J. Fd Hyg. Safety
Vol. 25, No. 4, pp. 333~340 (2010)

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

누룽지 생산시설에 대한 미생물학적 오염도 평가

도윤호[1]* · 최정식[1,2] · 정유경[1] · 박지현[1] · 노경환[1] · 김성수[1] · 최신영[1] · 이경윤[3] · 한의정[3]
[1]동신대학교 친환경농식품산업화센터, [2]동신대학교 수소에너지학과, [3]주식회사 대한식품

Evaluation of the Level of microbial Contamination in the Processing Company of *Nuroong-ji*

Yuno Do[1]*, Jeong-Sik Choi[1,2], Yu-Kyung Jung[1], Ji-Hyun Park[1], Kyong-Hwan Roh[1], Sung-Soo, Kim[1], Shin-Young Choi[1], Kyoung-Yun Lee[3], and Eui-Jeong Han[3]
[1]*Center for Organic Agri-Food Industrialization, Dongshin University. Naju 520-714, Korea*
[2]*Hydrogen and Fuel Cell Technology, Dongshin University, Naju, Jeolanam-do, 520-714, Korea*
[3]*Daehan Food Corporation, Naju, Jeonlanam-do, 520-881*
(Received September 13, 2010/Revised September 29, 2010/Accepted October 26, 2010)

ABSTRACT - This study was conducted to evaluate the microbial contamination levels in the processing company of Nuroong-ji. Microbial contamination levels were examined for sanitary indication bacteria such as aerobic plate count, coliforms and fungi, and pathogenic bacteria such as *Escherchia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes*. Contamination levels were detected differently according to handling materials and purposing work-space. The equipments and raw materials were not seriously contaminated but there were necessary to attend the cross-contamination. A high contamination level was detected at the process where the interference of the employees was relatively higher than the other process. Standardization of the roasting process (120~170°C, about 10 min) could be necessary to control the microbial organism effectively on Nuroong-ji manufacturing process. At small/medium size foodstuff manufacturers, it is the most important to improve the recognition level of individual hygiene but also expand a hygiene facility.

Key words : Nuroong-ji, microbial contamination, HACCP

사회의 경제발달과 산업화로 인한 생활문화의 변화는 식생활 역시 이동성과 신속성, 편의성을 추구하는 동시에 고품질의 식품을 선호하는 양상을 보이고 있다[1]. 또한 가공기술과 유통관리의 발달은 조리가 간편한 즉석섭취식품 또는 편이식품들의 수요와 개발이 증가하고 있는 추세이다. 최근에는 전통식품을 현대화하여 복합가공식품 제품이 개발되고 있는데 구입과 섭식이 편리한 식품류에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히 정부의 쌀소비 촉진 정책에 따라 적극적인 쌀소비 방안으로 쌀밥 중심의 식단을 지키고 쌀 가공식품의 개발 및 보급에 많은 노력을 기울이고 있다[2].

쌀 가공 편이식품류 중 대표적으로 누룽지를 예로 들 수 있는데 전통 열수식품인 누룽지는 오랜 옛날부터 오늘에 이르기 까지 밥을 주식으로 하는 우리나라의 식생활과 밀접한 관계를 갖으면서 널리 섭취되어왔다. 하지만 취사도구의 변화로 각 가정에서 직접 누룽지를 조리하여 먹는 경우는 줄어든 반면, 제조공장에서 대량 생산된 누룽지가 상품화되어 시중에 유통되고 있다. 누룽지 제조시 취반조건이나, 성형 및 굽기 등 제조조건에 따라 제품의 특성이 변하고[3,4], 표준화된 공정 또는 시설기준 설정 등이 미비한 실정이다. 이보다 더 심각하게 고려할 문제는 누룽지 제조시설에 대한 위생상태 점검 등이 없는 상태이므로 미생물 오염에 의한 대규모 식중독 사례가 발생한다면 그 원인분석에도 어려움이 있을 것으로 예상된다. 이렇게 누룽지의 제조시설 및 제품기준에 대해 구체적으로 제시되어 있지 않은 것은 누룽지가 고온에서 제조되며 방냉 및 건조과정을 거쳐 완제품의 수분함량이 미생물의 생육을 억제할 수 있는 정도로 감소한다는 이유 때문이다. 하지만 누룽지가 편이식품으로 판매 유통되면서 소비자가 별도의 조리 과정 없이 그대로 또는 단순 조리과정을 거쳐 섭취하므로 미생물오염에 노출되어 있고, 누룽지가 대단위 포장으로 진

*Correspondence to: Yuno Do, Center for Organic Agri-Food Industrialization, Dongshin University. Naju 520-714, Korea
Tel: 82-61-330-2824, Fax: 82-61-330-2825
E-mail: doyunho@nate.com

열, 보관되는 제품이 많아 그 위험도는 더 높을 것으로 판단된다.

최근 식중독 오염사고나 이물질 발견 등 식품위생에 대한 여러 가지 사건발생으로 인해 일반시민들의 식품위생에 대한 관심이 고조되고 있다. 이러한 상황에 대처하기 위해 식품제조 사업장에서의 품질관리는 물론 완제품에 대한 사후검사까지 식품위생을 위협할 수 있는 문제점을 사전에 방지하여 보다 효율적이고 안전하게 위생을 관리하기 위한 제도 도입이 요구되고 있다[5]. 이러한 목적으로 HACCP (Hazard Analyssi Critical Control Point)시스템이 적용되기 시작하였고 우리나라는 식품의약안전청을 중심으로 HACCP 시스템 적용사업이 진행되고 있다. HACCP 시스템은 식품제조와 관련된 미생물학적, 화학적, 물리적 위해요소를 공정 단계별로 사전 파악하고, 평가 및 사정하는 것이 매우 중요하다[6]. 일부 대규모 누룽지 제조업체에서 HACCP시스템 적용을 실시하고 있지만 중소형 누룽지 제조시설에서는 비용 및 관리인력 부족 등 현실적인 문제로 인해 HACCP 시스템 적용이 쉽지 않다.

따라서 본 연구에서는 누룽지 생산시설에서 HACCP 시스템 적용 및 제품의 안전성을 확보하기 위해 미생물학적 오염도를 평가하였다. 이를 위해 제조시설 및 원료, 공정별, 제조기구, 종사자 등 누룽지 제조 전공정에 대한 미생물학적 위해요소를 분석하였다.

재료 및 방법

조사대상 및 기간

본 연구는 전라남도에 소재한 공장형 누룽지생산업체의 협조를 받아 2010년 6월부터 8월 사이에 실시되었다. 본 업체는 누룽지 제조공정 중 취반 이후 대부분 자동화되어 있다(Fig. 1).

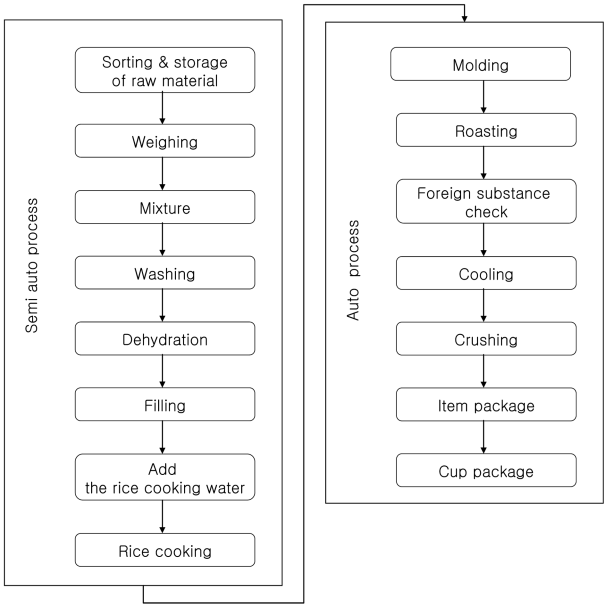

Fig. 1. Manufacturing process of Scorched Rice (*Nuroong-ji*).

시료의 채취 및 전처리

본 실험에서 사용된 시료는 누룽지 제조공장을 대상으로 작업장 내 공기, 식품접촉기구 표면, 작업장 내 시설 및 환경, 종사자, 원재료, 완제품에서 각각 시료를 수집하여 4ºC로 이송, 보관 후 실험에 사용하였다(Table 1).

모든 시료는 무균적으로 처리 하였으며 식품접촉기구 표면, 작업장내 시설 및 환경 등의 시료는 채취 및 swab (3M e-swab, 3M China Ltd., China) 하였다. 각각의 시료는 증균배지에서 37ºC 24시간 진탕하여 증균하였으며 원재료 및 완제품 시료는 멸균된 시약 스푼이나 가위를 이용하여 시료 5 g에 45 ml 멸균생리식염수와 각각의 선택배지를 첨가한 후 증균 과정을 거쳐 실험에 사용하였다.

위생지표세균

공중 낙하균

누룽지제조 시설의 작업환경을 평가하기 위하여 12개 장소(원재료창고, 원료전처리실, 취반실, 가공실, 내포장실, 검사실, 건조실, 외포장실, 내포장재실, 차원료창고, 제품창고, 위생전실)에서 일반세균수, 대장균군, 진균수를 측정하였다. 낙하균은 3M사의 Petrifilm™ (3M, St. Paul, MN, USA)을 각각의 장소에서 15분간 커버를 열어 방치하였다. 커버을 닫고 일반세균수와 대장균군은 35ºC에서 48시간, 진균수는 25ºC에서 3일 배양한 다음 형성된 집락수를 계측하여 plate당 집락수로 표시하였다.

일반세균

식품접촉기구 표면, 작업장내 시설 및 환경, 종사자에서 채취한 시료 1 ml을 9 ml 멸균생리식염수에 접종하여 단계별로 희석하였다. 원재료 및 제품 시료는 생리식수에서 균질화 시킨 후 여과지를 이용하여 여과한 후 1 ml의 시료를 사용하여 단계희석하였다. 각 검액 1, 0.1, 0.01 ml을 멸균 페트리접시에 무균적으로 취하여 45ºC로 유지한 plate count agar (Merck Co.)배지 약 15 ml를 무균적으로 분주하였다. 분주 시 페트리 접시 뚜껑에 부착하지 않도록 주의하면서 회전하여 냉각 응고한 후 다시 중층하여 분주한 페트리접시를 거꾸로 하여 35ºC배양기에서 24시간 배양한 후 생성된 집량수를 계산하였다.

대장균군

대장균군의 측정은 상수원수 시료에 대해 식품공전 유당한천배지에 의한 정량법에 따라 실험하였다. 시험용액 10ml를 2배 농도의 LB배지에 가하고 시험용액 1, 0.1, 0.01 mL를 5개의 LB 배지에 접종하였다. Durham 발효관이 들어있는

Table1. Evaluation of airborne microorganisms in manufacturing facilities

Source	Type of samples	No.	No. of colony (CFU/plate)		
			Total bacterial count	Coliforms	Fungi
air	raw material storage	2	25.00	ND[1)]	7.00
	raw material preprocess room	2	18.00	ND	2.00
	rice cooking room	2	9.00	ND	9.00
	process room	2	4.00	ND	3.00
	inside packing room	2	ND	ND	4.00
	checking room	2	ND	ND	4.00
	drying room	2	ND	ND	4.00
	outside packing room	2	ND	ND	8.00
	inside packing material room	2	ND	ND	4.00
	product storage	2	ND	ND	7.00
	clean room	2	2.00	ND	1.00

[1)]ND: not detected.(below detection limit : < 1 CFU/plate)

LB배지에 시료를 접종하여 35ºC에서 48시간 배양하여 가스 발생이 있으면 대장균군의 존재를 추정하고 가스발생이 있는 발효관으로부터 BGLB 배지에 이식하여 35ºC에서 48시간 배양하였을 때 가스발생이 보이면 EMB배지에 분리 배양하는데 전형적인 집락은 1개 이상, 비전형적인 집락은 2개 이상 각각 취하여 LB발효관에 이식・배양한 후 기포발생 적색 집락수를 계산하였다.

병원성 미생물

Escherichia coli

균의 증균 및 분리배양은 EC broth에 접종된 시료로 37ºC에서 24시간의 증균과정을 거친 후 미생물 동정실험에 사용하였다. 증균된 균액 1백금이를 취하여 *E.coli*의 선택배지인 EMB agar에 도말하여 37ºC에서 24시간 배양한 후, 금속성 광택을 가지는 단일 집락을 취하여 실험에 사용하였다. 그리고 확인시험은 gram staining, TSI/MR/VP, gitrate 이용능, lysine decarboxylase, indol, motility test를 실시하였다. 즉, gram 염색을 통해 gram 음성 단간균의 형태를 확인하였고, 배양된 균을 TSI agar 에 천자배양하고 35ºC에서 24시간 배양하여 생물공학적 성상을 검사하였다. glucose와 latcose를 분해(acid slant yellow, acid butt yellow)하여 배지면과 천자부가 황색으로 변하고, 가스가 발생하여 천자부가 갈라졌을 때 대장균 양성의 균주로 판별하였다. Methyl Red 반응을 이용하여 적색으로 변화한 균주는 포도당을 분해하여 강산을 생성하는 것으로 판정되었다. Simon's citrate 배지에서 37ºC에서 24시간 배양 후 탄소원으로 citrate 이용능에서 음성임을 조사하였고, LIM 배지에 접종하여 균주가 lysine decarboxylase 분해능을 가지는지를 확인하였으며, 37ºC에서 24시간 배양 후 운동성을 관찰하고 Kovac's reagent를 떨어뜨려 indol 생성능을 조사 하였다. 또한 LB 배지에 시료를 접종하여 35ºC에서 24시간 배양하여 가스 발생과 urease test를 통해 요소를 분해하여 암모니아를 생성하는지를 조사하여 *E.coli*임을 확인했다.

Salmonella spp.

검체 5 g 또는 5 mL를 취하여 45 mL의 peptone water에 가한 후 35ºC에서 18±2시간 증균배양하였다. 배양액 0.1 mL를 취하여 10 mL의 Rappaport-Vassiliadis배지에 접종하여 42ºC에서 24±2시간 배양였다. 증균배양액을 XLD한천배지에 접종하여 35ºC에서 24시간 배양한 후 의심되는 집락은 확인시험을 실시하였다. 분리배양된 평판배지상의 집락을 보통한천배지에 옮겨 35ºC에서 18~24시간 배양한 후, TSI 사면배지의 사면과 고층부에 접종하고 35ºC에서 18~24시간 배양하여 생물학적 성상을 검사하였다. 살모넬라는 유당, 서당 비분해(사면부 적색), 가스생성(균열 확인) 양성인 균에 대하여 그람음성 간균임을 확인하고 urease 음성, Lysine decarboxylase 양성 등의 특성을 확인하였다.

Staphylococcus aureus

검체 5 g 또는 5 mL를 취하여 45 mL의 10% NaCl을 첨가한 TSB배지에 가한 후 35~37ºC에서 16시간 증균배양하였다. 증균 배양액을 난황첨가 mannitol 식염한천배지 또는 Baird-Parker 한천평판배지에 접종하여 37ºC에서 16~24시간 배양하였다. 배양결과 난황첨가 mannitol 식염한천배지에서 황색불투명 집락(mannitol 분해)을 나타내고 주변에 혼탁한 백색환(난황반응 양성)이 있는 집락 또는 Baird-Parker 한천평판배지에서 투명한 띠로 둘러싸인 광택의 검정색 집락은 확인시험을 실시하였다. 분리배양된 평판배지상의 집락을 보통한천배지에 옮겨 37ºC에서 18~24시간 배양한 후 그람염색을 실시하여 포도상의 배열을 갖는 그람양성 구균을 확인하였다. 포도상의 배열을 갖는 그람양성구균이 확인된 것은 coagulase 시험을 실시하였다. 토끼혈청(신선혈청은 5%, 건조혈청의 용액은 10%)을 가한 생리식염수를 멸균한 시험관에 0.5~1 mL씩 무균적으로 분주하였

다. 여기에 분리배지상의 집락에서 직접 또는 보통한천배지에서 순수 배양시킨 균 1백금이를 접종하여 37ºC에서 배양하였다. 배양 후 3, 6, 24시간의 각 시간에 응고의 유무를 판정하여 어느 시간 후에도 응고 또는 섬유소(fibrin)가 석출된 것은 모두 coagulase 양성으로 하며 이상과 같이 확인된 것은 황색포도상구균 양성으로 판정하였다. 시험에 있어서는 coagulase 양성균 및 균주접종의 음성대조균을 두었다.

Listeria monocytogenes

검체 5g 또는 5 mL를 취하여 45 mL의 Listeria 증균배지를 가한 후 30ºC에서 24시간 배양하였다. 증균배양액을 멸균된 면봉을 이용하여 Oxford agar에 접종하여 30ºC에서 24~48시간 배양하였다. 의심집락이 확인되면 이를 0.6% yeast extract가 포함된 Tryptic Soy 한천배지에 접종하여 30ºC에서 24~48시간 배양하였다. 그람염색 후 그람양성 간균이 확인되면 hemolysis, motility, catalase, CAMP test와 mannitol, rhamnose, xylose의 당분해시험을 실시하였다. 이 결과 β-hemolysis를 나타내고 catalase 양성, motility 양성을 나타내며 CAMP test결과 *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923)에서 양성, *Rhodococcus equi* (ATCC 6939)에서 음성으로 나타나는 동시에 당분해시험 결과 mannitol 비분해, rhamnose 분해, xylose 비분해의 결과를 보일 경우 *Listeria monocytogenes* 양성으로 판정하였다.

Bacillus cereus

검체 5 g 또는 5 mL를 취하여 45 mL의 인산완충희석액에 가하여 균질화한 검액을 MYP한천배지에 접종하여 30ºC에서 24시간 배양하였다. 배양 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하고 이 때 명확하지 않을 경우 24시간 더 배양하여 관찰하였다. MYP 한천배지에서 전형적인 집락을 선별하여 보통 한천배지에 접종하고 30ºC에서 24시간 배양하였다. 배양후 그람염색을 실시하여 포자를 갖는 그람양성, 긴 형태의 간균으로 확인된 균은 운동성, nitrate 환원능, VP, β-hemolysis, 혐기배양시 포도당 이용 등의 생화학시험을 실시하였다.

결과 및 고찰

공중낙하균 측정

누룽지 제조환경에 대한 공중 낙하균의 검사 결과 일반세균과 진균이 검출되었으며 대장균군은 검출되지 않았다(Table 1). 일반구역에 해당되는 원재료창고와 원료전처리실에서 일반세균이 각각 25 CFU/plate, 18 CFU/plate 검출되었으며 준청결구역과 청결구역에서는 10 CFU/plate이하 또는 불검출되어 비교적 양호한 상태를 유지하고 있는 것을 확인할 수 있다. 모든 제조공간에서 진균류가 10 CFU/plate이하로 검출되었지만 청결구역에 해당되는 내포장실, 검사실, 외포장실 등에서도 검출되었다. 조사가 이루어진 누룽지제조공장은 HACCP시스템 적용을 준비하고 있어 출입구에 에어샤워를 설치하였고 이동경로를 지정하는 등 위생관리가 이루어지고 있는 곳이기 때문에 현재의 미생물 검출 수준도 문제가 될 수 있다. 특히 외부와 직접 연결되어 있는 장소나 완제품의 이동을 위해 출입이 잦은 공간에서 검출균수가 높기 때문에 추가적인 관리방안이 필요하다. 외부 먼지의 출입을 차단하는 에어커튼 또는 방진망 설치와 더불어 공기

Table 2. Evaluation of environment in workplace

Source	Type of samples		No.	CFU/100cm^2	
				Total bacterial count	Coliforms
Environment	raw material storage	wall	1	TNTC[1)]	ND[2)]
		floor	1	TNTC	ND
	raw material preprocess room	wall	1	TNTC	ND
		floor	1	TNTC	ND
	rice cooking room	wall	1	8*10^2	ND
		floor	1	TNTC	ND
	process room	wall	1	ND	ND
		floor	1	TNTC	ND
	inside packing room	wall	1	TNTC	ND
		floor	1	TNTC	ND
	checking room	wall	1	TNTC	ND
		floor	1	TNTC	ND
	drying room	wall	1	ND	ND
		floor	1	TNTC	ND
	inside packing material room	wall	1	TNTC	ND
		floor	1	TNTC	ND

[1)]TNTC: Too numberous to count : (TNTC > 10^5 CFU/cm^2)
[2)]ND: not detected.(below detection limit : < 1 CFU/cm^2)

흐름을 제어하는 선형층류(laminar air flow)시스템 적용을 통한 내부공기의 온도와 습도를 낮추는 방안을 고려해볼 필요가 있다. 이는 실내 온도와 습도에 영향을 많이 받는 공중낙하균의 특성상[7] 물을 많이 사용하고, 굽기 공정에서 내부온도가 올라가는 누룽지 제조시설에서는 공기순환을 통해 공중낙하균의 생육환경을 억제하는 것이 효율적일 수 있기 때문이다.

작업장 내 시설 및 환경

제조시설공간의 오염도를 확인하기 위해 각 제조공정별 공간의 벽면과 바닥에서 일반세균과 대장균군을 조사하였다(Table 2). 또한 공중낙하균과 제조기구 및 기기에 의한 교차오염 뿐만 아니라 원재료와 중간제품의 이동시 이용되는 손수레(cart)나 종사자의 공간 이동시 발생할 수 있는 교차오염을 확인하기 위해 실시하였다. 모든 시설공간의 바닥에서 대장균군은 모든 조건에서 검출되지 않았지만 일반세균의 위해도가 상당히 높음을 확인할 수 있다. 이는 원재료뿐만 아니라 중간제품, 완제품 보관 및 이동시 바닥에 제품을 직접 놓아두거나 벽면에 밀착할 경우 오염도가 매우 증가할 수 있음을 시사한다. 따라서 주기적으로 청소가 필요한데 일반 세제를 이용시 미생물의 오염도를 낮추는데 제한이 있으므로 바닥과 벽면 역시 제조기구 및 기기와 동일하게 살균제를 이용한 세척이 필요하다[8,9]. 또한 제품 이와 더불어 발판소독장치를 이용하면 공정실간 이동시 손수레의 바퀴와 종사자의 작업화바닥을 소독할 수 있어 더 높은 효과를 기대할 수 있다. 또한 Hambraeus 등[10,11]에 의하면 바닥과 벽면의 오염은 공중낙하균과도 밀접한 관계가 있으므로 바닥과 벽면의 미생물오염도 저감을 통해 공중낙하균의 저감효과 역시 볼 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Microbiological evaluation on sterilized equipments of employees

Source	Type of samples	Workspace[1)]	No.	CFU/100cm^2		
				Total bacterial count	Coliforms	Pathogenic bacteria[2)]
Employees	sterilized overgarment	PR	4	2×10^3	ND[3)]	ND
				TNTC[4)]	ND	Sta, Bac
				1.4×10^3	ND	Lis
		IPR	2	TNTC	ND	ND
				TNTC	ND	Sta
				ND	ND	Sta
		OPR	1	TNTC	ND	ND
		CR	1	TNTC	ND	Sta, Bac
	work shoes (rubber)	PR	4	TNTC	ND	Sta, Bac, Lis
				TNTC	ND	Bac, Lis
				TNTC	ND	Sta, Bac
				TNTC	3.30×10	Sta, Bac
		IPR	1	1.4×10^2	ND	ND
		OPR	1	6.8×10^4	ND	Bac
		CR	1	TNTC	ND	Bac
	apron	PR	3	TNTC	ND	ND
				TNTC	ND	Sta, Bac, Lis
				TNTC	4.20×10	Sta
	rubber gloves	PR	6	8.7×10^3	5.48×10	Bac
				TNTC	2.00×10^2	Bac
				ND	ND	Lis
				ND	ND	Lis
				1.1×10^3	ND	ND
				ND	ND	ND
		IPR	2	4×10^2	ND	ND
				ND	ND	ND
		OPR	1	1.5×10^2	ND	ND
		CR	1	3.1×10	ND	ND

[1)]PR: process room; IPR: inside packing room; OPR: outside packing room; CR: checking room
[2)]Sta:*Staphylococcus aureus* ; Bac: *Bacillus cereus* ; Lis: *Listeria monocytogenes*
[3)]ND: not detected.(below detection limit : < 1 CFU/cm^2)
[4)]TNTC: Too numberous to count : (TNTC > 10^5 CFU/cm^2)

제조 종사자

누룽지 제조 종사자의 개인위생관리 정도를 확인하기 위해 각 공정실에 근무하는 종사자의 위생복, 작업화(고무장화), 앞치마, 고무장갑에서 일반세균, 대장균군 및 병원성 미생물을 확인하였다(Table 3). 일반세균은 모든 조건에서 10^3 CFU/100cm^2 이상 검출되어 조치방안을 강구해야할 것으로 판단되고, 대장균군의 경우 가공실에 근무하는 일부 종사자에서만 검출되었다. 병원성미생물 중 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*가 가공실근무자를 중심으로 검출되었고 *Salmonella* spp와 *Escherichia coli* 0157:H7는 검출되지 않았다. 본 조사가 이루어진 누룽지제조공장에서는 이용되는 원재료가 쌀과 찹쌀 등 곡물이기 때문에 검출되는 병원성 미생물의 종류에 차이가 있는 것으로 생각된다.

작업자의 오염된 손이나 복장은 병원성 미생물의 교차오염의 원인이 되므로 반드시 개선이 필요한데, 같은 제조시설 내에서도 개인위생에 대한 인식 차이가 있고, 각자의 업무에 따라 미생물에 대한 노출 정도가 다르기 때문에 이에 따른 교육과 관리가 필요하다. 실제로 일반세균과 대장균군의 경우 철저한 수세습관만으로도 검출정도를 상당부분 낮출 수 있으므로 주기적인 교육이 필요하다[12,13]. 또한 대부분의 식품제조업체에서 출입구 또는 작업복으로 갈아입는 공간에만 수세시설이 설치되어 있는 경우가 많으므로 작업장 내에 세척과 소독을 위한 시설 또는 기구를 비치할 필요가 있다.

본 조사가 이루어진 시설에는 작업화건조기, 위생복자외선 살균기가 설치되어 있지만 위생지표세균은 물론 병원성미생물까지 검출되어 위생설비들의 효과는 크지 않은 것으로 판단된다. 따라서 이러한 살균장비의 미생물억제능력에 대한 검사가 진행되기 전까지는 개인의복과 장비는 멸균소독제를 이용하여 주기적으로 세척하는 것이 가장 효율적일 것으로 보인다.

제조기기 및 주변기구

누룽지 제조기기와 주변기구의 미생물오염정도를 검사한 결과 일반세균과 대장균군, 병원성미생물인 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*이 검출되었다(Table 4). 식품제조업체에서 이용되는 기구의 오염정도를 조사한 결과[14,15]와 비교해볼 때에는 비교적 양호한 상태이지만 Harrigan과 McCance[16]의 기준에서는 대부분이 시정이 필요하거나 즉각적인 조치를 강구해야하는 것으로 평가된다. 더욱이 식중독의 원인 중 교차오염에 의해 발생되는 빈도가 높아지고 있고 특히 오염된 기구에 의해 재오염이 발생할 수 있기 때

Table 4. Microbiological evaluation on food equipments

Source	Type of samples	No.	CFU/100cm^2		
			Total bacterial count	Coliforms	Pathogenic bacteria[1)]
Food contact surface	raw material storage	1	9.5×10^4	ND[2)]	Sta, Lis
	washing bucket	1	1.9×10^5	2.2x10	Bac, Lis
	washing spade	1	9.7×10^4	1.0x10	Bac
	bowl	1	TNTC[3)]	1.2x10	Bac
	mixture water tank	1	1×10^2	ND	Lis
	tray	1	3×10^4	ND	ND
	rice cooking machine	1	ND	ND	ND
	tray cart	1	3×10^2	ND	Lis
	workbench in process room	1	5.9×10^3	ND	Lis
	conveyer belt in process room	1	ND	ND	ND
	conveyer belt in check room	1	ND	ND	ND
	workbench in check room	1	ND	ND	Lis
	cart in dry room	1	ND	ND	ND
	scale in dry room	1	$4*10^2$	ND	ND
	bat in dry room	1	ND	ND	ND
	scoop in dry room	1	ND	ND	ND
	workbench in packing room	1	ND	ND	ND
	scale in packing room	1	ND	ND	ND
	crusher	1	$1*10^2$	ND	ND
	three sides wrapping machine	1	ND	ND	ND
	workbench in packing room	1	2×10^2	ND	ND
	conveyer belt in packing room	1	8×10^2	2.0x10	ND

[1)]Sta:*Staphylococcus aureus* ; Bac: *Bacillus cereus* ; Lis: *Listeria monocytogenes*
[2)]ND: not detected.(below detection limit : < 1 CFU/cm^2)
[3)]TNTC: Too numberous to count : (TNTC > 10^5 CFU/cm^2)

문에 반드시 관리가 필요하다[17]. 또한 본 조사가 이루어진 시설에서는 75% 에탄올을 이용하여 기기와 기구를 멸균세척(주 1회)하고 있어 현재의 미생물오염도는 문제가 될 수 있다. 따라서 현재 미생물오염정도가 심한 기기와 기구는 멸균세척 횟수를 늘려서 오염세균의 확산을 방지할 필요가 있다.

원재료 및 제조공정

누룽지제조업체에서 사용하는 상수원에 대한 미생물 검사 결과 일반세균은 물론 대장균, 병원성미생물이 검출되지 않았다(Table 5). 물의 접촉이 잦은 제조기기와 기구에서 검출된 미생물들은 상수원의 영향이 아니라 원재료 또는 작업환경에 의해 영향 받은 것으로 생각된다. 원재료인 둥글레 농축액과 찹쌀, 멥쌀 등에서 일반세균과 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*가 검출되었는데 볶은멥쌀에서는 모든 미생물이 검출되지 않았다. 누룽지에 사용되는 원재료 곡류의 특성상 병원성미생물이 검출될 가능성이 높고 대장균은 모든 원재료에서 검출되지 않았으며 병원성미생물 역시 10^2 CFU/g미만으로 원재료의 오염도는 높지 않은 것으로 보인다.

제조공정상 원료의 선별보관(sorting and storage)부터 취반, 성형까지 일반세균과 대장균군, 병원성미생물이 높은 수준으로 검출되었는데 이는 원재료, 기기 및 기구, 시설공간 등의 결과와 유사한 양상을 보인다. 또한 미생물 검출이 높은 공정들은 반자동공정으로 종사자에 의해 제조 및 이동되어 교차오염에 노출되어 있다. 특히 고온 고압에서 이루어지는 취반공정 이후 성형(molding)공정에서 매우 높은 위해세균이 검출되었는데 이는 중간재료의 이동에 사용되는 기구와 작업자에 의한 교차오염을 의심해야하는 상황이므로 이에 대한 조사가 더 진행될 필요가 있다. 120~170ºC로 약 10여분 가열하는 굽기(roasting)공정 이후 모든 공정에서 미생물은 검출되지 않았다. 굽기, 방냉, 분쇄, 포장 등은 자동화 공정이며, 공정에 사용되는 기기와 기구 역시 미생물오염정도도 높지 않음을 확인할 수 있다.

누룽지제조시설의 미생물학적 위해요소 관리

누룽지제조시설에서 미생물 위해도 평가 결과 원재료관리 및 제조공정상 미생물의 위해요소 관리 보다 설비와 종사자의 의복 등에 의한 교차오염을 막기 위한 방안이 우선적으로 실시되어야 할 것으로 생각된다. 누룽지제조시설에서는 굽기, 방냉, 건조 공정을 통해 최종 제품의 미생물 오염은 방지할 수 있는 것으로 나타났으므로 굽기공정에서의 온도, 시간을 표준화하고 굽기공정 이후에 사용되는 기기와 기구의 살균세척 횟수를 늘린다면 효과적인 위해요소관리를 할 수 있을 것으로

Table 5. Microbiological evaluation of raw materials and process

Source	Type of samples	No.	CFU/mL		
			Total bacterial count	Coliforms	Pathogenic bacteria[1)]
Raw materials	pure water	1	ND[2)]	ND	ND
	solomon's seal concentrate	1	1.8×10^2	ND	ND
	nonglutinous rice	1	ND	ND	Sta, Bac, Lis
	roasted nonglutinous rice	1	ND	ND	ND
	glutinous rice	1	3.8×10^2	ND	Sta, Bac, Lis
	rice	1	5×10	ND	Sta, Bac, Lis
Process	sorting & storage	1	2.1×10^2	ND	Bac, Lis
	weighing	1	4.1×10^2	ND	Bac, Lis
	mixture	1	1×10^2	ND	Bac, Lis
	washing	1	3.4×10^2	1.0×10	Lis
	dehydration	1	3.3×10^2	2.7×10	Sta
	filling	2	TNTC[3)]	ND	Sta, Bac
			TNTC	ND	Sta
	add rice cooking water	2	TNTC	5.0×10	Lis
			TNTC	2.0×10	Lis
	rice cooking	1	ND	ND	ND
	molding	1	4.5×10^3	1.65×10	Sta, Bac
	roasting	1	ND	ND	ND
	foreign substance check	1	ND	ND	ND
	cooling	1	ND	ND	ND
	crushing	1	ND	ND	ND
	item package	1	ND	ND	ND
	cop package	1	ND	ND	ND

[1)]Sta:*Staphylococcus aureus* ; Bac: *Bacillus cereus* ; Lis: *Listeria monocytogenes*
[2)]ND: not detected.(below detection limit : < 1 CFU/cm^2)
[3)]TNTC: Too numberous to count : (TNTC > 10^5 CFU/cm^2)

보인다.

중소규모 업체에서 시설적인 측면을 강조하여 미생물학적 위해요소를 관리하는 것은 경제적인측면에서 많은 한계가 있다. 더욱이 본 연구에서 확인한바와 같이 위생시설로 설치한 일부 기기가 위해요소를 관리하는데 큰 효과를 주지 못하는 경우도 있기 때문이다. 따라서 효과적인 위해요소 관리를 위해서는 청소점검, 출입문 청소점검, 종사자 위생점검 등 일상 업무에서의 위생관리와 함께 종사자를 대상으로 정기 위생교육을 실시하여 인식수준을 향상시키는 것이 가장 중요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지정 동신대학교 친환경농식품산업화센터 (RIC, 과제번호 RRC0400-2006-12)의 지원의 일환으로 수행되었으며 그 지원에 감사드립니다.

요 약

누룽지 제조시설에서 공중낙하균, 작업장 내 시설 및 환경, 제조 종사자, 제조기기 및 주변기구, 원재료, 제조공정별 미생물학적 위해도를 조사하였다. 오염도는 취급하는 재료의 종류와 처리공간의 용도에 따라 차이가 있었다. 원재료를 비롯한 설비와 기구들의 오염은 심각하지 않은 상태이지만 교차오염에 주의할 필요가 있다. 또한 사람의 간섭도가 높은 공정에서 상대적으로 높은 오염도를 나타나 개인위생관리가 중요하다. 누룽지의 제조 공정 중 굽기공정(120~170℃, 약 10여분)에 의해서 미생물을 억제시킬 수 있기 때문에 굽기공정을 표준화하고 이와 관련된 기구 및 시설에 대한 철저한 관리가 필요하다. 중소규모 식품제조시설에서 미생물학적 오염도 관리를 위해서는 위생시설의 확충도 중요하지만 종사자의 위생에 대한 인식수준을 향상시키는 것이 가장 중요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 김미정: 현대인의 일상 식생활-문제점과 해결방안, 대한가정학회지, **44**, 51-160 (2006).
2. 금준석: 쌀 가공산업의 활성화, 식품산업과 영양, **13**, 9-14 (2008).
3. 박영희, 오영준: 즉석 누룽지의 이화학적 특성, 한국식품영양과학회지, **26**, 632-638 (1997).
4. 이현석, 권기현, 김종훈, 차환수: Microwave를 이용한 즉석 누룽지의 품질특성, 한국식품저장유통학회지, **16**, 680-685 (2009).
5. Motajemi, Y., Fritz, K.: Hazard analysis and critical control point and the increase in food borne disease: a paradox?. *Food control*. **10**, 325-333 (1998).
6. Stevenson, K.E.: Implementing HACCP in the food industry. *Food Technol*. **45**, 179-180 (1990).
7. Al-Dagal, M. and Fung, D.Y.C.: Aeromicrobiology: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. **29**, 333-340 (1990).
8. Taylor, J.H., Holah, J.T.: A comparative evaluation with respect to the bacterial cleanability of a range of wall and floor surface materials used in the food industry. *J. Appl. Microbiol*. **81**, 262-266 (2008).
9. Suzuki, A., Namba, Y., Matsuura, M., Horisawa, A.: Bacterial contamination of floors and other surfaces in operating rooms: a five-year survey. *J. Hyg. Camb*. **93**, 559-566 (1984).
10. Hambraeus, A., Bengtsson, S., Laurell, G.: Bacterial contamination in a modern operating suite. 2. Effect of a zoning system on contamination of floors and other surfaces. *J. Hyg*. **80**, 57-67 (1978).
11. Hambraeus, A., Bengtsson, S., Laurell, G.: Bacterial contamination in a modern operating suite. 3. Importance of floor contamination as a source of airborne bacteria. *J. Hyg*. **80**, 169-174 (1978).
12. Fry, A.M., Braden, C.R., GriYn, P.M., Hughes, J.M.: Foodborne disease. *In Principles and practice of infectious diseases,* 6th Ed. (Mandell, G.L., Bennett, J.E., Dolin, R. eds.) New York: Elsevier, Churchill Livingston. pp. 1286-1297 (2005).
13. Shojaei, H., Shooshtaripoor, J., Amiri, M.: Efficacy of simple hand-washing in reduction of microbial hand contamination of Iranian food handlers. *Food Reser. Inter*. **39**, 525-529 (2006).
14. 이제명, 박재영, 이혜란, 이미선, 윤선영, 정덕화, 이종미, 오상석: 전통한과 생산에의 HACCP 모델 적용을 위한 미생물학적 위해도 평가, 한국식품위생안전성학회지, **20**, 36-42 (2005).
15. 엄애선, 권성희, 정덕화, 오상석, 이헌옥: 소규모 베이커리에서의 HACCP적용을 위한 미생물학적 위해도 평가, 한국조리과학회지, **19**, 454-462 (2003).
16. Harrigan, W.F., McCance, M.E.: Laboratory methods in food and dairy micro-biology, Academic Press Inc. Ltd., New York (1976).
17. Dunsmore, D.G., Womey, A.T., Whittlestone, W.G.: Design and performance of systems for cleaning product-contact surfaces of food equipment, A review, *J. Food Protec*. **44**, 220-240 (1981).