pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 36, No. 6, pp. 493~503 (2021)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2021.36.6.493

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

소규모 한과제조업체의 제조공정에 대한 미생물 오염 조사

김솔아[1] · 이정은[1] · 박현진[1] · 박미선[2] · 최송이[3] · 심원보[4,5,6*]

[1]경상국립대학교 응용생명과학부, [2]경상남도 농업기술원,
[3]국립농업과학원 농산물안전성부 유해생물과, [4]경상국립대학교식품공학과,
[5]경상국립대학교 농업생명과학연구원, [6]경상국립대학교 스마트팜 연구센터

Investigation of microbial contamination on manufacturing processes for small-scale Korean traditional cookies manufacturers

Sol-A Kim[1], Jeong-Eun Lee[1], Hyun-Jin Park[1], Mi-Seon Park[2], Song Yi Choi[3], Won-Bo Shim[4,5,6*]

[1]*Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju, Korea*
[2]*Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Jinju, Korea*
[3]*Microbial Safety Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, Korea*
[4]*Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju, Korea*
[5]*Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Korea*
[6]*Institute of Smart Farm, Gyeongsang National University, Jinju, Korea*

(Received November 15, 2021/Revised December 20, 2021/Accepted December 20, 2021)

ABSTRACT - The study was designed to analyze raw and auxiliary materials of Korean traditional cookies such as Yugwa and Gangjeong, equipment and tools, personal hygiene of workers and microbial contamination of materials by each manufacturing process. In addition, it looked at washing method for reducing microorganisms at the site and reduction effect of microorganisms by frequency in the manufacturing processes of Yugwa. In the process of producing Korean traditional cookies, the level of total aerobic bacteria (TAB) in popped rice was 1.2 Log CFU/g and the level of TAB in finished products increased to 3.7 Log CFU/g. In the process of producing Yugwa, the level of TAB increased to a maximum of 6.5 Log CFU/g in the soaking process but decreased to 1.3 Log CFU/g in the frying process. However, the level of TAB increased again to 1.3 Log CFU/g in finished products that proves its recontamination. It is estimated that he manufacturing process causes cross-contamination that comes from the work tools, equipment or workers. In particular, the spatula, one of the work tools, was found to have 4.4 Log CFU/g of aerobic bacteria and 4.2 Log CFU/g of colon bacillus that show they are highly contaminated. In the soaking process of Yugwa that lasts seven days, the level of TAB was a maximum of 10 Log CFU/g and the level of total colon bacillus was 6.8 Log CFU/g. When compared with washing methods, using hands and tools or running water, it is confirmed that the level of both TAB and total colon bacillus decreased to 5.0 Log CFU/g and 2.8 Log CFU/g respectively when hands were washed with running water 10 times. The above result shows that it's required for workers to wash their hands as well as wash and disinfect work tools and equipment in the process of producing Korean traditional cookies at small-scale companies. In addition, to reduce the level of microbial contamination in finished products, workers are required to apply their reduction method at the site.

Key words: Korean traditional cookies, Small-scale, Monitoring, Microbiological contamination, Food safety

*Correspondence to: Won-Bo Shim, Department of Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
Tel: +82-55-772-1902, Fax: +82-55-772-1909
E-mail: wbshim@gnu.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.

한과는 한국의 전통 과자를 두루 일컫는 말로 조과 또는 과정류라 불리며 양과와 구별하기 위해 붙여진 명칭이다[1]. 제조법에 따라 유밀과류, 유과류, 다식류, 정과류, 숙실과류, 엿강정 등이 있다. 유과류로 분류되는 산자는 멥쌀과 술로 찰떡을 쳐서 빚은 것을 한입 크기로 만들어 여러 날 동안 말린 다음 기름에 튀긴 과자를 말한다. 엿강정은 중탕한 엿물이나 조청, 꿀, 설탕을 끓인 시럽에 견과류를 넣고 굳혀 썰어 말린 것으로 재료에 따라 다양한 이름으로 불린다[2].

2018년 한국농수산식품유통공사의 발표에 따르면 국내 디저트 시장 규모는 2014년 3,000억원 수준에서 1조 5,000억원의 시장을 형성하고 있다[3]. 웰빙을 지향하는 국내 소비자들에게 한과는 식물 잎, 뿌리, 약재, 가루 등 독특한 건강재료를 사용하여 만들기 때문에 건강한 디저트로 인식되어 국내 디저트 시장에서 그 수요가 증가하는 추세이다[4]. 또한 한국 드라마와 영화가 전세계적으로 관심을 받게 되면서 한과를 포함한 한국 음식에 대한 외국의 관심이 높아지고 있다. 다수의 국내 한과 전문제조 전문기업들이 미국과 독일에 수출하는 등 국내외로 그 시장을 확장하는 중이다.

그러나 한과의 소비와 관심이 증가하는 반면에 한과와 관련된 식품위생법 위반 사례가 빈번히 보고되고 있다. 2016년 소규모 한과 생산가공업체에서 유통기한이 117일 지난 한과 11.6 kg과 설 명절용으로 판매 후 남은 약과와 유과 64 kg을 판매목적으로 보관하다 적발되었다. 2019년에는 유통기한이 9개월 지난 물엿으로 한과를 만들어 추석 성수품으로 불법 판매하기도 하였다. 추가로 중국산 원재료를 사용하여 한과를 생산한 후 원산지 표시를 하지 않은 사실도 확인되었다[5]. 또한 Lee 등[6]의 연구에서는 유과와 강정의 제조단계, 작업도구 및 완제품에서 일반세균, 대장균 및 황색포도상구균 등의 미생물 오염을 확인하였고, 한과 제조공정 중 작업자와 작업도구 등에 대한 체계적인 위생관리가 필요하다고 언급한 바 있다.

식품의약품안전처는 소비자들에게 안전한 식품을 공급할 목적으로 식품위생법[7]에 따라 식품안전관리인증기준(hazard analysis and critical control points; HACCP)의 의무 적용을 실시하고 있다. 과자류, 빵류 및 떡류는 2021년 11월 30일까지 의무적으로 HACCP인증을 받아야 영업이 가능하다[8]. 한과의 경우도 과자류에 포함되기 때문에 HACCP인증을 받아야하는 상황이다. 그러나 국내 한과제조업체의 대부분은 가족단위 또는 영세 규모의 업체로 자본 및 기술면에서 HACCP 전면 시행에 대한 적응력이 부족하고 위생관리 기준에 대한 이해부족과 위생관리 미흡으로 HACCP 인증에 어려움이 있다. 2020년 기준으로 5인 이하 소규모 식품가공업체는 22,998 업체로 전체 30,261 식품업체 중 76%로 확인되었다[9]. 2021년 7월 31일 기준으로 전국에 HACCP 인증업체는 8,465개 업소로 그 중 한과 또는 유과로 HACCP인증 받은 업체는 현재까지 54개로 전체의 약 0.6% 수준이다[10]. 따라서 가족단위의 경영체 또는 소규모 한과제조 업체에 적합한 위생관리 시설이나 HACCP 모델의 개발이 필요한 상황이나 현재까지 연구는 미비한 실정이다[11].

이에 본 연구는 한과 생산단계의 미생물학적 위해요소를 파악하기 위해 경남에 위치한 소규모 한과제조업체를 방문하여 제품 원·부재료별과 공정별로 일반세균, 대장균 및 대장균군, 황색포도상구균과 살모넬라에 대한 오염도 조사하였다. 미생물학적 위해요소 및 중요관리점 확인 후 공정단계별 현장에서 적용 가능한 저감화 방안을 모색하여 한과를 생산하는 소규모가공시설의 HACCP 인증에 활용할 수 있는 기초자료를 마련하고자 하였다.

Materials and Method

한과(유과와 강정)의 제조공정

본 연구는 경남에 위치한 소규모 한과 제조업체 2곳(A와 B)의 도움을 받아 수행하였다. 한과업체에서 생산하는 한과의 종류로 A업체는 조청 유과와 땅콩 강정, B업체는 콩유과로 확인되었다. 유과의 제조공정은 Fig. 1에서와 같이 찹쌀을 세척 및 불림 단계(수돗물, 7±1일)를 거쳐 탈수 후 분쇄를 실시하고 분쇄된 가루는 물을 넣어 반죽하고 스팀기에 가열(95±5°C, 4시간)하여 반죽기에 넣고 반죽한 후 성형한다. 그 다음 건조기로 열풍 건조(56~60°C, 48±2시간) 시킨 후 말린 반죽은 제품의 크기에 따라 절단하고 고온의 기름(125±5°C, 180초)에 1차로 튀기고 2차로 고온(180±5°C, 30초)에서 튀긴 후 기름을 제거하면서 식힌다. 튀긴 재료에 조청과 물엿 등을 넣고 튀긴 쌀(튀밥)과 버무린 것을 포장하여 제품으로 판매한다.

강정은 튀긴 쌀에 조청과 물엿을 끓여 양념과 함께 교반기(150±5°C, 20초)로 잘 섞은 다음 성형틀에 넣고 굳힌다. 굳힌 강정은 나무밀대로 압력을 가하여 평평하게 눌러주고 절단기 또는 작두를 이용하여 절단한 것을 모아 건조실(60±5°C, 4시간)에서 건조한 뒤 포장하여 제품으로 판매한다(Fig. 1).

시료수집

소규모 한과제조업체 2곳 모두 HACCP 미인증업소이며, 시료 수집을 위해 3회이상 방문하여 원부재료, 작업기구 및 기기, 그리고 작업자의 개인위생에 대해 시료를 수집하였다. 쌀과 콩, 조청과 물엿 등의 원료 및 부재료는 제품생산에 사용되는 것을 그대로 멸균백에 300 g씩 담았고, 용수는 멸균 채수병을 이용하여 각 업체에서 사용되는 수돗물을 1 L 수집하였다. 작업장 내 사용되는 작업 도구(작업대, 성형틀), 작업자 장갑, 조리도구(칼, 주걱, 국자 등), 작업장 내 기기(절단기, 분쇄기 등)는 10×10 cm^2 면적대와 swab kit (3M swab, 3M China Ltd. Shanghai, China)를 사용하여 각각의 기기와 도구 표면을 문질러 채취하였다. 시

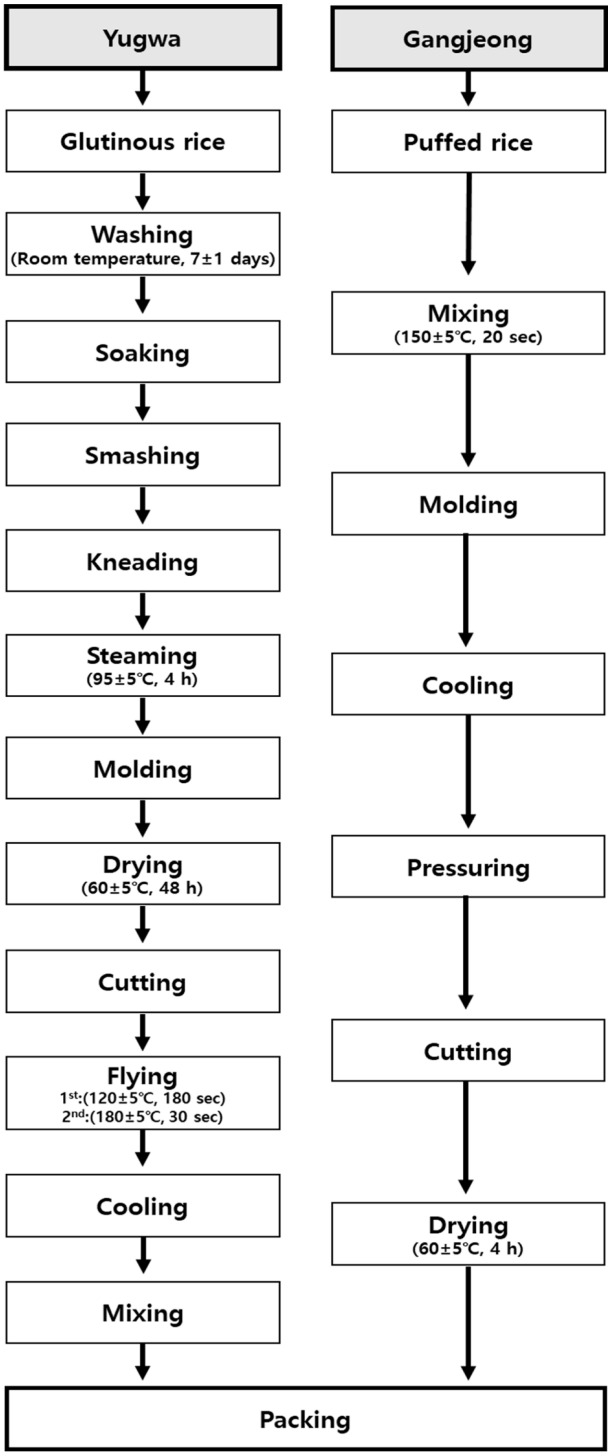

Fig. 1. Diagram of manufacturing processes for Yugwa and Gangjeong

료는 총 129 종류로 5회 반복하여 645점의 시료를 수집하였으며, 냉장(4°C 이하) 상태로 24시간 내에 시료를 분석하였다(Table 1). 수집된 시료에 대해 위생지표세균(일반세균, 대장균군, 대장균), 식중독세균(살모넬라, 황색포도상구균)을 분석하였다[12].

Table 1. Samples tested in this study (n = 5)

Type of sample		Number of sample	Total
Raw material	Glutinous rice	4	30
	Puffed rice	4	
	Fried rice flour	4	
	Water	4	
	Roasted Peanut	2	
	Soaked beans	2	
	Soybean flour	2	
	Grain syrup	2	
	Corn syrup	6	
Machine	Washing machine	2	32
	Kneading machine	4	
	Grinder	6	
	Steam machine	4	
	Mixing machine	2	
	Drying machine	4	
	Cutting machine	8	
	Cauldron	2	
Worker tools	Worktable	7	51
	Spatula	8	
	Ladle	2	
	Mold frame	4	
	Roller	6	
	Tray	6	
	Measuring spoon	2	
	Scale	6	
	Knife	6	
	Brush	2	
	Cart	2	
Work's glove		14	16
Hands		2	
Total		129	

위생지표세균 분석

일반세균, 대장균 및 대장균군 측정용 시료는 원·부재료와 용수의 경우 검체 25 g(or mL)에 0.85% 멸균생리식염수 225 mL를 넣고 균질화 시킨 후 사용하였다. Swab kit로 표면 (10 cm×10 cm) 검체를 수집한 시료는 시료 1 mL에 9 mL의 0.85% 멸균생리식염수를 가한 후 단계희석하여 사용하였다. 일반세균은 Petri film-AC (3M, St Paul, MN, USA)에 전처리 한 시료를 1 mL 분주하고 35°C±1에서 48시간 배양하여 집락수를 계측하였다. 대장균 및 대장균군은 Petri film-EC (3M)을 이용하여 일반세균과 동일

한 방법으로 1 mL 분주하고 35°C±1에서 24시간 배양하여 집락수를 계측하였다.

식중독세균 분석

식중독세균은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 살모넬라(*Salmonella spp.*)을 대상으로 식품공전방법에 따라 분석하였다. 한과는 과자류에 해당하기 때문에 황색포도상구균과 살모넬라균은 모두 불검출되어야 하므로 본 연구에서는 정성분석을 실시하였다. 황색포도상구균 분석은 시료(25 g)를 취하여 10% NaCl이 첨가된 tryptic soy broth (TSB, Difco, Detroit, MI, USA) 225 mL에 혼합하여 균질화하고 증균 배양(35°C±1, 24시간) 한 후 Baird-Parker agar(BPA, Difco)에 획선도말하여 분리 배양(35°C±1, 24시간) 후 의심 집락을 API kit로 확인하였다. 살모넬라는 25 g에 buffered peptone water (BPW, Difco) 225 mL를 가하여 1차 증균 배양(35°C±1, 24시간)을 실시하고, Rappaport-Vassiliadis (RV, Difco) 10 mL에 0.1 mL배양액을 분주하여 2차 증균 배양(41.5±1°C, 24시간)하였다. 그 후 증균배양액을 Xylose lysine deoxycholate agar (XLD, Difco) 배지에 도말한 후 분리 배양(35°C±1, 24시간)했다. 의심 집락은 triple sugar iron agar (TSI, Difco)에 배양(35°C±1, 24시간)한 후 API kit를 이용하여 생화학적 검사를 실시하였다.

찹쌀 불림과정의 미생물 생장과 저감화

유과의 제조공정 중 원료 찹쌀의 불림 단계에서 위생지표세균의 오염 변화를 다음과 같이 확인하였다. 먼저 한과제조업체에서 실시하고 있는 방법과 동일하게 찹쌀 1 kg을 스테인리스 통에 넣고 수돗물 2 L를 첨가한 후 알루미늄 호일로 덮어 상온(23±2°C)에서 보관하면서 7일간 불렸다. 불림기간동안 시작일을 0일차로 하여 불림 1, 3, 5, 7, 8일차에 찹쌀과 불림 용액을 회수하여 위생지표세균과 식중독세균(황색포도상구균과 살모넬라)에 대하여 정성평가를 실시하였다. 대조군으로는 물에 씻기 전의 찹쌀(원료)과 수돗물을 사용하였다.

유과의 제조단계에서 찹쌀 불림 시간의 경과에 따라 위생지표세균의 오염도가 증가하는 것으로 확인되었고 증가된 미생물에 의해 이후의 공정에 사용되는 기기 및 도구를 교차오염시키는 것으로 확인되었다. 이에 불림단계에서 증가된 미생물의 오염을 저감하기 위한 세척방법을 모색하였다. 불림단계 후 세척단계에서 소규모 한과제조업체에서 수행 가능한 미생물학적 저감화 방안으로 찹쌀(원료)에 대하여 불림 과정을 거친 후 8일 차에 손으로 헹구어 씻는 방법과 물로만 헹구어 씻는 방법 2가지로 나누어 세척 횟수 별 미생물 오염 수준과 세척 효과를 확인하고자 하였다. 불림단계 8일차에 불림에 사용된 물을 제거하고 불린 찹쌀에 수돗물을 2 L씩 넣고 세척을 실시하였다. 세척방법은 수돗물을 넣고 손으로 헹구어 씻는 것과 물만 부어 헹궈내는 방법 2가지로 나누어 총 10회까지 세척을 실시하였고 매 세척 후 찹쌀에 대한 위생지표세균을 측정하였다.

Results and Discussion

유과와 강정 원료에 대한 미생물학적 오염도

유과와 강정 제조에 이용되는 원·부재료에 대하여 A 업체와 B 업체로 구분하여 미생물학적 오염도를 평가하였다(Table 2). 유과 제조에 사용되는 원부재료의 미생물학적 오염도는 다음과 같이 확인되었다. 찹쌀의 경우 일반세균수가 A 업체에서 5.3 Log CFU/g, B 업체에서 3.5 Log CFU/g, 대장균군은 B 업체에서만 2.0 Log CFU/g 수준으로 나타났다. 튀긴 쌀가루의 경우 일반세균수는 A 업체에서 2.6 Log CFU/g, B 업체에서 4.4 Log CFU/g 수준으로 나타나 대체로 원료의 오염 수준이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Park[13] 등이 보고한 일반 쌀의 미생물오염도 결과인 일반세균 3.0 Log CFU/g(최대 5.0 Log CFU/g), 대장균군 0.1 Log CFU/g(최대 0.6 Log CFU/g)보다 일반세균과 대장균군의 오염이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

수집된 용수에 대해 A 업체는 모든 균이 불검출, B 업체에서만 일반세균 1.9 Log CFU/g으로 확인되었다. 두 업체 모두 수돗물을 사용하고 있고, Kwon 등[14] 결과에서와 같이 수돗물은 일반적으로 일반세균, 대장균 및 대장균군 불검출되는 결과와 비교하였을 때 B 업체의 용수에서 오염 수준이 높았다. 현장조사 결과 B 업체는 고인물에 호스 입구가 닿아있었고, 주변의 위생관리가 미흡하여 이에 대한 개선이 필요한 것으로 판단되었다.

유과의 반죽단계에서 첨가하는 콩 또는 콩분말에 대해 A 업체에서 사용하고 콩분말의 미생물 오염 수준은 일반세균 4.6 Log CFU/g, 대장균 및 대장균군 불검출로 확인되었다. B 업체의 불린 콩에서는 일반세균 7.3 Log CFU/g, 대장균 불검출, 대장균군 3.9 Log CFU/g으로 확인되었다. Wang[15] 등이 포장두부 가공공정별 일반세균과 대장균군 변화를 연구한 결과 콩을 불린 후 일반세균이 7.0 Log CUF/g 수준으로 나타났고 이러한 결과는 B 업체의 불린 콩 결과와 유사하였다. B업체에서 사용하는 불린 콩의 경우도 불림단계에서 일반세균과 대장균군이 증식하여 A 업체의 콩분말에 비해 다소 높은 미생물 오염이 발생한 것으로 판단되었다.

A 업체 강정 제조에 사용되는 튀긴 쌀, 볶은 땅콩, 물엿 3종을 분석한 결과 일반세균은 튀긴 쌀 1.2 Log CFU/g, 볶은 땅콩 1.4 Log CFU/g, 물엿 1.2 Log CFU/g으로 확인되었다. 유과와 강정의 원료의 오염도를 비교하였을 때 가공되지 않은 원재료를 사용하는 유과에 비해 가공된 시료를 사용하는 강정제조에서 오염 수준이 낮게 나타났다.

식중독세균의 경우 모든 재료에서 살모넬라는 음성으로

Table. 2. Analysis of microbial levels for raw materials used in the manufacturing processes of Yugwa and Gangjeong (Log CFU/g)

Samples			Facility A					Facility B				
			TAB	*E.coli*	*Coliforms*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.	TAB	*E.coli*	*Coliforms*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.
Raw material	Yugwa	Glutinous rice	5.3±0.7	ND	ND	-	-	3.5±0.1	ND	2.0±0.2	-	-
		Fried rice flour	2.6±0.5	ND	ND	-	-	4.4±0.23	ND	ND	+	-
		Water	ND	ND	ND	-	-	1.9±0.5	ND	ND	-	-
		Soaked beans			NS			7.3±0.11	ND	3.9±0.3	-	-
		Soybean flour	4.6±0.6	ND	ND	+	-			NS		
		Grain syrup			NS			1.9±0.14	ND	ND	+	-
		Corn syrup	ND	ND	ND	-	-			NS		
	Gangjeong	Fried rice	1.2±0.34	ND	ND	+	-					
		Roasted peanut	1.4±0.12	ND	ND	+	-			NS		
		Corn syrup	1.2±0.21	ND	ND	-	-					

* Mean±SD, ND: Not detected < 0.7 Log CFU/g, NS: Not sampled, +: Positive, -: Negative, TAB: Total aerobic bacteria.

Table. 3. Analysis of microbial levels for Machines used in the manufacturing processes of Yugwa and Gangjeong (Log CFU/cm ^{2})

Samples			Facility A					Facility B				
			TAB	*E.coli*	*Coliforms*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.	TAB	*E.coli*	*Coliforms*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.
Machine	Yugwa	Washing machine	7.0±0.3	ND	3.3±0.5	-	-	5.5±0.2	ND	2.7±0.1	+	-
		Grinder	3.4±0.12	ND	ND	-	-	4.9±0.16	ND	2.2±0.1	-	-
		Kneading machine	4.2±0.3	ND	ND	-	-	4.6±0.2	ND	ND	-	-
		Steam machine	1.5±0.1	ND	ND	-	-	1.2±0.34	ND	ND	-	-
		Mixing machine	4.6±0.23	ND	2.0±0.1	+	-	4.0±0.3	ND	3.9±0.2	-	-
		Drying machine	3.1±0.08	ND	ND	-	-	3.1±0.3	ND	ND	-	-
		Cutting machine	3.2±0.1	ND	ND	-	-	3.8±0.5	ND	ND	-	-
	Gangjeong	Mixing machine	1.2±0.21	ND	ND	+	-			NS		
		Cutting machine	2.3±0.05	ND	ND	-	-					

* Mean±SD, ND: Not detected < 0.7 Log CFU/ cm ^{2}, NS: Not sampled, +: Positive, -: Negative, TAB: Total aerobic bacteria.

확인되었고 유과의 경우 A 업체의 콩가루, B 업체의 튀긴 쌀가루와 조청, 강정의 경우 A 업체의 튀밥과 볶은 땅콩에서 황색포도상구균이 확인되어 보다 위생적인 제품을 생산하기위해 원재료 관리가 필요한 것으로 판단되었다.

한과 제조 기기와 작업 도구에 대한 미생물학적 오염도

제조 기기에 대한 미생물학적 오염도

유과의 제조에 사용되는 세척기, 분쇄기, 반죽기, 스팀기, 혼합기, 절단기 등에 대하여 미생물 오염도를 확인하였고 그 결과는 Table 3에서 나타내었다. 쌀세척기의 경우 일반세균수는 A 업체 7.0 Log CFU/100 cm^2, B 업체 5.5 Log CFU/100 cm^2, 대장균군은 A와 B 업체 각각 3.3 Log CFU/100 cm^2와 2.7 Log CFU/100 cm^2으로 조사되었고, 대장균은 불검출되었다. 분쇄기의 경우 일반세균수는 A 업체 3.4 Log CFU/100 cm^2, B 업체의 경우 4.9 Log CFU/100 cm^2, 대장균은 모두 불검출되었다. 대장균군의 경우 B 업체의 분쇄기에서만 2.2 Log CFU/100 cm^2 수준으로 나타났다. 반죽기에 대한 일반세균수는 A와 B 업체 각각 4.2 Log CFU/100 cm^2와 4.6 Log CFU/100 cm^2로 확인되었고, 대장균과 대장균군은 불검출되었다. 혼합기의 일반세균수는 A와 B 업체에서 4.6 Log CFU/100 cm^2과 4.0 Log CFU/100 cm^2으로 확인되었고, 대장균군은 A 업체 2.0 Log CFU/100 cm^2, B 업체 3.9 Log CFU/100 cm^2, 대장균은 불검출되었다. 절단기의 일반세균수는 A 업체 3.2 Log CFU/100 cm^2, B 업체 3.8 Log CFU/100 cm^2, 대장균과 대장균군은 모두 불검출되었다. 이상의 결과로 볼 때 유과 제조에 사용되는 기기의 경우 두 업체 모두 일반세균수는 4.0 Log CFU/100 cm^2 이상, 대장균군의 경우 2.0 Log CFU/100 cm^2 이상으로 확인되어 세척 및 소독관리 등이 미흡한 것으로 확인되었다. A업체 강정제조에 사용되는 혼합기와 절단기기기의 미생물 오염도 분석 결과 혼합기와 절단기에서 일반세균수가 각각 1.2 Log CFU/100 cm^2 과 2.3 Log CFU/100 cm^2 수준으로 나타났으며 대장균과 대장균군은 모두 불검출되었다. 식중독세균의 경우 살모넬라는 모든 기기에서 음성으로 나타났고, 유과 제조공정에 사용된 A 업체의 혼합기, B 업체의 세척기, 강정의 제조공정에서 사용된 A 업체 혼합기에서 황색포도상구균 양성으로 확인되었다.

이상의 결과로 볼 때 비교적 공정이 복잡하고 불림과정이 있는 유과 제조에 사용되는 기기의 미생물 오염이 강정 제조에 사용되는 기기에 비해 상대적으로 높은 것으로 확인되었다. 실제 유과의 제조공정 중 찹쌀과 콩의 불림단계에서 미생물 오염이 증가하는 것이 확인되었고 오염된 재료를 이용하여 이후의 공정을 수행함으로써 교차오염이 발생한 것으로 판단되었다. 따라서 다른 기기의 교차오염을 방지하기 위해서 불림단계 후에 미생물을 오염을 저감할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

작업 도구에 대한 미생물학적 오염도

유과제조에 사용되는 작업대, 주걱, 국자, 트레이, 계량스푼, 저울, 칼, 붓, 카트에 대하여 미생물 분석을 실시한 결과는 Table 4에 나타내었다. A와 B 업체의 건조용 트레이에서 일반세균이 각각 4.6 Log CFU/100 cm^2와 3.2 Log CFU/100 cm^2로 평균 3.9 Log CFU/100 cm^2 수준으로 높게 나타났고 대장균과 대장균군은 불검출되었다. 주걱의 일반세균수는 A와 B 업체에서 각각 3.1 Log CFU/100 cm^2, 4.4 Log CFU/100 cm^2, 대장균군은 B 업체 주걱에서만 4.2 Log CFU/100 cm^2 수준으로 확인되었다. 작업대는 A와 B 업체 평균 3.2 Log CFU/ 100 cm^2, 저울은 평균 3.4 Log CFU/100 cm^2 수준으로 확인되었다. 붓의 경우는 B 업체에서만 사용하였고, 일반세균이 4.5 Log CFU/ 100 cm^2로 오염수준이 높은 것으로 평가되었다. 대체로 작업용 작업대와 주걱 그리고 붓, 트레이 등에서 높은 미생물 오염도가 확인되어 유과제품으로 교차오염의 가능성을 확인할 수 있었다.

강정 제조에 사용된 작업 도구 분석결과, 작업대의 오염도가 일반세균 3.1 Log CFU/100 cm^2, 대장균군 3.0 Log CFU/100 cm^2 수준으로 가장 높게 나타났다. 그 외 작업도구의 일반세균수는 주걱(2.3 Log CFU/100 cm^2), 롤러(1.8 Log CFU/100 cm^2) 순서로 높게 확인되었다. 식중독세균의 경우 B 업체 유과제조에 사용된 작업대와 국자, 칼, A 업체의 강정 제조에 사용된 주걱과 성형틀에서 황색포도상구균 양성으로 확인되었고 살모넬라는 모두 음성으로 나타났다.

Harrigan[16]의 연구에서 제시한 조리기구 및 용기에 대한 기준으로 일반세균 500 CFU/100 cm^2 미만은 만족, 500-2500 CFU/100 cm^2 시정조치, 2500 CFU/100 cm^2는 불만족 수준으로 즉각적인 조치를 실시해야 하며, 대장균군은 10 CFU/100 cm^2 미만으로 검출 되어야한다. 따라서 본 실험의 결과와 비교하였을 때 유과 제조 시 사용하는 A와 B 업체의 국자와 계량 스푼, 강정 제조 시 사용하는 저울, 주걱, 성형틀, 트레이, 롤러를 제외하고 만족 기준치(약 2.7 Log CFU/ 100 cm^2)를 초과한 수준으로 나타나 시정조치 또는 불만족으로 확인되었다. 제품의 표면과 닿는 제조 기기와 작업 도구 모두 사용 후 세척과 소독을 실시하고 작업 도구의 경우 사용 전까지 소독기나 살균기 외부에 노출되지 않은 상태로 보관하는 등의 교차 오염을 방지하기 위한 노력이 필요하다고 판단된다.

한과 제조업체 종사자의 개인위생 평가

시료 수집과정에서 작업자들의 작업장갑 착용여부를 확인한 결과 A 업체에서는 작업자가 일회용 장갑을 사용하고, B 업체의 작업자는 면장갑을 사용하였으나 유과의 성형 및 반죽단계에서 맨손 작업하는 경우도 확인하였다. 대부분 공정 단계 구분없이 장갑을 지속적으로 사용하고 있

Table. 4. Analysis of microbial levels for worker tools used in the manufacturing processes of Yugwa and Gangjeong (Log CFU/cm ^{2})

Samples			Facility A					Facility B				
			TAB*	*E.coli*	*Coliforms*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.	TAB	*E.coli*	*Coliforms*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.
Worker tool	Yugwa	Worktable	3.2±0.11	ND	ND	-	-	3.1±0.23	ND	2.0±0.3	+	-
		Spatula	3.1±0.23	ND	ND	-	-	4.4±0.17	ND	4.2±0.1	+	-
		Ladle	1.5±0.2	ND	ND	-	-	1.6±0.06	ND	ND	-	-
		Tray (use dry)	4.6±0.1	ND	ND	-	-	3.2±0.14	ND	ND	-	-
		Measuring spoon	1.2±0.18	ND	ND	-	-	1.4±0.13	ND	ND	-	-
		Scale	3.3±0.08	ND	ND	-	-	3.5±0.2	ND	ND	-	-
		Knife	ND	ND	ND	-	-	2.6±0.1	ND	2.0±0.5	+	-
		Brush			NS			4.5±0.05	ND	1.3±0.21	-	-
		Cart			NS			3.1±0.08	ND	ND	-	-
	Gangjeong	Scale	1.2±0.34	ND	ND	-	-					
		Spatula	2.3±0.43	ND	ND	+	-					
		Mold frame	1.4±0.12	ND	ND	+	-					
		Tray (use dry)	1.2±0.34	ND	ND	-	-			NS		
		Roller	1.8±0.1	ND	ND	-	-					
		Worktable	3.1±0.05	ND	3.0±0.12	-	-					

* Mean±SD, ND: Not detected < 0.7 Log CFU/cm ^{2}, NS: Not sampled, +: Positive, -: Negative, TAB: Total aerobic bacteria.

Table. 5. Analysis of microbial levels for worker's gloves used in the manufacturing processes of Yugwa and Gangjeong (Log CFU/g love or hand)

Samples		Facility A						Facility B					
		Process	TAB*	*E.coli*	*Coliforms*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.	Process	TAB	*E.coli*	*Coliforms*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.
Worker's glove (hand)	Yugwa	Molding	1.8±0.08	ND	ND	+	-	Molding(hand)	2.2±0.1	ND	ND	+	-
		Drying	1.9±0.09	ND	ND	+	-	Drying	2.1±0.07	ND	ND	+	-
		Cutting	2.4±0.05	ND	ND	+	-	Cutting	2.9±0.1	ND	ND	+	-
		Flying	1.6±0.2	ND	ND	+	-	Flying	2.0±0.05	ND	ND	+	-
		Packing	1.1±0.15	ND	ND	+	-	Packing	1.6±0.2	ND	ND	+	-
	Gangjeong	Mixing	1.3±0.08	ND	ND	+	-						
		Cutting	1.5±0.06	ND	ND	+	-				NS		
		Packing	1.2±0.21	ND	ND	+	-						

* Mean±SD, ND: Not detected < 0.7 Log CFU/glove or hand, NS: Not sampled, +: Positive, -: Negative, TAB: Total aerobic bacteria.

었고, 특히 B 업체에서 성형단계에서 맨손으로 작업하는 것이 확인되어 A와 B업체의 작업자가 사용하고 있는 장갑과 작업자의 손에 대하여 미생물학적 위해평가를 실시하였다. 그 결과 Table 5에서 보는 바와 같이 유과제조 작업 중인 작업자의 장갑과 손에서는 모두 대장균군과 대장균은 검출되지 않았고, 일반세균만 검출되었다. A 업체의 성형, 건조, 절단, 튀김, 포장단계에 사용하고 있는 장갑에서 각각 1.8, 1.9, 2.4, 1.6, 1.1 Log CFU/ glove 수준의 일반세균이 검출되었다. B 업체 성형단계의 손, 건조, 절단, 튀김, 포장단계에 사용하고 있는 장갑에서 각각 2.2 Log CFU/hand과 2.1, 2.9, 2.0, 1.6 Log CFU/ glove 수준의 일반세균이 검출되었다. 식중독세균의 경우 두 업체에서 사용하는 장갑에서 모두 황색포도상구균이 검출되었으나 살모넬라는 불검출되었다. 다회용 장갑을 사용하는 B 업체 작업자의 장갑에서 일반세균수가 높게 나타났다.

Jeong[17]등의 연구에 따르면 식품제조업체의 작업자들의 위생 의식 결여와 부적절한 손 씻기에 의해 작업자의 손과 작업장갑의 오염도가 증가할 수 있으므로 작업자 스스로 개인 위생의 인식의 전환이 필요하다고 보고하였다[18,19]. 따라서 작업자 손의 주기적인 세척 및 소독 또는 위생장갑을 일정간격으로 교체하는 등의 인식 개선을 위한 위생관리교육 프로그램이 필요할 것으로 판단된다.

유과와 강정의 공정단계별 원료 미생물 오염 변화

한과의 원부재료와 기기 및 도구에 대한 미생물학적 모니터링 결과를 토대로 유과와 강정의 제조 공정단계별 미생물 오염 변화를 그래프로 나타내었다. Fig. 2의 결과를 보면 A 업체(Fig. 2-A)와 B 업체(Fig. 2-B)의 제조공정단계별로 유사하게 원료에 비해 불림(P2)단계에서 일반세균수가 5.6-6.5 Log CFU/g 수준까지 증가하였으며, 불림 후에 쌀 세척과 반죽 후 스팀(P4)와 건조(P6)단계을 통해 일부 감소하는 경향을 나타냈으나 반죽의 절단(P7)에서 재오염되는 현상이 나타났다. 이후 고온의 튀김(P8)단계에서 오염이 감소되었으나 이후 혼합과 포장 단계에서 3.0-4.4 Log CFU/g으로 다시 증가하는 것으로 확인되었다. 대장균과 대장균군의 경우 스팀단계(P4) 이후 모두 불검출되었다. 이상의 결과로 볼 때 일반적으로 스팀 또는 튀김 단계에서 미생물을 제어할 수 있기 때문에 이 단계에 대한 관리를 중요하게 생각하고 있으나 이후의 공정에서 재오염되는 것이 확인되어 이후의 공정에 대한 위생관리의 중요성을 확인할 수 있었다.

강정의 제조공정단계별 미생물 오염 변화를 확인한 결과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 일반세균수가 원재료 튀긴 쌀 1.2 Log CFU/g에서 혼합, 성형, 냉각, 절단, 건조 과정을 거치면서 건조 2.6 Log CFU/g로 증가한 후 포장단계에서 3.7 Log CUF/g 수준까지 큰 폭으로 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구를 위해 방문한 소규모 한과업체에서는 건조단계(P6)의 미생물 제어를 위한 단계로 선택을 하였으나 현장에서 사용하고 있는 건조 조건(60±5°C, 4시간)으로는 미생물의 제어효과가 없는 것으로 확인되어 보다 효과적인 관리법이 필요로 하였다. 완제품에 대한 미생물 평가결과 A 업체의 유과와 강정의 완제품에서는 각각 3.0 Log CFU/g과 3.7 Log CFU/g으로 모든 시료가 식품공전 기준치(4.7 Log CFU/g) 이하로 나타났으며, B 업체의 경우 모든 시료가 기준치와 유사한 것으로 확인되었다. 이상의 결과로 볼 때 소규모 한과제조업체 현장에 적용이 용이하고 실제 미생물의 제어효과가 있는 저감화 방법과 저감화 이후의 위생관리방법 등의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

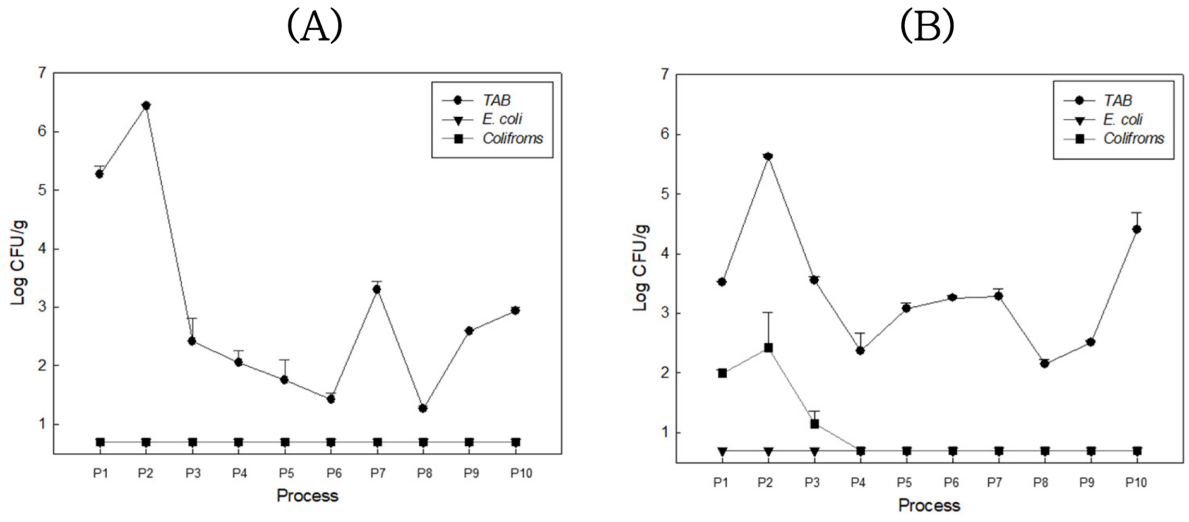

Fig. 2. Analysis of microbial levels during the manufacturing processes of Yugwa (A: facility A, B: facility B). (Not detected < 0.7 Log CFU/g, P1: Raw rice, P2: Soaking, P3: Kneading, P4: Steaming, P5: Molding, P6: Drying, P7: Cutting, P8: Flying, P9: Mixing, P10: Packing)

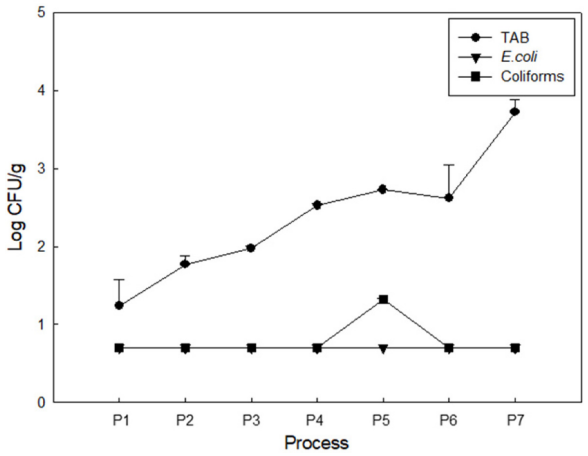

Fig. 3. Analysis of microbial levels during the manufacturing processes of Gangjeong (facility A). (Not detected < 0.7 Log CFU/g, P1: Puffed rice, P2: Mixing, P3: Molding, P4: Cooling, P5: Cutting, P6: Drying, P7: Packing)

침지한 찹쌀의 미생물 오염도 변화와 세척 방법에 따른 미생물 오염도 감소 효과 확인

유과의 제조과정에서 덮개없이 상온에서 불림을 진행하여 미생물 증식 가능성이 확인되었다. 실제 공정단계별, 원부재료별, 기기 및 도구에 대한 미생물 오염 조사에서 유과 제조 시 찹쌀의 불림 과정에서 일반세균과 대장균군의 증가가 확인되었고, 이후의 공정에 사용되는 분쇄기와 반죽기 등의 기기 및 도구에 교차오염 가능성을 확인할 수 있었다. 따라서 찹쌀의 불림과정에서 증가된 미생물 오염도를 낮추고 이후 공정에서 교차오염을 예방할 목적으로 세척을 통한 저감화 효과를 확인하였다. 현장방문 결과, A와 B업체 모두 전통방법으로 제조하였으며 상황에 따라 유동적으로 불림 기간을 설정하였다. 불린 쌀은 덮개나 뚜껑없이 상온에 보관되었고, 발효취 등의 특유의 냄새를 확인할 수 있었다. 유과의 불림 단계는 전통적인 유과 생산 시 필수적인 단계로 업체마다 3-4일 또는 2-20일 이상으로 각각 다른 방법으로 제조된다고 보고된 바 있다[20]. 또한 공정단계별 원료의 미생물 모니터링 결과 불린 쌀에서 A 업체 6.5 Log CFU/g, B 업체 5.6 Log CFU/g 수준으로 원료의 오염 수준(A 업체 찹쌀: 5.5 Log CFU/g, B 업체 찹쌀: 3.5 Log CFU/g) 보다 증가하였다. 불림 단계를 거친 후 A와 B 업체 모두 단순히 물을 교체하는 방법으로 세척하였다. 따라서 유과 제조공정 중 원료인 찹쌀을 7일간 불림 과정을 통해 미생물의 증식 여부를 확인하고 세척 횟수와 방법을 따른 미생물 저감화 효과를 확인하였다(Fig. 4).

실험실에 A와 B 업체와 동일하게 찹쌀을 불리는 공정을 실시하여 불린 찹쌀의 미생물 오염도를 분석 결과, 일반세균은 0일차에 1.8 Log CFU/g, 7일차에10.0 Log CFU/

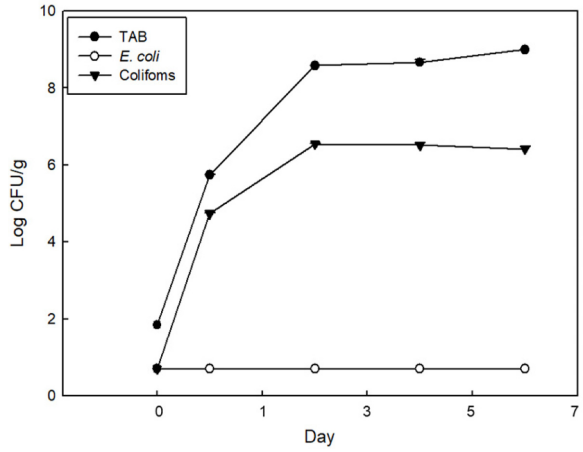

Fig. 4. Changes in microbial contamination during the soaking stage of glutinous rice

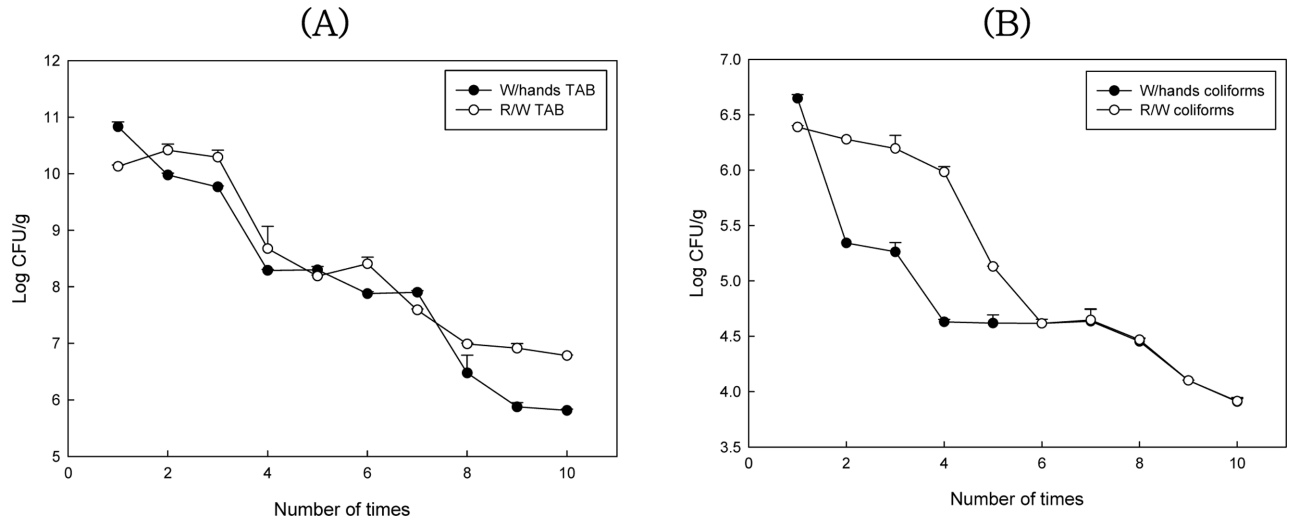

Fig. 5. Determination of the microbial reduction effect through washing methods (A: total aerobic bacteria (TAB), B: Coliforms)

g 이상으로 증가하여 집락이 셀 수 없이 많은 상태(Too Numerous To Count; TNTC)로 확인되었다. 대장균군의 경우 0일차에는 불검출로 확인되었으나 3일차까지 6.5 Log CFU/g 수준으로 증가하였고, 3-7일차까지 동일한 수준으로 유지되었다. 대장균과 황색포도상구균, 살모넬라는 불림단계에서 검출되지 않는 것으로 확인했다. 불림 단계를 거친 쌀을 손 또는 도구로 교반 세척하는 방법과 단순히 물을 교체하는 방법으로 1-10회 세척한 후 미생물의 감소 효과를 확인한 결과, 손 또는 도구로 교반하면서 찹쌀을 10회 세척했을 때 일반세균이 10.8 Log CFU/g에서 5.8 Log CFU/g으로 약 5.0 Log CFU/g 수준 감소하였다. 대장균군은 6.7 Log CFU/g에서 3.9 Log CFU/g으로 약 2.8 Log CFU/g 감소하였다(Fig. 5). 흐르는 물에 씻은 쌀의 경우 일반세균 10.1 Log CFU/g에서 6.8 Log CFU/g으로 약 3.3 Log CFU/g 수준 감소하였으며, 대장균군은 6.4 Log CFU/g에서 3.9 Log CFU/g으로 약 2.5 Log CFU/g 수준 감소하였다. 세척방법에 따른 효과를 확인한 결과 손이나 도구로 교반하면서 세척하는 것이 단순히 물을 교체하는 방법보다는 미생물의 저감화 효과가 큰 것으로 확인되었다.

Han[21] 등의 연구에 따르면 찹쌀을 침지 후 세척하지 않은 것보다 세척한 것이 효과적이었으며, 침지 후 5회 세척한 검체의 일반세균수가 1.7 Log CFU/g 감소하였다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서도 손이나 도구로 교반하면서 5회 세척 후에 일반세균수가 2.5 Log CFU/g, 대장균군은 2.0 Log CFU/g 수준으로 감소하여 이전의 연구과 유사한 효과가 확인되었다.

이상의 결과로 볼 때 찹쌀의 불림과정에서 증가된 미생물의 오염도를 낮출 필요가 있고 수돗물로 세척할 시 주기적인 세척수의 교체 또는 위생적으로 관리된 장갑이나 도구를 이용하여 세척한다면 효과가 높을 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 논문은 2021년도 국립농업과학원 ‘소규모 가공경영체의 가공공정 품질 및 위해요소관리 기술 연구(과제번호 : PJ015283)’의 지원에 의해 이루어진 연구이며, 이에 감사드립니다.

국문요약

본 연구에서는 한국 전통 과자인 유과와 강정을 원·부재료와 기기 및 도구, 작업자의 개인위생, 제조공정별 원료에 대한 미생물학적 오염을 분석하였다. 유과제조 과정 중 현장에서 사용하고 있는 세척 방법과 횟수에 따른 미생물 저감효과를 확인하고자 하였다. 강정의 제조 공정 중 튀밥에서 일반세균수 1.2 Log CFU/g, 완제품의 경우 3.7 Log CFU/g까지 점차 증가하였다. 유과의 제조 공정 중 일반세균수는 불림공정에서 일반세균 최대 6.5 Log CFU/g 수준으로 증가하다가 튀김공정에서 1.3 Log CFU/g수준으로 감소하였으나 완제품에서 4.0 Log CFU/g 수준으로 재오염되는 것으로 확인되었다. 이는 제조과정 중에 작업도구와 기기 또는 작업자 등에 의한 교차오염으로 판단되었다. 작업 도구인 주걱의 경우 일반세균 약 4.4 Log CFU/g, 대장균군 4.2 Log CFU/g으로 매우 오염도가 나타났다. 유과의 불림단계에서 7일동안 일반세균 수가 최대 10 Log CFU/g 이상, 대장균군의 경우 6.8 Log CFU/g으로 증가하였다. 손 또는 도구를 이용한 세척 방법과 흐르는 물에 세척한 방법을 비교하였을 때, 손을 이용하여 수돗물로 10회 세척하였을 때 일반세균 5.0 Log CFU/g, 대장균군 2.8 Log CFU/g 감소한 것으로 확인되었다. 이상의 결과로 볼 때, 소규모 업체의 전통 한과 제조 시 작업자나 작업 도구 및 기기 사용 후 세척 및 소독하는 과정이 요구되며 완제품의 미생물 오염도를 감소시키기 위해 현장에 적용할 수 있는 저감화 방법이 필요한 것으로 판단되었다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Sol-A Kim https://orcid.org/0000-0002-4055-7511
Jeong-Eun Lee https://orcid.org/0000-0002-0790-8578
Hyun-Jin Park https://orcid.org/0000-0001-6240-0833
Mi-Seon Park https://orcid.org/0000-0001-6625-0027
Song Yi Choi https://orcid.org/0000-0002-5343-2945
Won-Bo Shim https://orcid.org/0000-0003-1800-6091

Reference

1. Kwon, Y.S., Kim, Y., Choe, J.S., Lee, J.Y., A study on the recipe of Byung-Kwa-Ryu (Korean rice cake and cookie) in the old cookbooks of Jong-Ga (head & noble family). *Korean J. Food Culture*, **29**, 61-83 (2014).
2. Koh, B.K., Studies on Traditional Korea Cookies, Hankwa with Wheat Flour, *J. Living Science Research*, **26**, 49-59 (2000).
3. Kim, D. H., (2020, November 08). Dessert market [News]. Retrieved from https://mobile.newsis.com/view.html?ar_id=NISX20201106_0001224946#_enliple
4. Lee, J.E., Lee, G.D., A Study on Value Recognition and Selection Criteria of Traditional Culture: Traditional Korean Snacks. *J. Business*, **5**, 1-4 (2020).
5. YTN, (2021, September 16). Traditional snacks [News]. Retrieved from https://m.ytn.co.kr/news_view.amp.php?param=0103_202109140955017689
6. Lee, J.M., Park, J.Y., Lee, H.R., Lee, M.S., Yoon, S.Y.,

Chung, D.H., Lee, J.M., Oh, S., Microbiological evaluation for HACCP guideline of Korean traditional cookies. *J. Food Hyg. Saf*., **20**, 36-42 (2005).
7. KMGL (2021, September 05). Korea Law Information Center [Law]. Retrieved from https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%8B%9D%ED%92%88%EC%9C%84%E C%83%9D%EB%B2%95%EC%8B%9C%ED%96%89%E A%B7%9C%EC%B9%99
8. MFDS, (2021, September 01). Food safety Korea [News]. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/board/boardDetail.do?menu_no=2859&bbs_no=bbs082&ntctxt_no=1081886&menu_grp=MENU_
9. MFDS, (2021, August 25). Food safety Korea [Information]. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/specialinfo/searchInfoCompany.do?menu_grp=MENU_NEW04&menu_no=2813#page1
10. MFDS, (2021, September 02). Food & drug statistical yearbook (vol. 22) [Information]. Retrieved from https://data.mfds.go.kr/ blbd/4/78
11. Lee, H.S., Jang, M.S., The development of the HACCP Plan in korean rice cake manufacturing facilities. *Korean J. Food Cook. Sci.*, **24**, 652-664 (2008).
12. MFDS, (2021, October 25). Food code [Information]. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/03_02.jsp?idx=22
13. Park, W.J., Ryu, H.Y., Lim, G.Y., Lee, Y.D., Park, J.H., Microbial prevalence and quality of organic farm produce from various production sites. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **46**, 262-267 (2014).
14. Kwon, S. C., Microbiological evaluation for HACCP system application of green vegetable juice containing lactic acid bacteria. *J. Academia-Industrial Cooperation Society*, **12**, 4924-4931, (2011).
15. Wang, S. N., Choi, S. W., Hur, N. Y., Baik, M. Y., Lee, H. S., Kim, C. N. Microbial analysis and safety evaluation in the process of packaged Tofus. *J. Life Science*, **19**, 486-491 (2009).
16. Harrigan, W. F., & McCance, M. E., 1976. Laboratory methods in food and dairy microbiology, Academic Press Inc., Cambridge, Mass., USA., 23-236.
17. Jeong, S.H., Choi, S.I., 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).
18. Kim, S.A., Lee, J.E., Kim, G.U., Kim, S.H., Shim, W.B., Microbial monitoring and exploring ways to prevent or minimize microbial contamination at the production and distribution stages of fresh strawberries. *J. Food Hyg. Saf.,* **32**, 485-492 (2017).
19. Kim, S.A., Lee, J.E., Park, H.J., Lee, S.D., Moon, H.Y., Shim, W.B., Prevention of Microbial Contamination Through Monitoring of the Harvesting, Sorting, and Distribution Stages of Fresh Hot Pepper. *J. Food Hyg. Saf.,* **35**, 60-67 (2020).
20. Kim, G.H., 2008. A successful case of high value-added agricultural products, Proceedings of the Korean J. Community Living Sci. Confrence, Busan., Korea, pp. 37-48.
21. Han, J.K., Cha, M.H., Kim, M.J., Kim, K.S., Antibacterial and Rinsing Activities Against Potentially Harmful Bacteria in Rice during Rice Flour Production. *J. Food Hyg. Saf.,* **29**, 117-122 (2014).