

떡류의 제조공정별 미생물학적 오염도 평가

정세희 · 최송이 · 조준일¹ · 이순호¹ · 황인균¹ · 나혜진² · 오덕환³ · 박경진⁴ · 하상도*

중앙대학교 식품공학부, ¹식품의약품안전평가원, ²한국식품정보원, ³강원대학교, ⁴군산대학교

Microbiological Contamination Levels in the Processing of Korea Rice Cakes

Se-Hee Jeong, Song-Yi Choi, Joon-Il Cho¹, Soon-Ho Lee¹, In-Gyun Hwang¹,
Hye Jin Na², Deog Hwan Oh³, Gyung-Jin Bahk⁴, and Sang-Do Ha*

School of Food Science and Technology, Chung-Ang University

¹*Food Microbiology Division, Food safety Evaluation Department, National Institute of Food & Drug safety
Evaluation, Korea Food & Drug Administration*

²*Korea Food Information Institute*

³*Bioengineering and Institute of Bioscience & Biotechnology, Kangwon National University*

⁴*Dept. Food and Nutrition, Kunsan National University*

(Received January 31, 2012/Revised April 15, 2012/Accepted June 11, 2012)

ABSTRACT - This study was conducted to evaluate microbial contamination levels of Korea traditional rice cakes such as *Sirutteok*, *Garaetteok* and *Gyeongdan* in the manufacturing process and environment. The microbial contamination levels such as total aerobic bacteria, fungi, coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* of rice cake products were analyzed. The contamination levels of total aerobic bacteria, coliforms, fungi and *B. cereus* in raw materials were in the range of 2.4~4.5, ND~1.9, 1.2~2.1 and 1.0~2.1 log CFU/g, respectively. The microbial contamination levels of total aerobic bacteria, coliforms, fungi and *B. cereus* in manufacturing process of rice cakes were increased in the soaking and grinding steps and were decreased in steaming step. *E. coli*, *S. aureus* and *C. perfringens* were not detected in any manufacturing process and environment. The microbial contamination levels of raw materials and final products of rice cake were suitable for microbial safety standard in Korea. However, the manufacturing environment such as equipments and employee's sanitation were in trouble for microbial safety. The results of this study suggest that safety education for personal hygiene and safety management in processing environment are continuously required to assure safety in working environment and employee's individual hygiene.

Key words: Microbial contamination, Rice cake, *Sirutteok*, *Garaetteok*, *Gyeongdan*, manufacturing process

서 론

떡이란 곡식을 가루 내어 물과 반죽해 찌서 만든 음식을 총칭하는 말로 농경이 정착되던 때부터 사용되는 한국 고유의 전통음식이다. 떡의 주원료가 되는 쌀 전분은 체내 glucose로 전환되어 효과적으로 뇌에 에너지를 제공하고 다른 곡류 전분에 비해 체내 인슐린 분비를 낮추어 당뇨병과 비만을 예방하는데 효과적이며 떡에 각종 견과류, 두류, 과일, 채소 등을 첨가하여 영양상의 균형을 이루어 준다¹⁻⁵⁾.

최근 식생활의 고급화와 편리화의 추구로 식생활이 서구화되는 동시에 비만, 암, 고혈압, 당뇨병 등의 생활습관병의 이환율이 크게 증가하면서 식품산업의 소비 트렌드가 '웰빙'과 '전통'으로 이동하고 있다⁶⁻⁹⁾. 슬로우푸드의 대표주자로 인정받은 떡의 소비가 증가하면서 가정에서 직접 만들어 먹기보다 시판제품을 구매하는 경우가 증가하고 있다¹⁰⁾.

Yim¹¹⁾의 조사에 따르면 시중 판매되는 떡류 제품 중 가장 개선해야 할 점으로 위생문제가 37%로 가장 많이 지적되고 있는데 떡은 수분이 많고 수분활성도가 0.85이상 되는 곡류식품으로¹²⁾ 미생물이 빠르게 증식할 수 있는 잠재적 위해식품군(Potentially Hazardous Foods, PHFs)에 포함되어 있어 제조와 유통과정에서의 부적절한 품질관리로 인해 위해요소가 혼입되거나 위험수준까지 증식된다면 최종

*Correspondence to: Sang-Do Ha, School of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Ansong 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-4831, Fax: 82-31-675-4853
E-mail: sangdoha@cau.ac.kr

제품의 안전성과 위생이 확보될 수 없다는 문제점이 있다¹³⁾. 2010년 한국소비자원¹⁴⁾의 대형유통점, 재래시장, 프랜차이즈 판매 떡류 30개 제품의 미생물 실태조사 결과, 일반세균 2.36~6.89, 대장균군 1.32~4.69, *B. cereus* 1.38~2.48 log CFU/g 수준으로 검출되어 전반적으로 위생상태가 불량한 것으로 확인되었다.

이에 위해요소중점관리(Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP)는 식품의 안전성을 확보하기 위한 가장 적절한 대안¹⁵⁾으로 국내외 식품업체의 HACCP은 많으나 떡류 제조업체의 HACCP 적용은 대기업 또는 대형업체에 한하여 실시되고 있다.

그러나 떡류 제조업체의 96%가 작업자 10인 이하의 영세업체로 위생관리가 심각한 문제로 대두되고 있어 영세업체의 지속적인 위생관리를 통한 안전성을 확보하고 떡의 소비 증진에 필수적인 위생적 생산 관리가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 HACCP 시스템을 적용한 대형 떡류 제조업체의 제조공정상 미생물학적 위해도를 분석하여 떡류 제조공장의 미생물학적 안전성 확보에 기여하며, 나아가 소규모 제조업체의 품질관리 기준 설정 및 위생 수준향상을 위한 기초자료에 활용하고자 한다.

재료 및 방법

시료 및 분석대상

본 연구는 대형 떡류 생산업체에서 주로 생산하는 3가

지 떡(시루떡, 가래떡, 경단)을 선정하여 원재료(8), 제조공정별 시료(14), 제조기구 및 설비(9), 작업자(10) 및 작업장(6) 공기 오염도의 미생물학적 오염수준의 분석을 2011년 6월과 7월 2회에 실시하였다. 3가지 떡류의 제조공정은 Fig. 1과 같다.

시료의 채취 및 전처리

원재료 및 제조공정별 시료를 무균적으로 100 g 이상 채취하여 멸균백에 담아 밀봉하고 냉장 운반하여 실험에 사용하였다. 각 시료는 10 g을 무균적으로 취하여 멸균된 peptone water (Difco, USA) 0.1% 90 mL와 함께 멸균시료백(Nasco International, USA)에 넣어 stomacher (Elmax SH-II M, Tokyo, Japan)를 이용하여 2분간 균질화한 것을 시험원액으로 하고 각 실험은 2회 반복 실험하였다. 제조기구 및 설비의 표면은 10 × 10 Cm의 면적을 Swab kit (3M e-swab, China)를 사용하여 swabbing 하였다¹⁶⁾. 제조종사자의 위생상태를 확인하기 위해 손과 장갑에 대해서 멸균시료백에 peptone water 50 mL 를 붓고 작업자의 손을 넣어 손뚝, 손바닥, 손가락 사이를 20초간 깨끗이 씻어 내어 그 액을 시험액으로하는 Glove juice 법에 준하여 실험하였다¹⁷⁾. 공중낙하균으로 일반세균, 대장균군, 진균수를 측정하기 위해 미리 Plate count agar (PCA, Difco, USA), Eosin methylene blue agar (EMB, Difco, USA), 멸균된 10% 주석산으로 pH를 3.5로 맞춘 Potato dextrose agar (PDA, Difco, USA)를 부어 고화시킨 petri dish를 각각의

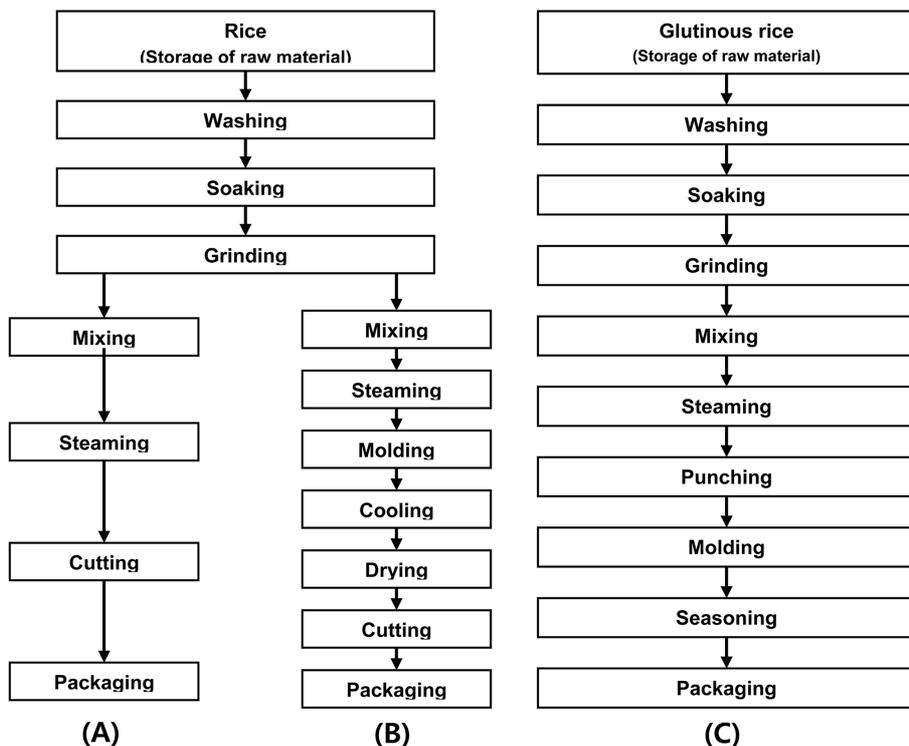


Fig. 1. Manufacturing processes of rice cakes. (A) : Sirutteok, (B) : Garaetteok, (C) : Gyeongdan.

장소에서 5분간 뚜껑을 열어 방치하였다. 뚜껑을 닫고 일반세균과 대장균군은 35°C에서 48 시간, 진균수는 25°C에서 5일 배양한 다음 형성된 집락수를 계측하여 CFU/plate·5min으로 나타내었다¹⁸⁻²¹⁾.

공정별 미생물 오염도 측정

일반세균과 진균수는 시험원액으로 10배 단계별 희석액을 만들어 시험원액 1 mL와 단계별 희석액 1 mL를 멸균 petri dish 2매씩 무균적으로 취하여 각각 약 43-45°C로 유지한 PCA와 PDA를 부어²²⁾ 검체와 배지를 잘 혼합하여 응고시켰다. 일반세균은 37°C에서 24-48 시간, 진균수는 25°C에서 5일간 배양 후 형성된 집락수에 희석배수를 곱하여 산출하고 log CFU/g으로 나타내었다. 대장균군과 대장균은 시험원액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL를 진조필름 배지(*E. coli*/Coliform count plate, 3M Microbiology Product, USA)에 접종한 후 흡수시키고 35-37°C에서 24±2 시간 배양하였다. 배양 후 붉은 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 집락을 대장균군, 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성하는 집락을 대장균으로 하여 계수하고 그 집락수에 희석배수를 곱하여 log CFU/g으로 나타내었다.

*B. cereus*는 시험원액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL를 멸균 petri dish에 무균적으로 취하여 45°C로 유지한 Mannitol Egg York Polymyxin agar (MYP, Difco, USA)를 15-20 mL를 부어 잘 섞은 후 30°C에서 24 시간 배양하여 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선택하여 균수 측정법에 따라 계수하였다.

*S. aureus*는 시험원액 1 mL를 petri dish에 취하여 Baird-Parker agar (BPA, Difco, USA) 15-20mL를 분주하고 검체와 배지를 잘 혼합하여 응고 후 37°C에서 48 시간 배양하여 투명한 띠로 둘러싸인 광택의 검정색 집락을 계수하였다.

*C. perfringens*는 시험원액 1 mL를 petri dish에 무균적으로 취하여 45°C로 유지한 Tryptose Sulfite Cycloserine Agar (TSC, Oxoid, UK) 15 mL를 가하여 잘 혼합하여 응고시키

고, 응고된 배지 위에 다시 동일한 배지 10 mL를 가하여 증첩시킨 후 35°C에서 20±2시간 혐기 배양하여 전형적인 검은색 집락이 확인된 평판을 선별하여 각 집락수를 계수하였다.

병원성 미생물의 선택배지에서 자란 균에서 선택적으로 colony 하나를 취하여 Nutrient agar (NA, Difco, USA)에 접종하고 37°C에서 24시간 배양 후 순수분리하여 미생물 동정 장비 VITEC 2 COMPACT (BioMerieux, Marcy l'Etoile, France)를 사용하여 46개의 생화학적 반응을 조사, 비교함으로써 동정하였다.

결과 및 고찰

원재료의 미생물학적 오염도 분석결과

떡류 제조에 사용된 원재료에 대한 위생지표세균 및 병원성 미생물의 오염도 분석 결과를 Table 1에 나타내었다. 일반세균은 맵쌀과 찹쌀에서 4.2±0.12, 4.5±0.43 적두와 이를 가공한 볶은팥에서 각각 3.9±1.08, 3.7±1.11 log CFU/g 검출되었으며, 경단의 소로 쓰이는 적앙금에서 3.3±0.24, 고물인 빵가루, 계피가루, 흑임자가루에서 각각 4.2±0.36, 2.5±0.35, 2.9±0.53 log CFU/g 검출되었다. 대장균군은 맵쌀과 찹쌀에서 각각 1.6±0.35, 1.7±0.11, 적두와 볶은팥에서 각각 1.1±0.17, 1.9±0.79, 빵가루에서 1.9±0.09 log CFU/g 검출되었으며, 적앙금, 계피가루, 흑임자가루에서는 검출되지 않았다. 진균수는 맵쌀과 찹쌀에서 각각 1.7±0.28, 1.4±0.30, 적두, 볶은팥, 적앙금에서 각각 1.2±0.24, 1.2±0.15, 1.3±0.17, 빵가루, 계피가루, 흑임자가루에서 각각 2.1±0.61, 1.9±0.60, 1.4±0.43 log CFU/g 검출되었다. *B. cereus*는 맵쌀과 찹쌀에서 각각 1.0±0.38, 2.1±0.26, 적두와 볶은팥에서 각각 1.2±0.74, 1.2±0.36, 적앙금에서 1.3±0.93, 빵가루, 계피가루, 흑임자가루에서 각각 1.9±0.18, 1.7±0.29, 1.4±0.31 log CFU/g 수준으로 나타났다.

Table 1. Microbial contamination levels of raw materials for rice cake products

(Unit: log CFU/g)

Samples	Total aerobic bacteria	Coliforms	Fungi	<i>B. cereus</i>	Pathogenic bacteria**
Rice	4.2 ± 0.12*	1.6 ± 0.35	1.7 ± 0.28	1.0 ± 0.38	ND***
Red bean	3.9 ± 1.08	1.1 ± 0.17	1.2 ± 0.24	1.2 ± 0.74	ND
baked red bean	3.7 ± 1.11	1.9 ± 0.79	1.2 ± 0.15	1.2 ± 0.36	ND
Glutinous rice	4.5 ± 0.43	1.7 ± 0.11	1.4 ± 0.30	2.1 ± 0.26	ND
Redbean paste	3.3 ± 0.24	ND	1.3 ± 0.17	1.3 ± 0.93	ND
Bread powder	4.2 ± 0.36	1.9 ± 0.09	2.1 ± 0.61	1.9 ± 0.18	ND
Cinamon powder	2.5 ± 0.35	ND	1.9 ± 0.60	1.7 ± 0.29	ND
Black sesame	2.9 ± 0.53	ND	1.4 ± 0.43	1.4 ± 0.31	ND

*Mean ± Standard deviation

**Pathogenic bacteria: *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*

***ND: Not Detected < 1.0 log CFU/g

제조공정의 미생물학적 오염도 분석 결과

선정된 3가지 떡의 제조공정별 시료에 대한 일반세균 오염도 분석결과는 Fig. 2와 같으며, 위생지표세균 및 병원성 미생물의 오염도 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 시루떡은 원료 맷쌀의 분쇄과정에서 일반세균 6.4 ± 0.62 , 대장균군 3.4 ± 0.44 , 진균수 2.1 ± 0.19 , *B. cereus* 3.2 ± 0.30 log CFU/g로 모두 증가하나 95°C 이상에서 20분 이상 증자 한 완제품에서 일반세균 2.2 ± 0.04 log CFU/g, 진균수 1.0 ± 0.30 , *B. cereus* 1.4 ± 0.28 log CFU/g 수준으로 감소하고 대장균군은 검출되지 않았다. 가래떡은 시루떡과 같이 맷쌀을 주원료로 사용하며 분쇄과정까지 동일하다. 분쇄한 맷쌀가루는 증자 후 일반세균 1.9 ± 0.66 , *B. cereus*는 1.1 ± 0.29 log CFU/g 으로 감소하나, 성형·냉각 후 일반세균 2.5 ± 0.39 , 진균수 1.0 ± 0.30 , *B. cereus* 1.4 ± 0.38 log CFU/g, 건조된 완제품에서 일반세균 3.7 ± 0.70 , 대장균군 1.8 ± 0.15 , 진균수 1.5 ± 0.12 , *B. cereus* 1.3 ± 0.23 log CFU/g 검출되었다. 성형 후 가래떡은 서로 달라붙지 않도록 냉각수에 담근 후 건조판으로 옮겨지는데, 이 때 사용하는 냉각수의 초기와 작업 후 미생물 변화를 측정 한 결과(data not shown), 초기 냉각수에 비해 제조 작업이 끝난 후 냉각수에서는 일

반세균, *B. cereus*가 2배, 진균수는 5배 가량 증가하였다. 이는 성형 후 뜨거운 가래떡과 작업자의 손이 계속해서 투입되며 냉각수 온도가 상승하고, 공기중의 낙하균등에 의해 교차오염이 일어나는 것으로 사료된다. 경단은 찹쌀의 수침과정에서 일반세균 6.2 ± 0.02 , 대장균군 5.7 ± 0.13 , 진균수 1.7 ± 0.06 , *B. cereus* 2.2 ± 0.06 log CFU/g으로 오염도가 가장 높게 검출되고 증자 후 일반세균 2.1 ± 0.07 , 대장균군 1.2 ± 0.24 , 진균수 1.1 ± 0.15 , *B. cereus* 1.0 ± 0.09 log CFU/g으로 감소하나 성형 후 일반세균 3.1 ± 0.43 , 대장균군 1.3 ± 0.24 , 진균수 1.4 ± 0.15 , *B. cereus* 1.3 ± 0.25 log CFU/g으로 증가하고 고물을 문힌 완제품에서 일반세균 3.2 ± 0.59 , 대장균군 1.7 ± 0.07 , 진균수 1.7 ± 0.39 , *B. cereus* 1.3 ± 0.26 log CFU/g 검출되어 제조 공정 중 세균수가 꾸준히 증가하는 경향을 보였다.

모든 원재료 및 제조공정 별 중간제품 시료에서 *E. coli*, *S. aureus* 및 *C. perfringens*는 검출되지 않았으며, 떡의 제조공정 오염도 분석 결과 원료 쌀의 수침, 성형·냉각공정에서 위생지표세균 및 *B. cereus*의 오염도가 증가하는 것으로 나타났다.

국내 식품공전에서는 구입 후 그대로 섭취하는 식품의

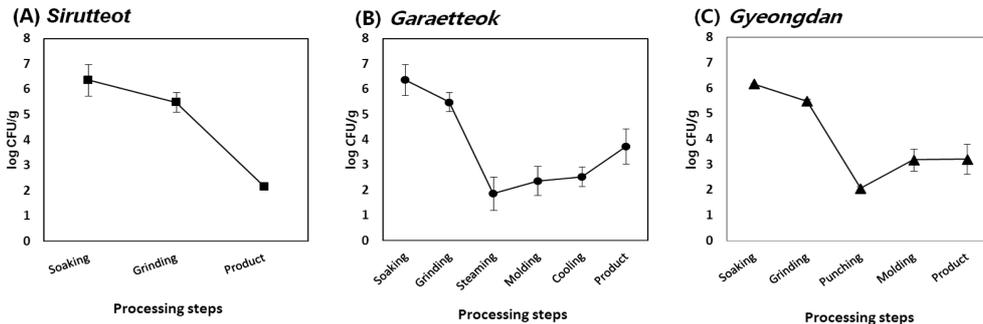


Fig. 2. Change of total aerobic bacteria along with manufacturing processes of rice cakes.

Table 2. Microbial contamination levels of manufacturing processes for rice cake products

(Unit: log CFU/g)

products	Processing steps	Coliforms	Fungi	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. perfringens</i>
<i>Sirutteok</i>	Soaking	$3.4 \pm 0.44^*$	2.1 ± 0.19	3.2 ± 0.30	ND**	ND
	Grinding	4.3 ± 0.28	1.7 ± 0.26	2.8 ± 0.64	ND	ND
	Product	ND	1.0 ± 0.30	1.4 ± 0.28	ND	ND
<i>Garaetteok</i>	Steaming	ND	ND	1.1 ± 0.29	ND	ND
	Molding	ND	1.0 ± 0.40	1.3 ± 0.33	ND	ND
	Cooling	ND	1.0 ± 0.30	1.4 ± 0.38	ND	ND
	Product	1.8 ± 0.15	1.5 ± 0.12	1.3 ± 0.23	ND	ND
<i>Gyeongdan</i>	Soaking	5.7 ± 0.13	1.7 ± 0.06	2.2 ± 0.06	ND	ND
	Grinding	5.1 ± 0.30	1.7 ± 0.00	2.3 ± 0.02	ND	ND
	Punching	1.2 ± 0.24	1.1 ± 0.15	1.0 ± 0.09	ND	ND
	Molding	1.3 ± 0.24	1.4 ± 0.15	1.3 ± 0.25	ND	ND
	Product	1.7 ± 0.07	1.7 ± 0.39	1.4 ± 0.26	ND	ND

*Mean ± Standard deviation

**ND: Not Detected < 1.0 log CFU/g

경우 식품의 가공방법에 따라 일반세균 최대 5 log CFU/g 이하, 대장균군 1 log CFU/g 이하 (영유아용 특수용도 식품 및 살균·멸균 등 다수식품군 음성)로 관리하고 있는데, 본 연구의 대형 제조 공장에서 생산하는 완제품 떡의 경우 일반세균은 위의 기준치에 만족하나 가래떡과 인절미의 완제품에서 대장균군이 1 log CFU/g 이상 검출되는 것으로 나타났다. Lee²³⁾의 연구에서 소형 제조공장의 절편, 인절미, 계피떡의 제조과정별 위해요소를 분석한 결과, 원료쌀의 불림과정에서 일반세균, 대장균, 진균수 등이 급격하게 증가하였으며, 찌기 공정에서 가열로 인한 살균효과로 불검출이었으나, 성형·냉각 공정 중 증가하여 본 연구 결과와 유사한 것으로 나타났으나 완제품에서 일반세균 5.0 log CFU/g, 대장균군 3.0 log CFU/g 이상 검출되어 소형 제조공장에서 제조한 떡이 상대적으로 미생물학적 안전성측면에서 미흡한 것으로 나타났다.

제조기구 및 설비의 오염도 분석

떡류 제조공정에 사용되는 제조기구 및 설비의 오염도

분석결과는 Table 3에 나타내었다. 제조설비 중 쌀 분쇄기에서 일반세균이 4 log CFU/100 cm² 이상 검출되어 비교적 오염도가 높은 것으로 나타났으나, 대부분의 설비에서 3 log CFU/100 cm² 미만의 안전한 수준으로 나타났다. 대장균군은 쌀분쇄기에서 2.9 ± 0.29, 성형떡 편칭기에서 1.1 ± 0.02 log CFU/100 cm², *B. cereus*는 쌀분쇄기, 냉각수조, 가래떡 건조관, 시루보, 작업대 및 편칭기에서 1.0~1.3 log CFU/100 cm² 수준으로 검출되어 위해도가 높음을 시사하였다. Bryan²⁴⁾은 식중독 요인 중 하나로 식품 제조기구의 부적절한 세척과 재오염, 중복사용으로 생기는 오염을 지적하였다. 적절한 소독제를 이용한 제조과정 중의 주기적인 세척과 살균 등을 통하여²⁵⁾ 제조기구 및 설비의 미생물 오염을 최소화하는 방법의 적용이 필요할 것으로 사료된다.

작업자 오염도 분석

떡류 제조 현장 작업자의 위생상태를 파악하기 위하여 이들의 미생물 오염도를 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 전처리실 작업자의 손에서 일반세균 3.4~4.8 log CFU/

Table 3. Microbial contamination levels of equipments for rice cake products

(Unit: log CFU/100 cm²)

Swab Points	Total aerobic bacteria	Coliforms	Fungi	<i>B. cereus</i>	Pathogenic bacteria**
Rice Grinder	4.6 ± 1.30*	2.9 ± 0.29	ND***	1.0 ± 0.15	ND
Cooling water bath	2.9 ± 0.44	ND	ND	1.3 ± 0.41	ND
Drying plate	2.5 ± 0.62	ND	ND	1.2 ± 0.39	ND
Filter wool	1.8 ± 0.52	ND	ND	1.3 ± 0.52	ND
Working table	1.2 ± 0.35	ND	ND	1.0 ± 0.40	ND
Punching machine	2.5 ± 0.24	1.1 ± 0.02	ND	1.0 ± 0.39	ND
Inside of Molding machine	1.3 ± 0.29	ND	ND	ND	ND
Outlet of Molding machine	1.6 ± 0.64	ND	ND	ND	ND
Conveying belt of Molding machine	1.8 ± 0.12	ND	ND	ND	ND

*Mean ± standard deviation

**Pathogenic bacteria: *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*

***ND: Not Detected < 1.0 log CFU/100 cm²

Table 4. Microbial contamination levels of employee's hand & glove

(Unit: log CFU/Hand)

Sampling place	Samples	Total aerobic bacteria	Coliforms	Fungi	<i>B. cereus</i>
Preparation room	a (hand)	4.8 ± 0.05*	3.2 ± 0.16	0.4 ± 0.12	3.7 ± 0.06
	b (hand)	4.6 ± 0.19	2.1 ± 0.05	ND**	ND
	c (hand)	4.8 ± 0.05	1.5 ± 0.21	ND	1.7 ± 0.00
	d (hand)	3.4 ± 0.07	2.4 ± 0.08	ND	ND
Processing room	e (hand)	1.4 ± 0.12	ND	ND	ND
	f (hand)	2.3 ± 0.01	ND	ND	ND
Wrapping room	a (glove)	1.8 ± 0.14	ND	0.4 ± 0.12	1.0 ± 0.00
	b (glove)	1.2 ± 0.21	ND	ND	ND
	c (glove)	2.3 ± 0.16	ND	ND	ND
	d (glove)	2.3 ± 0.06	ND	0.3 ± 0.43	ND

*Mean ± standard deviation

**ND: Not Detected < 1.0 CFU/Hand

Table 5. Contamination levels of falling bacteria in manufacturing area

(Unit: CFU/Plate·5min)

Sampling place	Total aerobic bacteria	Coliforms	Fungi
Preparation room	46.7 ± 8.0*	7.0 ± 0.9	30.8 ± 2.3
Wrapping room(1)	34.2 ± 6.4	2.5 ± 2.0	29.0 ± 4.8
Wrapping room(2)	16.0 ± 3.1	ND**	14.8 ± 2.1
Processing room	21.3 ± 5.7	ND	19.2 ± 4.8
Product storage room	20.0 ± 6.7	ND	11.2 ± 1.8
Product shipping room	9.2 ± 3.6	ND	4.2 ± 1.3

*Mean ± standard deviation

**ND: Not Detected < 1.0 CFU/Plate·5min

hand, 대장균군 1.5~3.2 log CFU/hand 로 각각 검출되었다. 특히 *B. cereus*는 최대 3.8 log CFU/hand로 다른 구역에 비해 비교적 높은 수준으로 나타나 작업자의 개인위생 불량에 의한 교차오염이 우려되었다.

*B. cereus*는 식품의 부패 또는 병원성 세균으로 포자를 형성하여 건조나 열에 대한 저항력을 가지며²⁶⁾, 부적절한 보관 등으로 인하여 급격히 증식하여²⁷⁾ 식중독을 유발할 가능성이 매우 크다. Martin등²⁸⁾은 오염된 작업자의 손에서 발견되는 병원성 미생물은 식품이나 최종제품으로의 교차오염을 발생시킬 수 있는 직접적인 운반체로서의 역할을 할 수 있다고 보고하였다. 또한 미국 식품의약품안전청²⁹⁾은 식중독을 일으키는 미생물의 경로 중 작업자에 의한 교차오염이 상당부분을 차지한다고 지적하고 있다.

전처리실 작업자 대부분이 장갑을 착용하지 않은 채 작업하고 있었으며 외국인이라는 점을 감안해 볼 때 작업자들의 위생의식 결여와 부적절한 손 씻기에서 비롯되어 오염도가 높은 것으로 판단된다. 먼저 작업자들에 대한 주기적이고 지속적인 위생교육을 통해 작업자 스스로 개인위생의 중요성에 대한 인식의 전환³⁰⁾이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 본 연구에서 *E. coli*, *C. perfringens* 및 사람의 손에서 빈번하게 검출되는 *S. aureus*³¹⁾는 검출되지 않았다.

작업장 공기 오염도 분석

작업장의 오염된 공기는 제품으로 교차오염을 일으키고, 작업장 바닥이나 선반 위, 구석 등에 축적되어 있는 먼지들은 사람이나 제품의 이동 시 다시 부유하여 반복해서 공기를 오염시키므로 위생관리 측면에서 매우 중요하다. KFDA에서 발간한 ‘알기 쉬운 HACCP관리’에서³²⁾ 일반세균은 청결구역에서 30 CFU/plate 이하, 일반구역에서 100 CFU/plate 이하, 진균수는 청결구역에서 10 CFU/plate 이하, 일반구역에서 40 CFU/plate 이하를 제시하며, 대장균군은 모든 구역에서 음성으로 권장하고 있다.

떡류 제조 작업장의 공기 오염도 분석 결과는 Table 5에 나타내었다. 특히 청결구역 3개 장소에서 일반세균과 진균수가 비슷한 양상을 보이며 권장기준 보다 높게 검출되었다. 이는 Om 등³³⁾의 소규모 베이커리 작업장 및 Lee²³⁾의

소형 떡류 제조업체의 공중낙하균 보다 비교적 낮은 수준을 보였지만 전처리실과, 포장실에서 대장균군이 검출되어 청결구역의 위생상태가 불량하다는 것을 나타내었다. 떡은 주로 쌀, 콩, 팥 등의 곡류를 원료로 하여 만들어 지는데, 청결구역으로 설정된 전처리실의 경우 곡류 원료와의 접촉이 빈번하고, 원료의 분쇄 등이 주로 이루어지는 장소로 가루날림 등으로 인한 공기오염이 발생한 것으로 판단된다. 따라서 공조시설과 공기정화시설의 정비와 외부공기와의 접촉을 피할 수 있도록 제한된 출입문의 통제가 필요하다. Seo등³⁴⁾의 연구에 따르면 생산과정에서 공기 미생물과 같은 균종이 원재료 등에 오염되어 있어 공기 미생물이 최종제품에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. 보다 안전한 작업환경의 확보를 위해 먼지와 이물질을 제거하고 청결한 공조관리가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

떡은 수분활성도, pH, 보관온도 등이 미생물 증식에 적합하고 구입 후 별도 조리과정 없이 그대로 섭취하는 식품으로 미생물학적 안전문제를 자주 야기하고 있다. 본 연구는 국내 유통 떡에 문제시되는 미생물학적 위해요인을 제조공정별로 파악하고 그 위생관리 개선방안을 도출하고자 하였다. 3가지 떡 (시루떡, 가래떡, 경단)을 선정하여 원료, 제조공정 및 제조환경에 대한 미생물 오염도 분석을 실시하였다. 8가지 원재료의 오염도 분석결과 일반세균 2.5~4.5, 대장균군 ND~1.9, 진균수 1.2~2.1, *B. cereus* 1.0~2.1 log CFU/g수준으로 검출되었으며 *E. coli*, *S. aureus*, *C. perfringens*는 검출되지 않았다. 떡의 제조공정별 오염도 분석결과 원료의 불림·분쇄 공정에서 일반세균, 대장균군, 진균, *B. cereus*의 오염도가 증가하나 증자 후 감소하여 완제품에서 일반세균은 2.2~3.7, 대장균군 ND~1.8 log CFU/g 수준으로 나타났다. 제조환경의 미생물학적 오염도 분석결과 전처리실의 쌀분쇄기, 냉각수조, 편칭기 등의 설비에서 오염수준이 높게 나타났으며, 전처리실 작업자의 개인위생이 미흡한 것으로 나타났다. 작업장 공기 오염도 분석결과 청결구역 3곳에서 일반세균 34~46, 대장균군 2.5~7.0,

진균수 14-30 CFU/plate·5min 검출되어 권장 낙하세균기준을 초과하는 것으로 나타났다. 본 연구결과 떡의 원재료 및 완제품의 미생물학적 오염수준은 안전하나 제조환경의 오염도는 문제시되는 것으로 나타나 제품의 교차오염 가능성을 내포하고 있는 것으로 사료된다. 따라서 제조설비 및 표면시설에 대한 체계적인 세척 및 소독을 실시하여 미생물학적 위험을 감소하고 작업자 위생 관리 교육 프로그램을 선행하여 작업자 개인의 위생 수준 향상, 작업장 내 공기중의 미생물 관리가 함께 이루어지도록 하는 것이 필요한 것으로 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 식품의약품안전청에서 시행한 용역연구개발과제(11162식품안076)의 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- 신민자: 한국의 떡 한과 및 음료, pp. 9, 신광출판사 (2002).
- Kim, K.S.: Scientific study for the Standardization of the preparation methods for *Kyongdan(I)*, *Korean J. soc. Food Cookery Sci.*, **3**, 20-30 (1987).
- Yoon, S.S.: Study on of Korea's food culture, *Korean J. Nutr.*, **19**, 107-119 (1986).
- 윤숙자: 전통식품 현대화를 위한 건강 기능성 떡 신제품 개발 및 저장성 향상 연구, 한국전통음식 연구소 (2005).
- No, K.S., Han, K.Y. and Yoon, S.J.: A Study on the Housewives, Consumption pattern and preference of the Korean Rice Cake as a Substitute for Meal. *KOREAN J. Food Cul.*, **22**, 10-21 (2007).
- 주미경: 햄버거전문점의 서비스품질이 고객만족 및 고객충성도에 미치는 영향에 관한 연구: 일반햄버거전문점과 수제햄버거전문점을 중심으로. 청운대학교 석사학위논문 (2011).
- Ro, H.K.: Factor in food selection and eating out behavior of college students. *Korean J. Food Cul.*, **14**, 241-249 (1999).
- 권민성: 구절초꽃 분획의 항산화활성 연구. 아주대학교 석사학위논문 (2011).
- 김연록: 흰쥐에서 키토올리고당이 장생태와 대장암 바이오마커에 미치는 영향. 대구대학교 석사학위논문 (2011).
- 정성으로 빚어 넉넉함으로 나누는 우리 떡 이야기, 농촌진흥청 (2011).
- Yim, K. Y. and Kim, S. H.: A survey on the utilization of Korean Rice-cakes and evaluation about their commercial products by housewives, *Korean J. Food Cul.*, **3**, 163-175 (1988).
- 이효순: 시판 떡류 생산과정에서 HACCP Plan 개발을 위한 연구, 단국대학교 박사학위논문, (2006)
- Lee, J.H. and Bae, H.J.: Determining *Kimbab* shelf-life with a HACCP system. *Korean J. soc. Food Cookery Sci.*, **27**, 61-71 (2011).
- 시중유통 떡류 안전성 실태조사 결과보고서, 한국소비자원 (2010).
- Lee, B.D., Kim, J.H., Kim, J.M., Kim, D.W., Lee, J.W. and Eun, J.B.: Microbiological Hazard Analysis for HACCP System Application to Hospitals Food Service Operations, *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.*, **35**, 383-387 (2006).
- Beuchatm, L.R.: *Listeria monocytogenes* incidence on vegetables. *Food Cont.*, **7**, 222-228 (1996).
- Choi, J.W., Park, S.Y., Yeon, J.H., Lee, M.G., Chung, D.H., Lee, K.H., Kim, M.G., Lee, D.H., Kim, K.S. and Ha, S.D.: Microbial Contamination Levels of Fresh vegetables Distributed in Markets. *J. Fd Hyg. Safety*, **20**, 43-47 (2005).
- Kim, C.N., Chun, S.J., Oh, W.T., Park, S.H. and Yu, H.C.: Korea health industry development report for the studies on the application of HACCP to food industry. pp. 35-37 (1996).
- Roh, W.S.: Microbial analysis of processing and evaluation of shelf life of fried bean curd. *J. Fd Hyg. Safety*, **13**, 62-67 (1998).
- Stringer, M. F.: Safety and quality management through HACCP and ISO 9000. *Dairy Food and Environmental Sanitation*, **14**, 428-481 (1994).
- Kim, J.Y., Kim, S.R., Choi, J.G., Je, J.H. and Chung, D.H.: Assessment of the Level of Microbial Contamination in the Processing Company of Sandwich Products, *Kor. J. Env. Hlth.*, **32**, 316-323 (2006).
- Kim, D.M., Kim, S.H., Lee, J.M., Kim, J.E. and Kang, S.C.: Monitoring of Quality Characteristics of *Chungkookjang* Products during Storage for Shelf-life Establishment. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, **48**, 132-139 (2005).
- Lee, H.S and Jang, M.S.: Microbiological Hazard Evaluation of the Product Flow of Korean Rice cakes. *Korean J. Soc. Food Cookery sci.*, **22**, 747-755 (2006).
- Bryan, F.L.: Factors that contribute to outbreaks of food borne disease. *J. Food Prot.*, **41**, 816-822 (1978).
- 김하규: 미생물분석을 통한 초밥 제조공정상 위해 요소 분석, 한양대학교 석사학위논문 (2008).
- Granum, P.E.: *Bacillus cereus* in food Microbiology Fundamentals and Frontiers. 2nd American Society for Microbiology Press. Washington, DC, USA. 373-381 (2001).
- USDA/FSIS. Chapter 12. Examination of meat and poultry products for *Bacillus cereus*. U.S. Department of Agriculture Food Science & Inspection Service microbiology Laboratory guidebook. available from <http://www.fsis.usda.gov>., Accessed Oct. 25 (2004).
- Martin, M.C., Fueyo, J.M., Gonzlaez-Hevia, M.A and Mendoza, M.C.: Genetic procedures for identification of enterotoxigenic stains of *Staphylococcus aureus* from three food poisoning outbreak, *J. Food Microbiology*, **94**, 279-286 (2004).
- Food and Drug Administration. Guidance for industry, guide to minimize microbial food safety hazard for fresh fruits and vegetables, Available from: <http://csan.fda.gov>. Accessed Sep. 26 (2009).
- Lee, J.M., Park, J.Y., Lee, M.S., Yoon, S.Y., Chung, D.H., Jong, M.L. and Oh, S.S.: Microbiological Evaluation for HACCP Guideline of Korean Traditional Cookies, *J. Fd*

- Hyg. Safety*, **20**, 36-42 (2005).
31. Hatakka, M., Bjorkoth, K.J., Asplund, K., Maki-Petays, N and Korkeals, H.J.: Genotypes and enterotoxin genes of *Staphylococcus aureus* isolated from the hands and nasal cavities of catering employees, *J. Food Prot.*, **63**, 1487-1491 (2000).
 32. 알기쉬운 HACCP 관리, Korea Food & Drug Administration (2009).
 33. Om, A.S., Kwon, S.H., Chung, D.H., Oh, S.S and Lee, H.O.: Microbiological Quality Evaluation for application of the HACCP System to the Bakery Products at Small Scale Bakeries, *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, **19**, 454-462 (2003).
 34. Seo, S.E., Lee, J.K., Oh, S.O., Koo, M.S., Kim, Y.H and Kim, Y.J.: Change of Microorganisms During Fresh-Cut Cabbage Processing: Focusing on the Change of Air-Borne Microorganisms, *J. Fd Hyg. Safety*, **22**, 288-293 (2007).