

식육 부산물을 활용한 순대의 미생물학적 위해 분석

정진숙¹ · 김윤정^{2,3} · 엄애선^{1*}

¹한양대학교 생활과학대학 식품영양학과, ²한국식품연구원 가공공정연구단,
³과학기술연합대학원대학교 식품생명공학

Microbiological Hazard Analysis of Sundae (Korean Sausage) Made of Meat By-Products

Jin-Sook Cheong¹, Yun Jeong Kim^{2,3}, Ae-Son Om^{1*}

¹Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University, Seoul, Korea

²Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute, Wanju, Korea

³Department of Food Biotechnology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea

(Received November 12, 2021/Revised December 22, 2021/Accepted December 22, 2021)

ABSTRACT - Despite the recent increase in the consumption level of the processed meat-byproducts, the health and safety issue has consistently been raised in the processes of production, distribution and consumption. The purpose of this study is to analyze and evaluate the microbiological hazard elements in the Korean sausage, “Sundae,” to present not only the safety standard of meat by-product vendors based on HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), but also the quality control criteria and sanitary arrangements of small manufacturers. For the study, the microbiological hazards in 24 raw materials, 7 manufacturing processes, 40 facilities and tools, 17 workplace environment, and 12 workers were analyzed. The analysis revealed the hazardous elements in the initial stages with 6.28 and 4.07 log CFU/g of total aerobic count and coliforms, respectively, detected from the porcine blood and 3.23 log CFU/g of coliforms from the porcine small intestines. The result also showed that the total aerobic counts and coliforms in the process of mixing and filling process exceeds the standards in the hygiene guidelines by Natick with the total aerobic counts of 5.23, 5.45 log CFU/g, and the coliforms of 3.25, and 3.31 log CFU/g, respectively. Although the detected total aerobic count and the coliforms in the filling and washing rooms exceeded the standards, it was found that the total aerobic count was significantly reduced by 98% after cleaning and disinfecting and no coliforms was detected in any process thereafter. In order to achieve high level of safety in the manufacturing processes of Sundae, the separation of washing and disinfection room from the other sections and the sanitation control of the workers must be preceded, along with strict monitoring in the storage and distribution processes. The study raises necessity for additional studies for the safety evaluation of the processed meat-byproducts and further researches on the validity of the critical limits.

Key words: Microbiological hazard, HACCP, Food safety, Sundae, Korean blood sausage

한국은 상고시대부터 수렵생활을 하면서 식육에 대한 기호도가 높아 오늘날까지 육류의 부위별 조리방법이 다양하게 발달하였으며, 더불어 식육부산물을 먹거리로 이용

해왔다. 식육부산물은 지방 함량이 낮고 단백질, 미네랄, 비타민 등의 함량이 높아 다양한 영양성분을 보유하고 있는 훌륭한 식품자원으로 정육 못지않게 소비량이 증가하고 있는 추세이다¹⁾. 한국의 대표적인 식육부산물 가공식품인 순대는 가축의 창자 속에 혈액을 결합제로 이용하여 고기, 두부, 파, 숙주나물 등을 다지고 양념해서 양쪽 끝을 묶고 익힌 음식으로 육류의 부위별 특성과 합리성이 내재되어 있는 전통음식이다²⁾. 서양에서도 순대와 비슷하게 원료육 이외에 혈액을 첨가해 만드는 혈액 소시지(blood sausage)가 오래전에 유래되었으며 지금까지 소비되고 있

*Correspondence to: Ae-Son Om, Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University, Seoul 04763, Korea
Tel: +82-2-2220-1203, Fax: +82-2-2220-1856
E-mail: aesonom@hanyang.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.

다³⁾. 순대와 유사한 형태의 혈액 소시지로는 헝가리의 Véres Hurka, 독일의 Blutwurst, 영국의 Black pudding, 포르투갈과 스페인의 Morcella와 Morcilla, 미국 샌프란시스코의 Birollo, 폴란드의 Kaszabka, 멕시코와 콜롬비아의 Rellana 등이 알려져 있다⁴⁾.

순대는 국민 다소비 식품으로 육류, 곡류, 채소류 등 다양한 식재료를 이용한 영양학적 균형을 갖춘 음식이다. 철분은 헴철(heme iron)과 비헴철(non-heme iron)로 구분할 수 있는데 순대에 함유된 동물 철분의 경우 인체에 흡수가 용이한 헴철의 형태로 기능성과 영양학적 특성을 지니고 있다⁵⁾. 가축 혈액의 풍부한 영양학적 가치를 인식한 유럽에서도 혈액을 소시지를 비롯하여 푸딩, 수프, 크래커, 빵 등의 음식에 첨가하여 이미 오랫동안 사용하여 왔으며 중국에서도 묵(Blood curd; Zisheokwai), 떡(Zisheokau) 제조에 가축 혈액을 전통적으로 사용하였다^{6,7)}. 최근 식육부산물 가공식품의 소비량 증가에도 불구하고 식육부산물의 생산, 유통 그리고 소비과정에서 위생안전문제가 지속적으로 제기되고 있다.

다양한 재료와 형태로 가공이 가능한 순대는 영양학적 면에서 우수하지만 아직까지 생산업체의 규모가 영세할 뿐 아니라 위생적이고 안전한 생산을 위한 과학적인 생산 체계와 표준화가 미흡한 실정이다⁸⁾. 국의 혈액 소시지 관련 선행연구로는 소시지의 혈액 단백질 결합 효과⁹⁾, 혈액 소시지 제조 기술¹⁰⁾, Black pudding에 대한 미생물 위해 요소¹¹⁾ 등이며, 국내 선행 연구들은 순대의 저장성, 품질 특성, 기능성, 문헌적 고찰을 분석한 연구에 국한되었으며 순대의 원료와 제조공정 특성을 고려한 과학적인 미생물 위해 분석에 대한 연구는 전무하다. 또한 순대는 유통 구조에 따라 즉석섭취 식품 또는 즉석조리 식품으로 분류될 수 있는데 대부분 즉석섭취식품류의 경우 판매점에서 대량으로 진열, 보관하거나, 직접 계량, 포장하여 판매되는 제품으로 가열 공정 없이 섭취하기 때문에 위생과 안전규칙이 제대로 이행되지 않을 경우 식중독균 오염으로 사회적 문제를 야기할 만큼 대형 식중독 사고가 발생할 수도 있다¹²⁾. 2020년 식중독 발생건수는 178건, 식중독 환자수는 2,747명으로 식중독 발생이 가장 많은 시설은 음식점이었고, 2021년에는 비위생적인 제조시설과 환경 등으로 인하여 39개의 순대제품이 판매중단, 회수조치 된 사건이 있었다¹³⁾. 이로 인해 순대의 미생물학적 안전성을 확보하기 위한 위생관리체계와 관련 연구가 시급하다. 따라서 본 연구에서는 순대 생산에 적용되는 원료, 제조공정, 제조설비 및 도구, 작업장의 환경, 작업자에 대한 위해요소를 분석, 평가하여 Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)에 근거한 식육부산물 제조업체의 미생물학적 안전성 확보와 소규모 생산업체의 위생관리체계 및 품질관리 기준 설정에 기여하고자 하였다.

Materials and Methods

시료 채취 및 전처리

본 연구는 순대의 제조공정별 미생물학적 위해 분석을 위해 충청도에 위치한 순대 생산업체를 선정하여 순대 원·부재료(24건), 제조공정(7단계) 별 시료의 미생물학적 위해 분석은 3회, 작업장 환경(17구역), 제조시설 및 도구(40건), 작업자 위생 상태(12명)의 위해 분석은 세척·소독 전후 나뉘어 각각 2회 실시하였다. 모든 시료의 채취 및 전처리 과정은 Clean Bench (IPC, Hwaseong, Korea)에서 무균적으로 처리하였으며, 채취한 시료는 25 g씩 취하여 0.1% pepton water (PW, Difco TM, Becton and Dickinson company, Sparks, MD, USA) 225 mL를 가하여 10배 희석한 후 Stomaker (Bag Mixer 40W, Interscience, Saint-Nam-la-Breteche, France)를 이용하여 30초간 균질화 한 후 0.1% PW 9 mL에 균질액 1 mL를 가하여 단계별 희석액을 만들어 최종 시험용액으로 사용하였다. 제조설비 및 도구 세척은 계면활성제 16% 원액을 사용한 후 맑은 물로 헹구어 건조하였고, 손, 제조설비 등의 세척·소독은 바이오 크린콜 원액(ethyl alcohol 75%), 작업장과 발판소독 등은 200 ppm 차아염소산나트륨(sodium hypochlorite)을 조제하여 세척·소독에 사용하였다. 표면 검체 채취는 10 cm×10 cm 면적 범위를 Swab kit (3MTM e. Swab, Zhejiang, China)를 사용하여 swabbing하였다. 본 연구의 제조공정 흐름도는 Fig. 1에 나타내었다.

위생지표균 분석

일반세균수의 측정은 plate count agar (PCA, Difco, Sparks, MD, USA)를 사용하여 35°C에서 48±2시간 배양한 후 생성된 집락수를 계산하여 희석배수를 곱하여 계수하였다. 대장균군수는 데스옥시콜레이트 유당찬천배지(desoxycholate lactose agar)를 사용하여 35°C에서 24시간 배양한 후 형성된 전형적인 암적색 집락을 계수하였다.

병원성 미생물 분석

병원성 미생물의 검사방법은 식품공전¹⁴⁾의 미생물 시험법에 따라 미생물 수준을 측정하였고 균의 확인시험 중 생화학시험은 AIP 20E (bioMerieux Inc., Hazelwood, MO, USA)를 이용하여 확인하였다. *Salmonella* spp.의 측정은 증균 배양액을 0.1 mL를 취하여 10 mL Rappaport-Vassiliadis broth (RV, Difco Becton)배지에 접종하여 42°C에서 24±2시간 배양 후 증균액을 xylose lysine desoxycholate (XLD) agar (Difco Becton)에 접종하여 35°C에서 24시간 배양하여 전형적인 집락은 확인시험을 실시하였다. *Staphylococcus aureus*는 TSB (Difco Becton)배지에서 증균 후 Baird-Parker agar (BPA, Difco Becton)에 접종하여 35-37°C에서 24시간 배양하였다. 배양결과 Baird-Parker agar에서 투명한 띠로 들

공전¹⁹⁾에서 향신료 가공품의 대장균군과 대장균에 대한 기준은 살균제품에 한정되어 있고, 일반세균의 기준은 정하지 않고 있어 시장에서 판매되고 있는 원물형태나 가공된 형태의 향신료에 대한 위해 미생물 관리기준이 필요하다고 사료된다.

제조공정별 미생물학적 위해분석

제조공정과정은 혼합, 충전, 증숙, 냉각, 내포장, 냉장보관 및 출고 단계별로 나누었고, 혼합, 충전공정에서 일반세균은 각각 5.23±0.17, 5.45±0.37 log CFU/g, 대장균군은 3.25±0.23, 3.31±0.24 log CFU/g로 검출되었으나 증숙 공정에서 일반세균 2.80±0.55 log CFU/g, 대장균군은 불검출되어 전 공정과정 오염수준보다 감소하는 경향을 보였

Table 1. Microbial contamination levels of the raw materials of Korean sausage, Sundae (log CFU/g)

Samples	Total aerobic counts	Coliiforms	<i>B. cereus</i>
Starch vermicelli	2.45±0.27 ¹⁾	ND ²⁾	ND
Porcine samll intenstin	4.85±0.33	3.23±0.16	ND
Porcine Fat	3.48±0.51	1.92±0.03	ND
Porcine Blood	6.28±0.48	4.07±0.42	ND
Rice cake	4.01±0.05	ND	ND
Cabbage	5.01±0.37	1.73±0.23	ND
Korean leek	4.92±0.12	1.89±1.64	ND
Carrot	5.53±0.17	1.12±1.19	ND
Onion	3.31±2.88	2.00±2.64	ND
Perilla leaf	4.81±0.53	1.30±0.30	ND
Steamed rice	3.20±0.41	ND	ND
Garlic	4.57±0.73	0.90±0.85	ND
MSG	2.17±0.08	ND	ND
Corn starch	2.31±0.11	ND	ND
Curry	4.52±0.15	ND	ND
Refined white sugar	2.24±0.68	ND	ND
Refined salt	1.51±0.45	ND	ND
Sea salt	1.80±0.18	ND	ND
Peanut powder	2.97±0.11	ND	ND
Chopped frozen ginger	4.93±0.05	0.33±0.58	ND
Ginger powder	2.95±0.70	ND	ND
Onion powder	3.16±0.49	ND	ND
Pepper powder	5.25±0.24	ND	ND
Beef falvor MSG	4.45±0.32	ND	0.43±0.75
PE (inner packing material)	0.33±0.58	ND	ND

¹⁾ Mean values with standard deviation.

²⁾ ND: not detected < 1.0 log CFU/g.

다(Fig. 2). 이러한 증숙공정 전 후의 오염도 분석을 통하여 미생물학적 위해 요소를 제어할 수 있는 효과로 추측할 수 있었다. 그러나 혼합과 충전공정에서는 미국 육군 Natick의 위생가이드라인에서 제시한 기준을 초과하여 검출되었다²⁰⁾. 이는 제조공정 중 작업자의 접촉이 많은 제조 시설, 설비로부터 일반세균이 유입될 교차오염의 가능성을 암시하였다. 한편 증숙 공정 후 일반세균이 감소하였으나 증숙공정의 조건 상 일반세균이 전부 제거되지 않는다는 점에서 증숙실의 제조설비, 작업자, 제조 환경 등의 세척·소독이 미흡하여 교차오염이 발생한 것으로 추측할 수 있다. 냉장보관 공정의 일반세균은 증숙공정 보다 3.24±0.32 log CFU/g로 미생물이 증가하는 경향을 보였다. 이 과정에서도 작업자의 위생이나 작업장의 도구와 설비로 인한 오염가능성을 보여주므로 철저한 세척·소독을 강화할 필요가 있는 것으로 생각된다. Solbeger 등¹⁵⁾은 즉석 섭취 식품의 일반세균 6 log CFU/g 이하, 대장균군 3 log CFU/g 이하 기준치를 제안하였으며, 본 연구의 순대 제조업체에서 생산한 완제품의 일반세균은 3.26±0.11 log CFU/g, 대장균군은 불검출되어 기준치를 만족하였다. Seo²¹⁾의 길거리 순대의 일반세균 5.1-9.9 log CFU/g, 대장균군은 1.0-5.5 log CFU/g로 검출되어 노점상의 미생물학적 안전성 관리에 취약한 것으로 나타났으며 식중독을 유발할 수 있는 대장균군에 대한 위생관리도 중요한 요인으로 인지되어야 할 것이라고 사료된다. 모든 제조공정과정에서는 *Salmonella spp.*를 포함하여 *B. cereus*, *Enterohemorrhagic E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*의 병원성세균은 검출되지 않았다. Adesiyun 등²²⁾의 Black Pudding 오염도 분석 연구에서 노점상에서 판매하는 Black Pudding은 슈퍼마켓 식품보다 *Salmonella spp.*, *S. aureus*, *E. coli*의 오염도가 높다는 결과를 보고한 바 있으며 제조, 가공 후 식품의 보

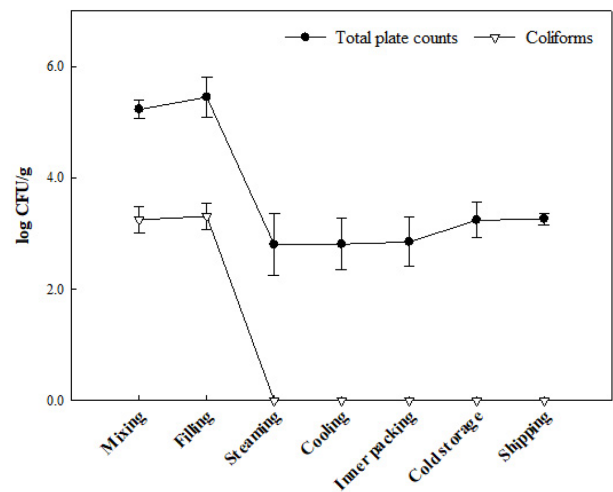


Fig. 2. Changes of total aerobic counts and coliforms in the manufacturing processes of Korean sausage, Sundae.

관과 판매에 대한 엄격한 위생관리 취급의 중요성을 강조하였다.

작업장 환경의 미생물학적 위해분석

식품공전에서는 공중낙하균의 일반세균은 청결구역 30 CFU/plate 이하, 준청결구역 50 CFU/plate 이하, 일반구역 100 CFU/plate 이하, 대장균군은 모든 구역에서 음성으로 기준을 정하고 있다¹⁹⁾. 작업장의 일반세균은 일반구역에서 불검출에서 261.60±268.17 CFU/plate의 오염도 범위로 총진실 110.8±46.25 CFU/plate와 소창세척실 261.60±268.17 CFU/plate은 기준치를 초과하였다(Table 2). 또한 대장균군도 전처리실, 총진실, 소창세척실에서 각각 5.70±6.72, 7.60±15.29, 8.30±10.51 CFU/plate로 기준치를 초과하였다. Kim 등²³⁾의 신선편이 농산물 가공업체의 일반세균은 청결구역에서 불검출에서 5 CFU/plate, 세척실 1-5 CFU/plate로 청결구역은 본 연구결과와 비슷한 양상을 보였으나 일반구역은 상이한 결과로 본 연구의 오염도 수준이 매우 높았다. 이는 원·부재료를 작업하는 공간인 전처리실, 총진실, 세척실 등에서 원료와 접촉한 작업자의 이동이나 원료의 이동 시 교차오염이 발생할 가능성이 있기 때문에 정기적인 세척·소독 및 구역별 분리와 위생적인 관리가 필요한 것으로 보인다. Seo 등²⁴⁾의 연구에서도 제조과정에

서 공기 미생물과 같은 공중낙하균은 원재료 등에 오염되어 최종 제품까지 영향을 끼칠 수 있다고 하였고, 작업자는 가장 중요한 공중부유 미생물의 공급원이 되므로 개인 위생이 양호해야 한다고 보고하였다²⁵⁾. 특히 작업장 환경의 세척·소독 후 일반세균은 총진실과 소창세척실에서 약 98% 미생물 오염도가 급격히 감소하였고, 대장균군은 모든 구역에서 불검출 되었다. 이는 모든 작업장의 세척·소독은 미생물학적 위해요소를 제어할 수 있는 효과로 추정할 수 있었다.

제조시설 및 도구의 미생물학적 위해 분석

Harrigan 등²⁶⁾은 기구설비 및 도구의 미생물 평가기준을 100 cm² 당 일반세균 500 CFU 미만은 만족할 만한 수준, 500-2,500 CFU는 시정을 필요로 하는 수준, 2,500 CFU 이상은 즉각적인 조치를 강구해야 하는 불만족 수준, 대장균군의 만족 수준은 10 CFU 미만으로 평가하였다. 식품과 접촉 가능성이 있는 제조시설 및 도구의 일반세균과 대장균군의 오염도 수준은 각각 불검출에서 3.58±0.24, 불검출에서 2.35±0.29 log CFU/100 cm²로 나타났다. 일반세균은 당면 커터기, 배합기, 충전기, 돈소창 세척대, 칼, 행주에서 3 log CFU/100 cm² 이상 검출되어 비교적 오염도가 높은 것으로 나타났으며, 세척·소독 후 일반세균은 불

Table 2. Contamination levels of total plate counts and coliforms in the manufacturing environment of Korean sausage, Sundae, before and after cleaning and disinfection (CFU/plate·15 min)

Sampling place		Before cleaning disinfection		After cleaning disinfection	
		Total aerobic counts	Coliforms	Total aerobic counts	Coliforms
Clean area	Inner packing room	0.80±1.87 ¹⁾	ND ²⁾	ND	ND
	Sealing room	ND	ND	ND	ND
Semi-clean area	Steaming room	35.1±23.98	ND	0.40±0.70	ND
	Sterilizing room	0.80±1.03	ND	0.10±0.32	ND
General area	Inspection room	0.80±1.48	ND	ND	ND
	Preprocessing room	27.2±31.58	5.70±6.72	0.50±0.71	ND
	Outer packing room	0.80±0.79	ND	0.20±0.42	ND
	Measuring room	2.50±2.84	ND	0.10±0.32	ND
	Filling room	110.8±46.25	7.60±15.29	1.90±2.85	ND
	Vegetable cleaning room	45.45±65.27	ND	2.65±2.00	ND
	Porcine samll intestine washing room	261.6±268.17	8.30±10.51	1.90±1.52	ND
	Starch vermicelli maceration room	11.6±14.37	ND	0.70±0.67	ND
	Storage room	1.40±2.17	ND	1.10±0.32	ND
	Refrigerator	2.63±2.71	ND	ND	ND
Refrigerator for vegetable	2.17±2.32	ND	ND	ND	
Refrigerator for product	0.40±0.84	ND	ND	ND	
Freezer	ND	ND	ND	ND	

¹⁾ Mean values with standard deviation.

²⁾ ND: not detected < 1.0 CFU/plate·15min.

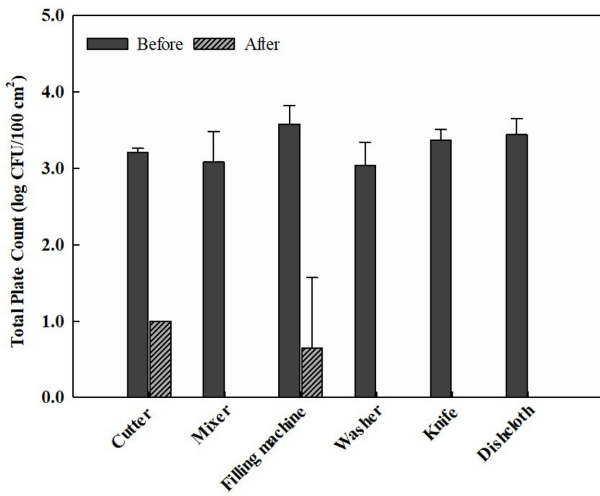


Fig. 3. Microbial contamination variations of total aerobic counts in the equipment and tool of manufacturing Korean sausage, Sundae, before and after cleaning and disinfection.

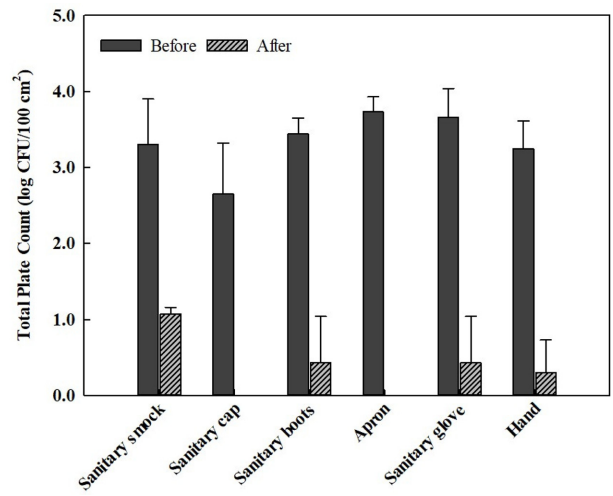


Fig. 4. Microbial contamination variations of total aerobic counts of workers in the washing room of porcine small intestine before and after cleaning and disinfection.

검출에서 1.00 log CFU/100 cm² 범위로 안전한 오염도 수준을 나타냈고 Fig. 3과 같이 81.8-100% 미생물 제거율을 보였다. 대장균군은 배합기, 충전기, 칼, 도마, 행주에서 1 log CFU/100 cm² 이상으로 검출되어 오염도가 높았으나 세척·소독 후 대장균군은 모두 불검출 되어 세척·소독이 살균효과로 대장균군이 급격하게 감소되었음을 볼 수 있었다. 그리고 작업대와 저울의 일반세균의 오염도 수준은 1.48±0.67, 1.45±2.05 log CFU/100 cm²로 Cheon 등²⁷⁾의 당면제조의 작업대와 저울의 3.22 log CFU/100 cm² 이하로 검출된 연구결과 보다는 낮았고, 칼의 일반세균의 오염도는 Lee 등²⁸⁾의 전통한과 제조에 사용된 칼의 3.22 log CFU/100 cm² 수준과 유사한 결과를 보였다. 한편 Kim 등²³⁾의 신선편이 농산물에 사용된 도마, 탈수기, 계량기의 일반세균 3-4 log CFU/100 cm² 수준과 세척 후의 탈수기 표면의 일반세균 4.57±0.92 log CFU/100 cm²의 오염수준 연구결과를 보고하였다. 이는 재료 또는 제품과 직접적인 접촉이 있는 도구를 통해 교차오염의 위험성이 높은 것으로 추정되며, 본 연구에 사용된 도마와 탈수기의 세척·소독 후 오염도가 낮아 적절한 관리가 이루어진 것으로 보인다.

작업자의 미생물학적 위해분석

식품의약품안전처²⁹⁾에서 작업자 위생 검사 기준은 일반세균은 4 log CFU/cm² 이하, 대장균군과 황색포도상구균은 모든 구역에서 음성으로 기준규격을 제시하였다. 제조현장 내 작업자 위생상태의 일반세균은 세척·소독 전 청결구역 2.12±0.34-3.41±0.32 log CFU/cm², 준청결구역 1.63±0.28-3.43±0.21 log CFU/cm², 일반구역 불검출에서 3.73±0.20 log CFU/cm² 수준으로 검출되었으며, 대부분 구역의 위생장화와 돈소창 세척실의 위생장화, 앞치마, 위생복, 손의 오염

도는 높으나 기준치를 초과하지 않았고 Fig. 4와 같이 세척·소독 후 모든 구역에서는 불검출에서 1.96±0.05 log CFU/cm² 범위로 검출되어 위생관리 수준이 양호하였다. 특히 일반구역의 전처리실, 충전실, 채소 및 돈소창 세척실에서 대장균군이 다수 검출되었고 돈소창 세척실의 앞치마, 위생장갑, 위생장화에서 2 log CFU/cm² 이상으로 다른 작업장보다 오염도가 더 두드러지게 나타나 위생 상태가 불량하였다. 계량실, 채소 세척실과 원료창고를 제외한 일반구역 작업자 손에서 대장균군이 검출되었다. 이것은 Lee 등³⁰⁾의 시판 떡류 생산 작업자 손 9.0×10² CFU/cm², 위생장갑 2.5×10² CFU/cm², 앞치마 3.2×10³ CFU/cm² 수준으로 세척·소독 전 돈소창 세척실과 비슷한 결과를 보였고, Jeong 등³¹⁾의 전처리실 작업자의 손에서 일반세균 3.4-4.8 log CFU/hand, 대장균군 1.5-3.2 log CFU/hand 범위로 본 연구의 전처리실과 유사한 것으로 나타났으나, Lee 등²⁸⁾의 한과 제조 작업자 손의 일반세균 4.80×10³-3.78×10⁵ CFU/100 cm², 대장균군 1.35×10²-3.35×10³ CFU/100 cm²로 본 연구 작업자 손보다 비교적 높은 수준으로 검출되어 이는 작업자의 개인위생불량으로 분변으로부터 간접적인 오염이 되었다는 것으로 생각된다. 이로 인한 교차오염 발생 가능성이 우려되며 각 작업장 내에서도 개인위생의 중요성에 대한 인식차이가 있으므로 작업자에 대한 위생 안전교육과 위생관리가 선행되어야 할 것으로 사료된다. 대장균군은 세척·소독 후 불검출로 나타났으며 작업자의 장갑과 손의 *S. aureus* 병원성 세균도 세척·소독 전 후 모두 불검출로 나타났다. Matin 등³²⁾은 최종제품이나 식품에 오염된 작업자의 손에 의해 발생한 병원성 미생물이 교차오염을 일으킬 수 있는 운반체로서의 직접적인 역할을 할 수 있다고 보고하였고, Bae 등³³⁾은 조리용 고무장갑을 착

용 시 손 세척 방법과 동일하게 세척, 소독을 실시하여 작업하여야 한다고 하였다.

Acknowledgement

이 연구는 2021년도 여성과학기술인 R&D 경력복귀 지원사업(과제번호: 202100000003687)연구과제 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

최근 식육부산물 가공식품의 소비량 증가에도 불구하고 식육부산물의 생산, 유통 그리고 소비과정에서 위생안전 문제가 지속적으로 제기되고 있다. 본 연구에서는 순대의 위해요소를 분석, 평가하여 Hazard Analysis Critical Control Point에 근거한 식육부산물 생산업체의 미생물학적 안전성 확보와 소규모 제조업체의 품질관리 기준 설정 및 위생관리체계를 확립하고자 하였다. 이를 위해 순대 생산에 적용되는 원료(24건), 제조공정(7단계), 제조설비 및 도구(40건), 작업장 환경(17구역), 작업자(12명)에 대한 미생물학적 위해요소를 분석하였다. 원·부재료 돈혈의 일반세균과 대장균군 각각 6.28 ± 0.48 , 4.07 ± 0.42 log CFU/g 검출되었고, 돈소창의 대장균군 3.23 ± 0.16 log CFU/g 검출되어 초기단계의 위해요소가 지적되었다. 혼합과 충전공정에서의 일반세균은 각각 5.23 ± 0.17 , 5.45 ± 0.37 log CFU/g, 대장균군은 각각 3.25 ± 0.23 , 3.31 ± 0.24 log CFU/g로 높게 나타나 미국 육군 Natick의 위생가이드라인에서 제시한 기준을 초과하여 검출되었다. 작업장 충전실과 돈소창 세척실의 일반세균과 대장균군은 기준치를 초과하였으나 세척·소독 후 일반세균은 약 98% 미생물 오염도가 급격히 감소하였고, 대장균군은 모든 구역에서 불검출 되었다. 순대 제조공정의 안전성 확보를 위해서는 세척·소독 및 구역별 분리와 작업자의 위생관리가 선행되어야 하며, 제품의 보관 및 유통단계의 철저한 관리가 필요할 것을 제안한다. 향후 식육부산물의 활용한 가공식품의 안전성평가를 위한 추가적인 연구와 한계기준 유효성평가를 위한 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Jin-Sook Cheong <https://orcid.org/0000-0002-0500-9421>
Yun Jeong Kim <https://orcid.org/0000-0002-8594-7724>
Ae-Son Om <https://orcid.org/0000-0002-9452-9647>

References

- Kim, Y.B., Jeon, K.H., Lee, N.H., Lee, H.J., Quality changes during storage of spreadable liver product. *Food Sci. Anim. Resour.*, **28**, 32-38 (2008).
- Hwang, H.S., 1976. Korean Cuisine Encyclopedia. Samjungdang, Korea. pp 337-445.
- Silva, F.A., Amaral, D.S., Guerra, I.C., Dalmas, P.S., Arcanjo, N.M., Bezerra, T.K., Beltrao Filho, E.M., Moreira, R.T., Madruga, M.S., The chemical and sensory qualities of smoked blood sausage made with the edible by-products of goat slaughter. *Meat Sci.*, **94**, 34-38 (2013).
- Diez, A.M., Santos, E.M., Jaime, I., Rovira, J., Application of organic acid salts and high-pressure treatments to improve the preservation of blood sausage. *Food Microbiol.*, **25**, 154-161 (2008).
- Koh, J.B., Moon, Y.H., Kim, J.Y., Moon, Y.D., Studies on the development of blood sausage from by-products—Appreciation of blood sausage qualities from the animal experiments. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **13**, 319-325 (1984).
- Wang, F.S., Lin, C.W., Molecular force involved in heat-induced porcine blood curd. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1085-1088 (1994).
- Korkeala, H., Lindroth, S., Suihko, M., Kuhmonen, A., Penttilä, P.L., Microbiological and sensory quality changes in blood pancakes and cooked ring sausage during storage. *Int. J. Food Microbiol.*, **2**, 279-292 (1985).
- Oh, J.H., Lee, E.J., Kim, K.H., Yook, H.S., Characteristics of Korean Blood Sausages (Soondae) for Globalization. *Food Industry and Nutrition*, **17**, 23-26 (2012).
- Hazarika, M., Biro, G., Effect of incorporation of blood proteins into sausage. *J. Food Sci. Technol.*, **30**, 380-381 (1993)
- Stiebing, A., Blood sausage technology. *Fleischwirtschaft*, **70**, 424-428 (1990).
- Autio, K., Mietsch, F., Heat-induced Gelation of Myofibrillar Proteins and Sausages: Effect of Blood Plasma and Globin. *J. Food Sci.*, **55**, 1494-1496 (1990).
- Choi, J.W., Park, S.Y., Yeon, J.H., Lee, M.J., Chung, D.H., Lee, K.H., Kim, M.G., Lee, D.H., Kim, K.S., Ha, S.D., Microbial contamination levels of fresh vegetables distributed in markets. *J. Food Hyg. Saf.*, **20**, 43-47 (2005).
- Ministry of Food and Drug Safety, (2021, November 3). Measures related to poor hygiene in manufacturing such as Sundae. Retrieved from Ministry of Food and Drug Safety, (2021, November 3). Measures related to poor hygiene in manufacturing Sundae. Retrieved from https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=45886&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=1
- Ministry of Food and Drug Safety, (2014, August 28). Korea Food Code. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263
- Solberg, M., Buckalew, J.J., Chen, C.M., Schaffner, D.W., O'Neill, K., McDowell, J., Post, L., Boderck, M., Microbiological safety assurance system for food service facilities.

- Food Technol.*, **44**, 68-73 (1990).
16. Kim, S.J., Sun, S.H., Kim, G.C., Kim, H.R., Yoon, K.S., Quality changes of fresh-cut leafy and condiment vegetables during refrigerated storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **40**, 1141-1149 (2011).
 17. Kim, M.H., Shin, W.S., Microbiological quality of raw and cooked foods in middle and high school food service establishments. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **37**, 1343-1356 (2008).
 18. Moreira, P.L., Lourencao, T.B., Pinto, J.P., Rall, V.L., Microbiological quality of spices marketed in the city of Botucatu, Sao Paulo, Brazil. *J. Food Prot.*, **72**, 421-424 (2009).
 19. Ministry of Food and Drug Safety, 2018. Easy HACCP management. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea. pp 157.
 20. Lavella, B., Bostic, J.L., 1994. HACCP for food service. recipe Manual & Guide. Lavella Food Specialist. MO, USA, pp. 115-119.
 21. Seo, Y.H., Microbial Quality of Street Foods Sold by Season. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, **24**, 481-487 (2014).
 22. Adesiyun, A.A., Balbirsingh, V., Microbiological analysis of 'Black Pudding', a Trinidadian delicacy and health risk to consumers. *Int. J. Food Microbiol.*, **31**, 283-299 (1996).
 23. Kim, S.J., Sun, S.H., Min, K.J., Yoon, K.S., Microbiological Hazard Analysis and Verification of Critical Control Point (CCP) in a Fresh-Cut Produce Processing Plant - Case Study of a Fresh-Cut Leaf Processing Plant. *J. East Asian Soc. Diet. Life.*, **21**, 392-400 (2011).
 24. Seo, J.E., Lee, J.K., Oh, S.W., Koo, M.S., Kim, Y.H., Kim, Y.J., Change of Microorganisms During Fresh-Cut Cabbage Processing: Focusing on the Change of Air-Borne Microorganisms. *J. Food Hyg. Saf.*, **22**, 288-293 (2007).
 25. Kang, Y.J., Analysis and characteristic of airborne bacteria as food contaminants. *Korean Dairy Technol.*, **8**, 7-14 (1990).
 26. Harrigan, W.F., 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology. 3rd ed. Academic Press., San Diego, CA, USA, pp. 307-309
 27. Cheon, J.Y., Yang, J.H., Kim, M.J., Lee, S.M., Cha, M.H., Park, K.H., Ryu, K., Microbial Hazard Analysis of Manufacturing Processes for Starch Noodle. *J. Food Hyg. Saf.*, **27**, 420-426 (2012).
 28. Lee, J.M., Park, J.Y., Lee, H.R., Lee, M.S., Yoon, S.Y., Chung, D.H., Lee, J.M., Oh, S.S., Microbiological evaluation for HACCP guideline of Korean traditional cookies. *J. Food Hyg. Saf.*, **20**, 36-42 (2005).
 29. Ministry of Food and Drug Safety, 2015. 2015 Easy HACCP management. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea. pp 171.
 30. Lee, U.S., Kwon, S.C., The Application of the HACCP System to Korea Rice-cake. *JKAIS*, **14**, 5792-5799 (2013).
 31. Jeong, S.H., Choi, S.Y., Cho, J.I., Lee, S.H., Hwang, I.G., Na, H.J., Oh, D.H., Bahk, G.J., Ha, S.D., Microbiological Contamination Levels in the Processing of Korea Rice Cakes. *J. Food Hyg. Saf.*, **27**, 161-168 (2012).
 32. Martin, M.C., Fueyo, J.M., Gonzlaez-Hevia, M.A., Mendoza, M.C., Genetic procedures for identification of enterotoxigenic stains of *Staphylococcus aureus* from three food poisoning outbreak. *Int. J. Food Microbiol.*, **94**, 279-286 (2004).
 33. Bae, Y.M., Hong, Y.J., Kang, D.H., Heu, S.G., Lee, S.Y., Microbial and pathogenic contamination of ready-to-eat fresh vegetables in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **43**, 161-168 (2011).