부전, 위장장애 등 다양한 건강 장애의 원인이 되는 곰팡이독소(mycotoxin)를 생성하므로 식품위생상 각별한 주의가 필요하다. 식품의약품안전청이 발표한 2012년 상반기 이물 보고 현황 및 조사결과에 의하면 곰팡이에 의한 소비자 신고 건수는 10.0%로 높은 비중을 차지하고 있으며 특히 제조 과정에서 중요한 관리 대상이 되고 있다. 미생물학적 위해 요인 중 곰팡이는 인체 및 가축의 식성병해와 유전적 독성을 유발할 가능성이 있으므로 병원성 세균과 더불어 식품의 미생물학적 요소로 중요하게 다루어지고 있다. 주로 농수산가공품의 저장, 유통, 국제 교역 과정에서 발현되는 것으로 알려져 있다. 수산식품의 안전을 확보한다는 관점에서 곰팡이에 의해 생산되는 곰팡이독소의 유해 가능성도 높을 것으로 사료된다.

곰팡이 독소는 곰팡이가 생산하는 2차 대사산물로서 사람

*Corresponding Author: Hye-Jin Na
Korea Food information Institute, Daejun 638-5, Korea
Tel: 82-42-822-6850, Fax: 82-42-822-6855, E-mail: resadad@hanmail.net

과 가축에 질병이나 이상생리작용을 유발하는 물질이다. 곡류, 견과류를 포함하여 곰팡이가 번식하기 쉬운 식품에서 주로 발생하며, 이는 온도, 습도와 같은 환경적 요인에 의해 영향을 받는다.

본 원고에서는 국내 유통되는 수산식품 중 곰팡이오염 현황을 조사하고 발생가능성이 높은 곰팡이를 파악하고, 발생된 곰팡이의 유해성 유무 및 오염원, 향후 재발 방지 대책 및 안전관리 방안마련에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

II. 수산식품 중 주요 발생 곰팡이

현재 국내에서는 유통되고 있는 수산가공품 중 곰팡이는 주로 '식품 중 이물'로 보고되고 있으나 각각의 수산가공품의 곰팡이 오염 현황 및 주요 오염 곰팡이에 대해서는 연구가 미비한 실정이다. 식품 중 발생된 곰팡이는 우선 분리 배양을 통해 발생된 곰팡이의 정확한 종 동정을 실시함으로써 유해성 여부를 판단할 수 있다.

곰팡이 동정은 곰팡이 제어 및 안전관리를 위해 반드시 필요하다. 동정 방법으로는 형태학적, 생화학적, 면역학적, 분자생물학적 방법 등이 있다. 아직까지 곰팡이 동정에 대한 분자생물학적 방법은 세균에 비해 실용화되어 있지 못한 실정으로 정확한 종 동정을 위해서는 형태학적 동정에 의존해야 한다. 형태학적 관찰 방법으로는 멸균 면봉법, 절제법, 접착테이프법을 이용하여 채취한 곰팡이를 배지에 배양하거나 직접 현미경으로 관찰하여 곰팡이를 확인할 수 있다. 식품에서 분리하여 배지에 배양할 경우 사용되는 배지로는 potato dextrose agar(PDA), malt extract agar(MEA), sabouraud dextrose agar(SDA)가 대표적으로 사용되고 있다.

곰팡이는 포자가 발아하여 균사의 성장으로 하나의 균사체를 형성하는 생명체로 효모나 버섯과 함께 진균류에 속한다. 그러나 곰팡이는 세균이나 효모에 비해 크기나 형태가 복잡하고 다양하기 때문에 동정은 주로 형태관찰에 의해 이루어지고 있다. 형태 관찰은 곰팡이 동정에 중요한 지표이지만 상당한 숙련이 필요하고 균종 · 신종이 매우 많다는 문제점이 있다.

식품에서의 곰팡이 발생은 제조 환경에서 포자 상태로 오염되거나 유통 중 오염되어 생육하기 좋은 환경이 되었을 때 발아하여 육안으로 쉽게 발견되게 된다. 식품이 제조되는 환경을 분석해 보면 원료나 공장의 실내 공기에 다양한 곰팡이가 오염되어 있는 것을 확인할 수 있다. Gwak(2011)등은 식품 제조 공장의 실내 공기질의 곰팡이 분포에 관한 연구에 대해 모니터링을 실시하였으며 식품 제조 공장 및 일반 실내외의 공기 중의 곰팡이 균종은 주로 *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. 등이 발생되고 있으며 이들 곰팡이가 최종 제품에서 종종 발견되어 보고되고 있다. 결과적으로 식품이 제조되는 환경의 공기 중에는 곰팡이 포자가 부유하고 있어 상시 제품을 오염시킬 가능성이 잠재되어 있으며 포장 상태나 유통 환경이 열악한 제품일수록 유통 중 발아 또는 재오염 될 가능성이 높다.

시중에 유통되고 있는 수산가공품은 단순 건조하거나 건조하여 조미한 제품이 주를 이루고 있고 이들 제품은 생산환경이 타 가공식품에 비해 열악할 뿐 아니라 일부 제품들은 포장하지 않은 상태로 유통되고 있는 실정이다. 유통되는 수산가공품의 곰팡이 오염도를 조사한 자료가 없지만 통상 식품 제조 환경과 유통 환경에서 주로 발생되고 건조식품에서도 자주 발생되는 곰팡이의 종류를 열거하면 다음과 같다.

1. *Aspergillus* sp.

세계 각지의 토양에 분포되어 있고 온대 및 열대지역에 분포율이 높다. 곡류, 곡류가공품, 두류, 각종 견과류, 향신료, 생약, 공기 중 부유균 등에서 분리율이 높다. *Aspergillus* sp. 균종 중에는 발효식품, 유기산 또는 효소 제조 등에 유용하게 이용되는 것과 인체에 감염성이 있는 균종과 각종 식품의 부패원인이 되는 균종이 있다. 곰팡이독소 중에서 아플라톡신과 오크라톡신은 간장, 신장과 같은 주요 장기에 독성을 발휘하며 발암성이 있는 것으로 알려져 있어 식품안전관리에 있어 각별한 주의를 해야 한다. *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus versicolor* 등은 식품제조 및 생활환경 중 분리율이 높다.

2. *Aureobasidium* sp.

저장곡류, 과일류, 과일음료 등의 식품과 식품제조환경의 오염을 일으키며 특히 간장, 위스키 등의 양조공장과 다습한 식품공장의 벽, 천장, 바닥 등의 흑색오염의 원인이 된다. 드물게 사람의 피부, 각막 및 내부 장기에 병변을 일으킨다. *Aureobasidium* sp. 이 생성하는 다당체인 풀루란(pullulan)은 식품 및 의약품 공업에 유용하게 사용되고 있다. 현재 7종이 알려져 있고 그 중 *A. pulluans*가 세계 각지의 토양에 가장 널리 분포되어 있는 대표균종이다. 프랑스에서의 포도의 golden spot으로부터 처음 분리되었다고 보고되어 있으며 각종 식물의 잎에 발생하는 식물 병원성 곰팡이이다.

3. *Cladosporium* sp.

세계각지의 식물에 기생 혹은 부생하며 토양, 공기 중으로부터 분리율이 매우 높고 지금까지 60여종이 알려져 있다. 과일, 야채, 식품, 곡류 및 곡류가공품, 유제품, 냉장육, 냉장가공품 등 각종 식품으로부터 검출된다. 또한 식품 이외의 페인트, 섬유, 목재, 등 각종 공업제품에 발생한다. 균주에 따라 -10℃에서도 발육이 가능해 냉장 혹은 냉동 보관식품에서도 발생된다. 발아 및 발육에 필요한 최소 수분활성은 0.86이상이다. 사람과 동물에 대한 감염력은 없고 곰팡이독소도 생산하지 않지만 알레르기원성이 있다.

4. *Eurotium* sp.

세계 각지의 토양에 널리 분포되어 있고 약 25종이 알려져 있으며 특히 열대 및 아열대 지역에 분포도가 높다. 곡류, 과일, 과일주스, 건조해산물, 스파이스, 육제품 등에 오염을 일으킨다. 수분활성이 0.71이상이면 발육이 가능하므로 수분활성도가 낮은 건조식품, 염장식품, 당장식품에 곰팡이가 발생했을 때는 원인 곰팡이의 분리배지로써 호건성 곰팡이 분리용 배지를 반드시 사용하는 것이 좋다. 사람의 각막염, 소화불량으로 보고된 예가 있고 토끼에게는 독성이 보고되어 있다. 실내공기 및 먼지, 소파 등으로부터 분리된다.

5. *Paecilomyces* sp.

곡류를 비롯한 각종 식품에서 발생하며 내막포자가 있는 균종은 내열성이 있어 가열식품에서도 분리된다. 실내 환경에서 분리될 수 있으며 또한 섬유, 목재, 가죽 등과 같은 공업제품에서 발생된다. 비교적 성장이 빠르고 황갈색의 분말상 집락을 형성한다.

6. *Penicillium* sp.

세계 각지의 공기 중으로부터 분리되는 대표적인 공중부유곰팡이며 알레르기원성이 있고 일부 균종은 발암성 곰팡이독소를 산생하는 것으로 알려져 있어 식품위생관리상 주요한 곰팡이다. *Penicillium* sp.의 인간생활에 미치는 유해성과 유익성은 영향력도 크고 중요하다. 식품오염의 원인이 되는 유해성 균종이 있는 반면, 식품생산에 필수적인 균종이 있고 항생물질, 페니실린이 산생되는 것은 잘 알려져 있는 물질 중 하나이다. 균종과 배지에 따라 집락성상, 색깔 등이 다양하지만 대부분의 균종은 비로드상의 청색 집락이다.

7. *Rhizopus* sp.

세계 각지의 토양에 분포되어 있고 약 10여종이 보고되어 있다. 이 중에 *R. stolonifer*가 가장 분리율이 높고 대표 균종이다. 야채, 과일류를 포함한 각종 식물에 병원성이 있다. 양조식품, 발효식품 제조에 유용하게 사용된다. 면역력이 저하된 사람에게서 감염증으로 보고된 바 있다. 배양 초기에는 백색이며 그 후 회색, 회갈색, 회흑색이 된다. 배양후기에는 집락의 주변부에 대량 형성된 포자낭이 검은색 반점으로 육안으로 관찰된다.

8. *Trichoderma* sp.

세계 각지의 토양에 높은 빈도로 분포되어 있는 부생곰팡이이다. 지금까지 30여종이 알려져 있고 *T. viride*가 널리 알려져 있는 균종이지만 *T. harzianum*의 분리율이 높다. 저장 곡류, 과일, 마가린 혹은 고습식품과 종이, 섬유 등과 같은 공업제품에 발생한다. 면역기능이 저하된 사람과 동물에 감염력이 있으며 실내공기, 욕실, 실내먼지로부터 분리된

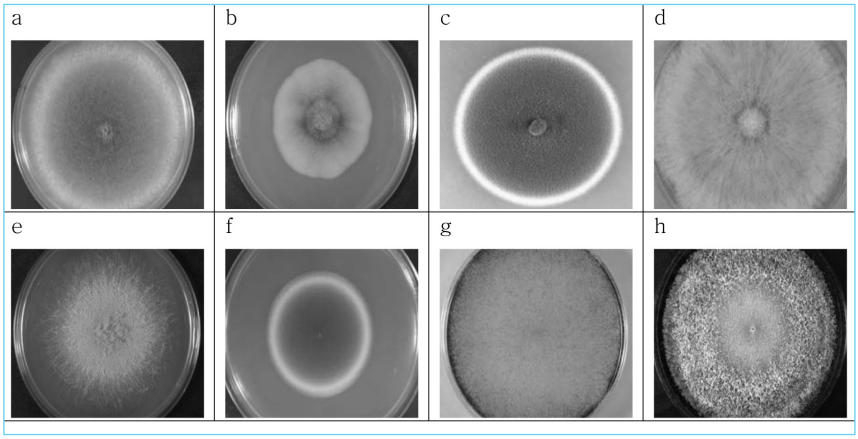

그림 1. 수산식품 중 발생 가능성이 높은 곰팡이
*a. *Aspergillus* sp. b. *Aureobasidium* sp. c. *Cladosporium* sp. d. *Eurotium* sp. e. *Paecilomyces* sp. f. *Penicillium* sp. g. *Rhizopus* sp. h. *Trichoderma* sp.

다. 배양초기에는 백색집락이며 분생자를 형성할수록 연녹색에서 청록색의 집락을 이룬다.

III. 수산가공품과 곰팡이 이물

각국의 경제 협력이 본격화됨에 따라 식품시장 및 무역의 규모가 계속 커지고 있다. 세계 식품 시장의 생산, 공급 및 소비는 현대 기술력이 발전함에 따라 그 규모가 급격하게 증가하고 있는 추세이다. 또한 소비자 생활 패턴의 변화는 편이성이 향상된 제품 개발로 이어지고 있고 교육수준의 향상, 고령화, well-being, LOHAS는 과거의 에너지 및 영양 섭취에서 벗어나 식품을 통한 건강한 삶, 행복한 삶을 추구하는 방향으로 변화하고 있다.

이에 따라 식품 중 유해물질과 이물질에 대한 이슈들이 각종 매체를 통해 빠르게 알려지고 있다. 식품의약품안전청에서 발표한 2012년 상반기 이물 보고(신고) 현황 및 조사 결과에 따르면 수산물가공품이 326건으로 약 10%를 차지했으며 그 중 31건이 곰팡이로 인한 상담 건이었다(표1). 또한 전체 1,756건 중 12%에 해당하는 211건이 곰팡이 발생으로 신고 접수되었는데 제조단계에서 유입된 것으로 판명된 133건 중 곰팡이 24건(18.0%)으로 금속 22건(16.5%), 벌레 16건(12.0%), 플라스틱 16건(12.0%), 유리 3건(2.3%)으로 제조단계 유입된 이물 중 가장 높은 비율인 것으로 분석되었다(표2).

수산식품은 단백질을 섭취할 수 있는 좋은 가장 좋은 식품 중 하나로 필수 단백질 성분과 비타민 미네랄 성분 및 기타 영양요소가 풍부하게 있다. 수산식품을 보관하는 방법으로 건조하여 보관하며 사용하는 예가 많이 있다. 수산식품을 건조 할 경우 수분을 제거함으로써 수분활성도가 낮아지게 되고 그로 인해 미생물에 의한 부패를 막을 수 있다. 표면의 수분이 증발함으로써 딱딱한 층을 형성하게 되어 미생물이 식품에 침투하는 것을 막는 효과도 있다. 그리고 건조방법은 수산식품이 보관 방법 중 가장 경제적으로 보관할 수 있는 방법으로 여러 종류의 수산식품 보관에 이용되고 있다. 이러한 수산식품의 건조방법은 비교적 간단한 공정을 통해 이루어 질 수 있으므로 소규모업체에서 다양한 종류의 건조수산식품을 제조하고 있다.

표 1. 식품종류별 이물 상담 현황

식품 종류별 / 원인별	과자류 차	음료·면	제분 및 가공품	수산물	분유·이유식	유제품	축산물 가공품	기타가공식품	장류및 소스류	농산물 가공품	합계	
계	955	413	374	326	306	292	213	133	132	128	3,272	
	29.2%	12.6%	11.4%	10.0%	9.4%	8.9%	6.5%	4.1%	4.0%	3.9%		
불명	166	198	57	68	122	101	36	24	48	23	843	25.8%
벌레	252	66	154	49	90	44	22	18	23	36	754	23.0%
곰팡이	177	38	24	31		30	46	10	12	35	403	12.3%

(출처: 식약청 2012 상반기 이물신고 현황)

표 2. 2012년 상반기 이물 보고(신고) 현황 및 조사

이물종류	계	소비 · 유통단계	제조단계	조사불가	기 타	
					제조단계 혼입 의심	제조단계 이외혼입의심
계	1,756	180	133	364	30	1,049
벌레	727	124	16	149	13	425
금속	239	-	22	39	-	178
곰팡이	211	31	24	41	4	110
플라스틱	119	2	16	22	1	78
유리	38	-	3	2	-	33
기타	422	23	52	111	12	225

(출처: 식약청 2012 상반기 이물신고 현황)

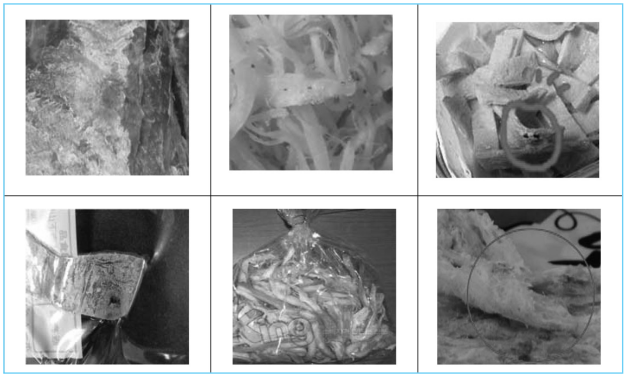

그림 2. 수산물가공품 중 곰팡이 발생사례

수분활성도가 낮은 건조 수산물에서도 곰팡이 발생 위험 요소가 존재한다. 곰팡이는 다른 미생물과는 다르게 특정 조건영양소를 구별하지 않고 다양한 효소를 분비하여 성장이 가능하며 세균이 증식할 수 있는 수분활성도(0.90)보다 낮은 수분활성도에서 증식이 가능하여 거의 대부분의 환경, 식품에서 발생할 수 있다. 특히 수산가공품 중 건조수산식품의 경우 가공, 저장, 유통 과정 중 곰팡이 포자에 의해 발생 될 수 있으며 식품 품질의 저하를 유발하며 다른 이물과 마찬가지로 많은 경제적 손실을 일으킬 수 있다. 건멸치, 오징어, 쥐포의 경우 주로 재래시장 등에서 포장이 되지 않은 상태로 판매가 되고 있으며, 별도의 조리 없이 날 것으로 섭취하고 있기 때문에 위해 문제가 쉽게 발생할 수 있다.

IV. 수산식품 중 곰팡이 모니터링 연구현황

수산가공품의 곰팡이 오염에 대한 연구는 활발하지는 않았지만 연구자들의 꾸준한 관심의 대상이었다. 특히 일부 mycotoxin을 생성하는 곰팡이에 대해서는 식품안전의 중요성이 커지면서 점차 관심이 높아지고 있다. M.T.WU(1978) 등은 건새우로부터 114종의 곰팡이를 분리하였으며 그 중 23.7%에 해당하는 27종이 mycotoxin을 생성한다는 연구결과를 발표해 건조 수산물의 곰팡이와 mycotoxin 오염 가능성을 제시하였다. 연구진은 곰팡이 오염과 제품의 수분함량이 관련성이 있으며 대부분의 곰팡이는 수분 함량이 높은 제품으로부터 분리되었다고 밝혔다.

이후 수산식품에 대한 곰팡이 모니터링 연구는 건생선 섭취가 많은 동남아시아와 아프리카 지역에서 주로 이루어지고 있다. Kathryn A.(1986) 등은 인도네시아 염장 생선으로부터 *Eurotime* sp., *Aspergillus* sp., *Penicilluim* sp., 364종을 분리했으며 *Aspergillus* sp. 중 *Aspergillus flavus*가 27% 분리되어 염장 생선의 위생 문제가 제기될 수 있음을 시사하였다.

Atapattu, R.(1990) 등은 스리랑카 시장에서 판매되는 염장-건조 생선에서 분리한 61종의 곰팡이를 분석한 결과 *Aspergillus* sp., *Aureobasidium* sp., *Cladosporium* sp., *Gleomastix sp. Penicillium* sp. 이 주로 분리되었으며 그 중 *Aspergillus* sp.이 54%를 차지한 것으로 나타났다. *Aspergillus* sp. 중에서는 *Aspergillus niger*가 29.5%해 가장 많이 오염되어 있는 것으로 분석되었으며 mycotoxin을 생성하는 *Aspergillus flavus*도

14.7%를 차지해 건조 수산식품의 위생적인 문제를 야기시키는 것으로 나타났다. *Aspergillus niger*는 태양광선에 높은 저항력을 가지고 있으며 이로 인해 열대 기후에서 생선을 건조할 때도 생존할 수 있는 것으로 분석되었다. 이 곰팡이의 경우 유해성은 없지만 성장하면서 검은색 색소를 발생시키므로 발생 시 쉽게 눈에 띄며 소비자로부터 제품에 대한 신뢰도를 떨어뜨리게 되므로 가공식품에 있어서는 주요한 관리 대상이다.

아프리카 나이지리아 지역 훈제-건조 생선에 대한 곰팡이 오염 연구에서 Adebayo-Tayo(2008) 등은 12종의 곰팡이를 분리하였으며 주요 곰팡이는 *Aspergillus* sp., *Absidia* sp., *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Cladosporium* sp. 등 다양하였으며 특히 mycotoxin을 생성하는 *Aspergillus flavus*를 분리하였다고 보고하였다. M.O.Edema(2010) 등도 나이지리아 시장에서 판매하는 훈제 · 건생선에 10^5~10^6cfu/g 수준의 곰팡이가 오염되어 있는 것을 확인하였으며 주요 균종은 *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp. 및 *Penicillium* sp. 이 주류였으며 분리 동정 결과 *Aspergillus flavus*의 분리율이 높게 나타났다. S.A.Junaid(2010) 등도 건생선으로부터 139종의 곰팡이를 분리하였고 그 중 20%가 *Aspergillus flavus*로 동정되었다고 보고해 건조 수산물의 *Aspergillus flavus* 오염에 대한 문제를 제기하였다.

*Aspergillus flavus*는 토양에 존재하는 곰팡이로 알려져 있으며 열대나 아열대 지방에서 널리 분포하는 특징을 가지고 있다. 건생선에서 분리된 곰팡이의 대부분은 인체에 무해한 것으로 판명되었지만 *Aspergillus flavus*의 경우에는 식품 중에서 곰팡이 독소인 aflatoxin을 생성할 수 있는 가능성을 가지고 있다.

수산식품의 곰팡이 오염 관련 연구는 일부 국가에서 지속되고는 있지만 국내 수산가공품의 곰팡이 오염 연구를 위한 기초 데이터로는 매우 부족한 실정이다. 특히 국내의 경우 mycotoxin 오염 연구가 주를 이루고 있을 뿐 해당 독소를 생성하는 곰팡이 오염 수준과 분리 · 동정 연구는 전무한 실정이다. 지금까지 이루어진 식품 관련 곰팡이 오염 연구는 식품 제조 환경의 부유 곰팡이 조사 연구(Gawk, 2011)에서 일부 식품에 대한 곰팡이 오염 수준을 연구한 것을 제외하면 모니터링 연구가 거의 이뤄지지 않고 있어 실제 식품을 오염시키는 곰팡이의 종류와 유해성 유무를 판단하는 기초 자료가 전무한 실정이다. 이에 수산식품의 곰팡이 오염도 조사를 통해 국내 유통되고 있는 수산가공품에 존재하고 있는 곰팡이의 오염 수준과 종류를 파악하는 연구가 선행되어야만 수산 가공품의 위생 및 안전관리 대책을 수립할 수 있는 토대가 마련될 것으로 생각된다.

V. 맺음말

소비 수준이 향상되고 식품안전에 대한 관심이 증대되면서 소비자들은 농어촌에서 생산되거나 소규모 업소에서 제조하는 가공식품들도 높은 수준의 위생관리가 가능할 것으로 기대하고 있다. 그러나 수산가공품은 건조, 염장 등 단순 가공 제품들로 제조 환경에서부터 유통 전반이 식품안전 사각지대로 인식되고 있다. 뿐 만 아니라 동남아시아 지역으로부터 수입되는 건어포 등의 제품은 위생관리 문제가 지속적으로 제기되고 있다. 특히 해외 수산가공품에서 mycotoxin을 생성하는 균종이 분리되었던 선행 연구들은 시사하는 바가 크다.

따라서 국내 유통 수산가공품의 유해균종 오염도와 해당 균종을 파악하는 연구는 수산가공품의 장기적인 안전 대책 수립에 매우 중요한 연구 결과가 될 것으로 기대된다.

VI. 감사의 글

본 연구는 식품의약품안전청의 2012년 용역연구사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다(12162 식품안012).

참고 문헌

1. 박영식. 수산가공품 중 이물 혼입 원인규명 연구. 식약청 최종연구결과보고서, 고려대학교. 2010
2. 김영명. 수산가공제품의 품질수준 향상을 위한 기능성 포장재 및 그 이용기술 개발에 관한 연구. 연구결과보고서, 한국식품연구원. 2004
3. 문수범, 김경석, 이춘화, 김경근, 오철, 배창원. 고품질 수산건제품의 건조열전달에 관한 연구. 한국마린엔지니어링학회 (34)4, 460 ~ 469, 2010.
4. 주현진, 노미정, 유지헌, 장영미, 박종석, 강명희, 김미혜. 다소비 수산식품 중 총수은 및 메틸수은 모니터링. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. (42)3, 269～276, 2010
5. 장동석. 수산식품의 안전성 확보를 위한 위생관리. 식품산업과 영양. (7)1, 22～26, 2002
6. 한봉호. 수산 식품의 가공. 한국식품조리과학회. 학술심포지움 Nov. 01, 519～ 529, 1997
7. 조순덕, 이서희, 윤은경, 김건희. 육류 및 어패류의 안전섭취를 위한 방안 연구. 한국식품위생안전성학회. 3월호, 9～14. 2012
8. 이헌준. 식품과 식품제조환경의 곰팡이 검사법. 식품과학과 산업 6월호. 20~25, 2009
9. 김주연, 천호현, 송경빈. UV-C 조사가 수입 건어포류의 저장 중 품질에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지. 15(6), 922-926, 2008
10. 고종관, 마유현, 송경빈, 전자선 조사가 건조 오징어의 미생물학적 안정성 및 품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 2005. 34(3): p. 433-437.
11. Unaid, S.A., F. Olarubofin, A.O. Olabode, Mycotic contamination of stockfish sold in Jos, Nigeria. J. Yeast Fungal Res., 2010 1(7): p. 136-141.
12. Tapattu, R. and U. Samarajeewa, Fungi associated with dried fish in Sri Lanka. MYCOPATHOLOGIA, 1990. 111(1): p. 55-59.
13. Dema, M.O. A.O. Agbon, SIGNIFICANCE OF FUNGI ASSOCIATED WITH SMOKE-CURED ETHMALOSA FIMBRIATA AND CLARIAS GARIEPINUS. J FOOD PROCESS PRES 2010. 34: p. 355-363.
14. Irkin R, Korukluoglu M, Control of Aspergillus niger with garlic, onion and leek extracts, African Journal of Biotechnology, 2007, 6(4) 384-387
15. Logesh A.R., Pravinkumar M., Raffiand S.M., Kalaiselvam M., An Investigation on Microbial Screening on Salt Dried Marine Fishes, Journal of Food Resource Science, 2012, 1(1), 15-21
16. Ko, J.K., Ma, Y.H., Song, K.B., Effect of Electron Beam Irradiation on the Microbial Safety and Qualities of Sliced Dried Squid, Food Sci. Nutr., 2005, 34(3), 433-437
17. 이소영, 김진희, 김꽃봉우리, 송유진, 김아람, 박선미, 한충수, 안동현, 미곡창고 오염균주에 대한 천연추출물의 항균활성, 한국식품영양과학회, 2007, 36(4), 476-480
18. Jyoti Prakash Maity, Sandeep Kar, Shashwata Banerjee, Mathummal Sudershan, Anindita Chakraborty, Subhas C. Santra, Effects of gamma radiation on fungi infected rice (in vitro), INT. J. RADIAT. BIOL, 2011, 87(11), 1097-1102
19. Y G Saleh, M S Mayo, D G Ahearn, Resistance of some common fungi to gamma irradiation, Appl. Environ. Microbiol. 1988 54(8), 2134-2135
20. 곽현정, 이헌준, 이상호, 나혜진, 식품제조공장 내 공중부유미생물 오염도와 오염진균동정, 한국식품위생안전성학회, 2011, 26(4), 361-365
21. Kathryn A. Wheeler, Ailsa D. Hocking1, J.I. Pitt1, Agnes M. Anggawati, Fungi associated with Indonesian dried fish, Research Institute for Fisheries Technology, 1986, 3(4), 351-357