pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 J. Food Hyg. Saf.
Vol. 37, No. 6, pp. 400~410 (2022)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2022.37.6.400

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

비가열 냉동떡의 제조공정에 대한 미생물 오염도 평가

윤용식[1,2] · 양은인[3] · 김영수[1,2]*
[1]전북대학교 바이오식품소재개발 및 산업화연구센터
[2]전북대학교 식품공학과
[3]광주지방식품의약품안전청 유해물질분석과

Evaluation of Microbial Contamination in the Manufacturing Process of Non-Heated Frozen Rice Cakes

Yong-Sik Yoon[1,2], Eun-In Yang[3], Young-Soo Kim[1,2]*
[1]*Research Center for Industrial Development of Biofood Materials, Jeonbuk National University, Jeonju Jeollabuk-do, Korea*
[2]*Department of Food Science and Technology, Jeonbuk National University, Jeonju Jeollabuk-do, Korea*
[3]*Hazardous Substances Analysis Division, Gwangju Regional Food and Drug Administration, Gwangju, Korea*

(Received August 12, 2022/Revised October 19, 2022/Accepted November 14, 2022)

ABSTRACT - This study was performed to analyze the microbial contamination levels of three non-heated rice cake manufacturers in terms of seasonal manufacturing process and to investigate the effects of summertime soaking on contamination levels and temperature-controlled soaking in water on reduction in microbial levels. The total aerobic bacteria (TAB) ranged from 2.69 log CFU/g to 5.08 log CFU/g in the produce, but the microbial contamination increased sharply during soaking. The levels of TAB and coliforms during summer soaking were 7.01 and 3.96 log CFU/g, respectively, and this was significantly higher than those in other seasons. The contamination level was high in the subsequent freezing, with the TAB level (6.24 log CFU/g) exceeding the legal standard. The temperature of soaking water in summer increased from 19.1°C to 26.8°C after 12 h of soaking. The microbial contamination was significantly high commensurate with increased soaking time, and the TAB level in the frozen process exceeded the legal standard from 9 h of soaking. The use of ice packs to prevent the increase in temperature of the soaking water in summer resulted in maintenance of temperature at 20.1°C for up to 12 h. The average TAB value in the freezing process was 4.42 log CFU/g after 12 h of soaking, and this is 1.77 log CFU/g lower than that before. Based on these results, it was determined that controlling the soaking time and water temperature are essential for the production of a safe unheated frozen rice cake. The safety of the HACCP system could be established by applying these preventive management standards.

Key words : Non-heating rice cakes, Contamination, Soaking, HACCP

최근 1인 가구의 증가, 맞벌이 부부의 보편화 및 식생활 간편화 등에 따라 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 감소세인 반면, 쌀을 원료로 한 식사대용 및 간식 용도 쌀 가공식품의 소비는 지속적으로 증가하고 있다[1]. 특히 COVID-19의 확산으로 간편식 시장의 성장이 가속화되면서 식사대용 떡 제품, 즉석밥 및 냉동식품을 비롯한 주요 식품업체의 간편식 매출이 크게 증가하였다[2]. 뿐만 아니라 건강한 간식에 대한 수요도 증가하면서 웰빙 트랜드로 떡에 대한 관심이 높아져 2019년 매출액이 1,542억 원으로 전년 대비 9.4% 증가하였다[2].

떡류는 HACCP 의무적용 식품 중 하나로[3] 주로 소규모 업체에서 생산하여 판매되는 특징이 있으며, 2016년 기준 전체 떡류 업체 중 약 97%가 종업원 수 5인 미만으로[4] 영세성으로 인한 관리 부실이 우려되고 있다. 또한, 대장

*Correspondence to: Young-Soo Kim, Department of Food Science and Technology, Jeonbuk National University, Jeonju Jeollabuk-do 54896, Korea
Tel: +82-63-270-2569, Fax: +82-63-270-2572
E-mail : ykim@jbnu.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.

균이 검출된 떡을 판매하다 적발되거나 시중에 유통·판매되는 떡류 제품에서 *Bacillus cereus*가 검출되는 등 떡류 제조가공업체의 위생관리가 불량한 것으로 보고되었다[5].

일반적으로 떡은 쌀을 물에 침지하여 불리고 다양한 재료를 혼합한 후 증숙하는 방식으로 제조되며, 증숙공정을 통해 원료 및 제조공정 중 오염된 미생물이 제거 또는 감소된다[6]. 그러나 최근 소비시장이 증가하고 있는 비가열 냉동떡의 경우, 증숙공정이 없기 때문에 HACCP system에서 미생물 제어를 위한 중요관리점(Critical Control Point)으로 세척공정을 설정하여 관리하고 있다. 따라서 세척공정 이후에 미생물의 증식 및 오염이 발생할 경우 미생물을 제어하기가 어렵다. 특히, 떡류 제조가공업체에서는 작업의 편리성을 반영하여 통상적으로 12시간 정도 쌀을 불리는 불림공정을 진행하는데, 불림 후 일반세균의 수치가 불림 전에 비해 약 2~8배 증가하는 것으로 보고되어[6] 불림공정의 관리가 필요한 실정이다.

한편, 우리나라의 기온은 지난 100년간 약 1.5°C 상승하여 지구 평균 온도 상승률(0.74°C/100년)보다 2배 높게 상승하였다[7]. 식품안전에 있어서 평균 온도의 상승은 식중독 발생 등에 직접적 영향과 간접적 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 식품의약품안전처 연구결과에 의하면, 기온이 1°C 상승함에 따라 식중독 발생건수는 5.27% 증가하며, 환자 수는 6.18% 증가한다는 예측 결과를 보고하였다[8]. 특히, 우리나라는 계절에 따른 기온 차이가 크기 때문에, 계절에 맞는 불림 수의 온도 관리나 불림시간 관리 등을 통해 비가열 냉동떡의 불림공정 이후의 미생물 오염을 감소시킬 수 있는 제조공정 관리 방안을 연구하여야 한다. 그러나 현재 떡류에 관한 연구는 주로 제조가공방법에 따른 품질특성[9-15], 저장성 향상을 위한 가공기술[16-20], 제조공정별 미생물 오염도[21], 권역별 미생물 분석[22] 등으로 비가열 냉동떡에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 비가열 냉동떡의 계절에 따른 불림공정 이후의 미생물 오염도를 확인하고, 불림수의 온도와 시간에 따른 미생물의 오염도를 확인하여 HACCP 시스템 유지를 위한 연구의 기초자료로 활용하는데 있다.

Materials and Methods

시료수집

국내에서 유통되고 있는 비가열 냉동떡의 미생물 오염도 조사를 위하여 2020-2021년 동안 전라북도(전주시, 군산시, 완주군)에 소재한 소규모 HACCP 인증을 받은 떡류 제조가공업소 3개 업체를 대상으로 제조공정별 미생물 오염도를 조사하였다. Fig. 1의 제조공정도를 참고하여 원료, 제조공정별, 기기설비 세척소독 전·후에 대한 시료를 수집하였고, 제조공정 중 불림공정은 통상적인 업체의 불림시간인 12시간으로 설정하여 시료를 수집하였다. 또한 불림 온도 및 시간에 따른 미생물 오염도를 확인하기 위하여 계절별(1, 4, 8, 10월), 여름철 불림 시간별, 여름철 불림 수온 조절 시간별로 시료를 수집하였다. 쌀과 모시잎, 쑥, 콩, 가공품 등의 원료는 각 업체에서 떡 제조에 사용되는 것을 사용하였고, 제조공정 중 생산되는 시료는 각 업체별로 300 g 이상 채취하여 멸균백(Supplied by 3M in Korea)에 담았다. 작업에 사용되는 기기설비(세척기, 불림조, 분쇄기, 혼합기, 성형기)는 제품과 직접 접촉하는 면을 채취면적(10 cm×10 cm)에 대해 Swab kit (3M e-Swab, 3M China Ltd, Shanghai, China)를 사용하여 검체를 채취하였다. 채취한 시료는 밀봉한 후 냉장(5°C이하) 상태로 운반하여 위생지표세균(일반세균, 대장균, 대장균군)과 식중독 미생물(*Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Bacillus cereus, Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes,* Enterohemorrhagic *Esherichia coli* (EHEC))을 분석하였다.

시료의 전처리

미생물 오염도 분석을 위하여 채취한 시료 중 원료와 각 제조공정 단계별 반제품을 25 g 씩 stomacher bag에 넣고 0.85% 멸균 생리식염수 225 mL와 함께 stomacher (Bagmixer, Interscience, Saint Nom, France)에서 균질화하여 사용하였다. 전처리 공정은 식품공전[23] 시험법을 기준으로 무균적으로 실시하였으며, 세균수는 log CFU/g 값으로 환산하여 표기하였다.

위생지표세균 및 식중독 미생물 분석

위생지표세균 및 식중독 미생물 분석 방법은 식품공전 제7.일반시험법[23]을 기준으로 실시하였다. 일반세균 분석은 전처리한 시료 1 mL를 0.85% 멸균 생리식염수 9 mL와 혼합한 후 단계별로 희석하였다. 각 단계별 희석액 1 mL를 취하여 표준한천평판배지(Plate Count Agar, Hampshire, England)에 가한 후 35±1°C에서 24±2시간 배양한 후 15-300개의 집락을 형성한 평판의 집락수를 계산하여 희석배수를 곱해 계수하였다. 대장균군 및 대장균 분석은 전처리한 시료 1 mL를 0.85% 멸균 생리식염수 9 mL와 혼합한 후 단계별로 희석하였다. 각 단계별 희석액 1 mL를 취하여 대장균 건조필름배지(3M Petrifil E.coli/Coliforms Count Plate, USA)에 가한 후 35±1°C에서 24±2시간 배양하여 대장균군은 붉은색 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락수를 계수하여 희석배수를 곱해 대장균군 수를 산출하고, 대장균은 푸른색 집락중 주위에 기포를 형성한 집락수를 계수하여 대장균 수를 산출하였다.

S. aureus 분석은 전처리 한 시료를 Tryptic soy broth (TSB, Becton Dickinson, Sparks, MD, USA) 배지에 가한 후 36±1°C에서 21±3시간 배양하였다. 그 후 Baird Parker Agar (BPA, Becton Dickinson, Sparks, MD., USA)에 접종하여 36±1°C에서 21±3시간 배양한 뒤 검정색 집락에 투

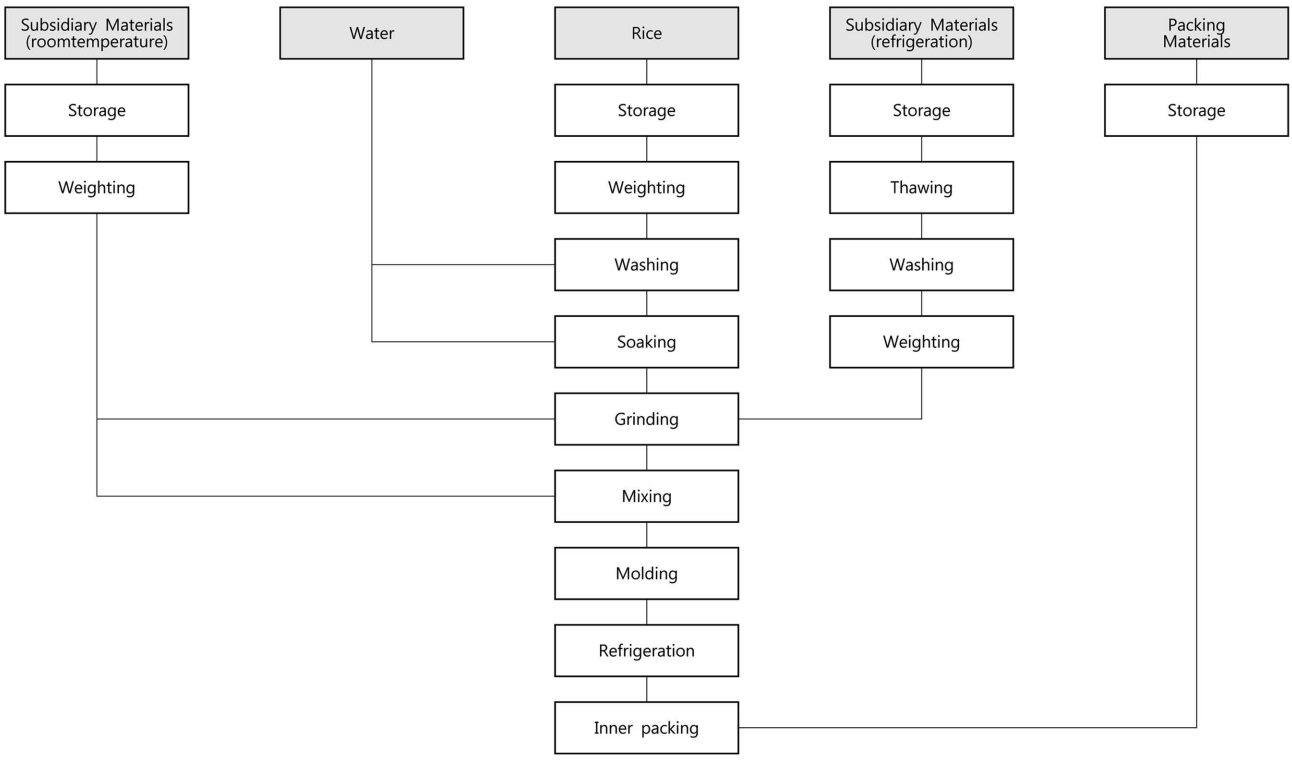

Fig. 1. Manufacturing processes of rice cakes.

명한 띠로 둘러싸인 광택이 나타나면 확인 시험을 실시하였다. *Salmonella* spp. 분석은 전처리 한 시료를 36±1°C에서 21±3시간 배양한 후 이 배양액 1 mL를 취하여 Tetrathionate 배지 10 mL에 첨가함과 동시에 Rappaport-Vassiliadis 배지(RV, England) 10 mL에 배양액 0.1 mL를 첨가하여 각 36±1°C 및 41.5±1.0°C에서 22±2시간 동안 동시 2차 증균 배양하였다. 그 후 Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) agar (Oxoid, Hampshire, UK)에서 36±1°C에서 22±2시간 배양하여 의심집락을 확인 시험을 실시하였다. *B. cereus* 분석은 전처리 한 시료를 균질화한 후 MYP 한천배지(Mannitol Egg Yolk Polmyxin Agar, Oxoid)에 가한 후 30°C에서 24시간을 배양하여 분홍색 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환 집락을 생화학적 검사를 실시하여 판정하였다. *L. monocytogenes* 분석은 시료 25 g과 Listeria 배지(Listeria Enrichment Broth, Oxoid) 225 mL를 잘 혼합하여 균질화 한 후 30°C에서 48시간 배양하고, 배양액 0.1 mL를 취하여 Fraser Listeria Broth (FB, Oxoid)에 10 mL 첨가하여 36±1°C에서 24-48시간 배양하였다. 증균 배양액을 Oxford Agar (Listeria Selective Agar, Oxoid)에 접종하고, 36±1°C에서 24-48시간 배양 후 검은색 집락이 확인되면 Tryptic soy agar (Oxoid)에 접종하여 30°C에서 24-48시간에 배양하여 의심집락에 대한 그람염색 및 생화학적 검사를 실시하여 판정을 하였다. EHEC 분석은 시료 25 g과 mTSB (Oxoid)를 잘 혼합하여 36±1°C에서 24±2시간 증균 배양 후 각 증균 배양액 2 mL 취하여 유전자 PCR을 통해 확인 시험을 실시하였다. 배로독소(VT1/VY2) 양성 집락을 대상으로 그람염색을 실시하였고, 그람양성인 간균을 생화학적 검사를 실시하여 판정하였다. *C. perfringens* 분석은 전처리 한 시료 1 mL를 0.85%의 멸균 생리식염수 9 mL와 혼합 후 단계별로 희석하였다. 희석액 1 mL를 44±1°C로 유지한 난황을 첨가하지 않은 TSC (Tryptose Sulfite Cycloserine, Oxoid) 한천배지 10-15 mL를 가하여 잘 혼합한 후 응고시킨다. 응고된 배지 위에 다시 동일한 배지 10 mL를 가하여 중첩시킨 후 36±1°C에서 24±2시간을 배양하였다. 150개 이하의 전형적인 검은색 집락이 확인된 평판을 생화학적 검사를 실시하여 판정하였다.

불림공정의 불림 수온 측정

떡류의 불림은 세척을 완료한 쌀 10 kg당 물 15 L 비율로 진행하였다. 불림공정 단계에서 불림 시간에 따른 불림 수온의 변화는 3시간 간격으로 12시간까지 측정하였고, 측정에 사용한 온도계는 공인기관에서 검·교정을 받은 Type K Thermometer CENTER300 (Center Technology Corp., New Taipei city, Taiwan)를 이용하였다.

불림공정의 불림 수온 조절

불림공정의 불림 수 온도를 조절하기 위하여 쌀 10 kg당

1 L 냉동 얼음팩 비율로 불림조에 넣어 불림 수 온도를 조절하는 방법으로 실험을 실시하였다. 불림공정에 따른 불림 수 온도 변화는 3시간 간격으로 12시간까지 측정하였다.

통계 및 분석

모든 실험은 3회 반복으로 수행되었으며, 분석된 실험결과는 Korea Plus Statistics (Embedded on SPSS Statistics 27, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 미생물의 평균과 표준편차를 계산하였고, 분산분석 ANOVA (Analysis of variance)를 실시하였으며, Duncan's multiple range test를 이용하여 유의수준 0.05이하에서 각 샘플간의 유의성을 검증하였다.

Results and Discussion

원료의 미생물학적 오염도 분석

떡류 제조에 사용되는 원재료에 대한 미생물 오염도 분석 결과(Table 1), 일반세균수는 주원료인 멥쌀에서 3개 업체 모두 3.61-3.82 log CFU/g 수준으로 검출되었다. 냉동보관 부재료인 쑥과 모시잎에서는 각각 2.69-5.08과 4.26-4.63 log CFU/g 검출되었고, 실온보관 부재료인 동부콩과 참깨에서는 각각 3.76-3.86과 2.88-2.99 log CFU/g 검출되었으며, 기타 가공품에서는 3.91-4.63 log CFU/g 검출되었다. 대장균군은 멥쌀에서 0.43-1.53 log CFU/g 수준으로 검출되었고, 쑥과 모시잎에서 각각 0.67-1.30과 1.48-1.78 log CFU/g 검출되었다. 동부콩과 참깨에서는 각각 1.10-1.26과 ND-1.78 log CFU/g 검출되었으며, 기타 가공품에서는 1.20-1.96 log CFU/g 검출되었다. 그러나 모든 업체의 원료에서 *E. coli* 및 식중독 미생물인 *S. aureus, C. perfringens, B. cereus, Salmonella* spp., *L. monocytogenes,* EHEC는 검출되지 않아 본 연구에서 사용한 원재료는 안전한 수준인 것으로 판단되었다.

제조공정에 따른 미생물학적 오염도 분석

3개 업체의 제조공정별 위생지표세균 및 식중독 미생물의 오염도 분석 결과(Table 2), 일반세균은 세척 및 불림공정에서 2.71-3.73 및 6.60-6.66 log CFU/g로 불림공정에서 급격한 증가를 보였으며, 분쇄, 혼합, 성형 및 냉동공

Table 1. Microbial contamination levels of raw materials from the manufacture

(Unit : log CFU/g)

Material	Comany	TAB[3]	Coliforms	*E. coli*	*S. aureus*	*C. perfringens*	*B. cereus*	*Salmonella* spp.	*L. mono-cytogenes*	EHEC[4]
Rice	A	3.64±0.15[1]	0.43±0.75	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	3.82±0.14	1.53±0.21	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	3.61±0.10	1.16±0.28	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mugwort	A	2.69±0.20	0.67±0.58	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	4.20±0.16	1.30±0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	5.08±0.15	1.00±0.00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Boehmeria nivea	A	4.36±0.14	1.48±0.19	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	4.26±0.20	1.60±0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	4.63±0.17	1.78±0.15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Black-eyed bean	A	3.81±0.14	1.18±0.28	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	3.76±0.15	1.10±0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	3.86±0.07	1.26±0.24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sesame	A	2.94±0.17	ND[2]	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	2.99±0.17	1.78±0.14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	2.88±0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Processed foods[5]	A	4.55±0.19	1.50±0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	3.91±0.12	1.20±0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	4.63±0.10	1.96±0.19	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

[1] Mean±Standard deviation (n=3).
[2] ND : Not Detected <1.0 log CFU/g.
[3] TAB : Total aerobic bacteria.
[4] EHEC : Enterohemorrhagic *E. coli.*
[5] Processed foods : sugar, salt.

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

(Unit : log CFU/g)

Material	Company	TAB[3)]	Coliforms	*E. coli*	*S. aureus*	*C. perfringens*	*B. cereus*	*Salmonella* spp.	*L. monocytogenes*	EHEC[4)]
Washing	A	3.73±0.211)	1.48±0.18	ND[2)]	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	2.71±0.18	1.54±0.06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	3.36±0.10	1.54±0.10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Soaking	A	6.60±0.25	4.34±0.34	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	6.63±0.16	4.41±0.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	6.66±0.21	4.26±0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Grinding	A	6.78±0.13	4.48±0.18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	7.53±0.20	4.63±0.15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	7.48±0.14	4.97±0.18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mixing	A	6.71±0.16	4.30±0.14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	7.68±0.12	4.43±0.24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	7.46±0.17	4.76±0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Molding	A	7.30±0.11	3.90±0.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	7.82±0.16	4.51±0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	7.43±0.12	4.92±0.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Refrigeration	A	6.82±0.15	2.78±0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	7.15±0.13	3.68±0.10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	7.00±0.12	3.66±0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

[1)] Mean±Standard deviation (n=3).
[2)] ND : Not Detected<1.0 log CFU/g.
[3)] TAB : Total aerobic bacteria.
[4)] EHEC : Enterohemorrhagic *E. coli*.

정에서는 각각 6.78-7.53, 6.71-7.68, 7.30-7.82 및 6.82-7.15 log CFU/g이 검출되어 불림공정 이후 높은 오염도를 나타내었다. 대장균군은 세척 및 불림공정에서 1.48-1.54 및 4.26-4.41 log CFU/g로 일반세균과 유사하게 불림공정에서 급격한 증가를 보였으며, 이후 공정에서는 2.78-4.97 log CFU/g이 검출되어 불림공정과 유사한 오염도를 나타내었다. 한편, 제조공정에서 *E. coli*를 비롯하여 식중독 미생물인 *S. aureus, C. perfringens, B. cereus, Salmonella* spp., *L. monocytogenes,* EHEC는 검출되지 않았다.

식품공전법상 떡류의 미생물 기준은 대장균 n=5, c=1, m=0, M=10로 규제하고 있으나, 이는 가열떡에 대한 기준으로 비가열떡에 대한 기준은 없는 실정이다. 이로 인해 비가열 냉동떡은 냉동식품의 기준인 일반세균 n=5, c=2, m=1,000,000, M=5,000,000, 대장균 n=5, c=2, m=0, M=10을[23)] 준수하여야 한다. 본 실험 결과, 3개 업체 모두 불림공정에서 급격히 증가한 미생물이 이후 공정에서 제어되지 않아 일반세균이 냉동식품의 법적인 기준을 초과하여 검출되었다. Jeong 등[21)]의 결과에서도 불림공정에서 일반세균이 4.91-8.17 log CFU/g 수준을 보여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다.

제조설비 오염도 분석

비가열 떡류 제조에 있어 불림공정 이후의 급격한 균수 증가에 대한 교차오염 확인을 위하여 제조설비 오염도를 확인하고자 하였다. 비가열 떡류 제조공정에 사용되는 제조설비의 세척 및 소독 후에 대한 오염도 분석 결과는 Table 3에 나타내었다. 떡류 제조설비의 세척 후 일반세균은 대부분의 설비에서 2.08-4.72 log CFU/100 cm^2 검출되었으며, 대장균군은 불림탱크를 제외한 대부분의 설비에서 0.83-2.66 log CFU/100 cm^2 검출되었다. 특히, 제조설비 중 분쇄기의 일반세균과 대장균군이 각각 4.36-4.72와 2.47-2.66 log CFU/100 cm^2로 높게 나타나 분쇄기의 세척이 원활하게 이루어지지 않았음이 확인되었다.

제조설비의 소독 후 오염도를 분석한 결과, 쌀 세척기에서는 3개 업체 모두 일반세균과 대장균군이 검출되지 않았다. 불림탱크에서는 B 업체에서만 일반세균이 1.42 log CFU/100 cm^2 수준으로 나타난 반면, A와 C 업체에서는 검출되지 않았다. 분쇄기의 일반세균은 1.69-2.11 log

Table 3. Microbial contamination levels of equipments before and after disinfection

(Unit : log CFU/100 cm^2)

Equipment	Company	Before disinfection		After disinfection	
		TAB[3]	Coliforms	TAB	Coliforms
Rice washing machine	A	3.40±0.09[1]	0.83±0.75	ND[2]	ND
	B	3.71±0.14	1.30±0.30	ND	ND
	C	3.36±0.21	1.00±0.00	ND	ND
Soaking tank	A	3.11±0.07	ND	ND	ND
	B	4.08±0.14	ND	1.42±0.10	ND
	C	4.41±0.18	1.10±0.17	ND	ND
Grinder machine	A	4.36±0.14	2.47±0.11	1.69±0.21	ND
	B	4.66±0.05	2.63±0.11	2.08±0.11	ND
	C	4.72±0.14	2.66±0.12	2.11±0.07	ND
Mixing machine	A	3.05±0.08	1.49±0.20	1.00±0.17	ND
	B	4.51±0.18	1.59±0.29	1.00±0.00	ND
	C	3.41±0.08	1.69±0.09	1.30±0.30	ND
Molding machine	A	2.08±0.15	1.30±0.30	1.00±0.00	ND
	B	3.20±0.17	0.83±0.75	1.30±0.00	ND
	C	3.28±0.27	1.50±0.17	1.49±0.20	ND

[1] Mean±Standard deviation (n=3).
[2] ND : Not Detected<1.0 log CFU/100 cm^2
[3] TAB : Total aerobic bacteria.

CFU/100 cm^2 수준으로 낮게 나타났지만, 대장균군은 검출되지 않았다. Bryan[24]은 식중독 요인 중 하나로 식품 제조설비의 부적절한 세척과 중복사용으로 생기는 교차오염을 지적하였다. 본 연구에서도 세척 후 제조설비에 대한 위해도가 높게 나타났지만 소독 후 제조설비에 대한 위해도는 낮게 나타나 불림공정 이후의 급격한 균수 증가 원인은 제조설비의 교차오염이 아닌 것으로 확인되었다.

결과적으로, 안전한 비가열 냉동 떡 생산을 위해서는 중요관리점인 세척공정 이후의 제조공정 관리가 필요하며, 이를 위해 불림공정에서 미생물 제어를 위한 선행요건 관리기준 수립이 필요할 것으로 판단된다.

계절별 제조공정의 미생물학적 오염도 분석

기상청에서 보고한 2020~20201년 우리나라 평균 기온은 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월) 및 겨울(12~2월) 계절별로 각각 12.4, 24.1, 14.5 및 0.6℃로 보고되었다[25]. 이에 불림 수 온도에 따른 미생물학적 오염도를 확인하기 위하여 계절에 따른 제조공정별 위생지표세균 및 식중독 미생물의 오염도를 분석하였다.

계절에 따른 초기 불림 수 온도는 봄(4월), 여름(8월), 가을(10월) 및 겨울(1월) 계절별로 각각 13.7, 19.4, 11.8 및 7.9°C로 측정되었고, 12시간 불림 후에는 봄, 가을 및 겨울은 평균 3°C가량 상승하였으나, 여름철엔 7.1°C 상승하였다. 특히 여름철의 불림 후 수온은 26.5°C로 미생물 생육 최적온도까지 상승하여 불림 수의 온도 관리 필요성을 확인할 수 있었다.

Table 4에서 보는 바와 같이 일반세균의 경우, 평균적으로 세척공정에서는 3.21-3.91 log CFU/g로 계절에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 불림공정의 경우, 여름에는 7.01 log CFU/g로 다른 계절에 비해 유의적으로 높게 나타났지만, 봄과 가을에는 각각 5.44와 4.99 log CFU/g로 유사한 경향을 나타내었으며, 겨울철에는 4.38 log CFU/g로 유의적으로 낮게 나타났다. 분쇄, 혼합 및 성형공정의 경우, 봄 5.24-5.32 log CFU/g, 여름 7.00-7.29 log CFU/g, 가을 4.96-5.19 log CFU/g, 겨울 4.08-4.49 log CFU/g로 나타나, 불림공정의 오염도와 유사한 수준을 나타내었다. 대장균군의 경우, 세척공정에서는 계절에 따른 유의적인 차이는 나타내지 않았으나, 불림공정에서는 여름철이 유의적으로 높게 나타났으며, 봄, 가을 및 겨울은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이후의 공정에서도 일반세균과 유사하게 불림공정의 오염도와 유사한 수준을 나타내다 냉동공정에서 급격히 감소하였다.

이상의 결과로 볼 때, 비가열 냉동떡의 제조과정에서 계절에 상관없이 불림공정에서 일반세균과 대장균군의 급격한 증가가 확인되었고, 이후의 공정에서 높은 미생물 오염도를 확인할 수 있었다. 특히 여름철 높은 불림 수 온

Table 4. Microbial contamination levels of manufacturing processes for rice cake products by season

(Unit : log CFU/g)

Process step	Company	Spring		Summer		Autumn		Winter	
		TAB[3)]	Coliforms	TAB	Coliforms	TAB	Coliforms	TAB	Coliforms
Washing	A	3.32±0.15[1)]	ND[2)]	3.11±0.22	1.00±0.00	3.58±0.11	ND	3.47±0.08	2.52±0.19
	B	2.72±0.09	ND	4.09±0.21	2.15±0.07	4.09±0.19	ND	3.90±0.29	ND
	C	3.59±0.14	ND	4.14±0.23	1.48±0.02	4.05±0.17	ND	3.74±0.10	ND
	Average	3.21±0.13[a4)]	ND[A5)]	3.78±0.22[a]	1.54±0.03[A]	3.91±0.16[a]	ND[A]	3.71±0.16[a]	0.84±0.06[A]
Soaking	A	5.80±0.14	3.11±0.11	7.01±0.07	4.11±0.15	4.87±0.06	2.52±0.13	4.50±0.10	2.26±0.09
	B	5.52±0.21	2.34±0.06	6.99±0.15	3.96±0.23	4.96±0.11	2.94±0.02	4.54±0.06	2.15±0.06
	C	5.01±0.26	2.20±0.05	7.02±0.25	3.81±0.16	5.15±0.09	2.36±0.08	4.09±0.06	1.78±0.02
	Average	5.44±0.20[b]	2.55±0.07[B]	7.01±0.16[a]	3.96±0.18[A]	4.99±0.08[b]	2.61±0.08[B]	4.38±0.07[c]	2.06±0.06[B]
Grinding	A	5.70±0.35	3.83±0.08	7.25±0.11	4.15±0.20	5.11±0.16	3.53±0.14	4.13±0.05	1.30±0.06
	B	5.22±0.18	2.99±0.12	6.97±0.09	3.87±0.16	4.92±0.06	3.15±0.16	4.13±0.16	1.65±0.02
	C	5.04±0.11	2.79±0.12	6.80±0.15	3.87±0.20	4.85±0.12	2.75±0.07	3.99±0.19	1.85±0.10
	Average	5.32±0.21[b]	3.20±0.11[B]	7.00±0.12[a]	3.96±0.19[A]	4.96±0.11[b]	3.14±0.12[B]	4.08±0.13[c]	1.60±0.06[C]
Mixing	A	5.29±0.22	3.98±0.21	7.22±0.16	4.08±0.21	5.10±0.14	3.76±0.11	4.51±0.10	1.18±0.04
	B	5.30±0.11	3.52±0.15	7.20±0.25	4.04±0.17	5.03±0.20	2.74±0.11	4.50±0.04	2.32±0.08
	C	5.28±0.18	2.99±0.15	7.27±0.05	4.08±0.18	5.38±0.17	2.89±0.15	4.27±0.08	1.95±0.08
	Average	5.29±0.17[b]	3.50±0.17[B]	7.23±0.15[a]	4.07±0.19[A]	5.17±0.17[b]	3.13±0.12[BC]	4.43±0.07[c]	1.82±0.07[C]
Molding	A	5.22±0.09	4.04±0.18	7.24±0.10	4.36±0.13	5.18±0.17	2.90±0.18	4.46±0.16	1.30±0.01
	B	5.21±0.22	3.76±0.14	7.17±0.12	4.04±0.21	4.98±0.11	3.52±0.14	4.58±0.08	2.27±0.10
	C	5.30±0.21	3.04±0.20	7.45±0.13	4.15±0.18	5.41±0.07	3.11±0.16	4.42±0.11	2.00±0.07
	Average	5.24±0.17[b]	3.62±0.17[B]	7.29±0.12[a]	4.18±0.17[A]	5.19±0.12[b]	3.18±0.16[BC]	4.49±0.11[c]	1.86±0.06[C]
Refrigeration	A	4.79±0.17	1.70±0.04	6.17±0.12	2.48±0.10	4.53±0.21	1.70±0.06	3.82±0.07	1.00±0.00
	B	4.76±0.10	2.15±0.04	6.27±0.13	2.46±0.12	4.62±0.09	1.00±0.00	3.91±0.15	1.54±0.02
	C	4.86±0.10	2.04±0.09	6.30±0.09	2.41±0.06	4.99±0.09	1.95±0.03	4.04±0.07	1.00±0.00
	Average	4.80±0.12[b]	1.96±0.06[AB]	6.24±0.11[a]	2.45±0.09[A]	4.71±0.13[b]	1.55±0.03[BC]	3.92±0.10[c]	1.18±0.01[C]

1)Mean±Standard deviation (n=3).
2)ND : Not Detected<1.0 log CFU/g.
3)TAB : Total aerobic bacteria.
4)Different lower-case letters (a, b, c) in the same row (TAB) indicate a significant difference according to Duncan's multiple test ($p<0.05$).
5)Different upper-case letters (A, B, C, etc.) in the same row (coliforms) indicate a significant difference according to Duncan's multiple test ($p<0.05$).

도가 미생물 증식에 영향을 미쳐 일반세균의 수치가 냉동식품의 기준규격을 초과하는 원인일 것으로 판단된다.

여름철 불림 시간에 따른 미생물학적 오염도 분석

여름철 불림공정 중 미생물 증식속도를 확인하기 위하여 세척공정 이후 불림시간별 제조공정에 따른 위생지표세균 및 식중독 미생물의 오염도 분석결과를 Table 5와 Fig. 2에 나타내었다.

초기 불림 수 온도는 19°C 정도였으나, 불림시간이 증가할수록 3개 업체 모두 증가하였고, 12시간 후에는 25.6-27.4°C까지 높게 나타났다. 특히 A 업체의 경우 불림 3시간부터 온도가 급격히 증가하였는데, 이는 작업장의 밀폐성이 다른 업체들에 비해 부족하여 외부 공기의 영향을 많이 받은 것으로 판단된다.

세척공정에서 일반세균 및 대장균군은 평균적으로 각각 4.01 및 1.88 log CFU/g 검출되었다. 불림공정에서 일반세균은 불림 3, 6 및 9시간에서 각각 5.63, 6.30 및 7.23 log CFU/g로 유의적으로 증가하였으나, 12시간에서는 7.38 log CFU/g로 9시간과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 대장균군의 경우, 불림 3, 6, 9 및 12시간에서 각각 2.10, 2.86, 3.40 및 4.14 log CFU/g로 나타나 불림시간이 길어질수록 대장균군의 수치도 유의적으로 증가하는 것을 확인하였다.

Table 5. Microbial contamination levels of manufacturing processes for rice cake products by summer soaking time

(Unit : log CFU/g)

Process step	Company	3 h		6 h		9 h		12 h	
		TAB[2)]	Coliforms	TAB	Coliforms	TAB	Coliforms	TAB	Coliforms
Washing	A	3.94±0.14[1)]	1.70±0.23	3.94±0.14	1.70±0.23	3.94±0.14	1.70±0.23	3.94±0.14	1.70±0.23
	B	4.60±0.16	2.48±0.06	4.60±0.16	2.48±0.06	4.60±0.16	2.48±0.06	4.60±0.16	2.48±0.06
	C	3.94±0.06	1.46±0.19	3.94±0.06	1.46±0.19	3.94±0.06	1.46±0.19	3.94±0.06	1.46±0.19
	Average	4.01±0.12	1.88±0.16	4.01±0.12	1.88±0.16	4.01±0.12	1.88±0.16	4.01±0.12	1.88±0.16
Soaking	A	5.65±0.21	2.32±0.09	6.38±0.19	3.00±0.19	7.04±0.13	3.53±0.22	7.30±0.25	5.26±0.18
	B	5.71±0.11	2.15±0.16	6.20±0.24	2.94±0.23	7.36±0.11	3.69±0.18	7.38±0.20	4.15±0.10
	C	5.54±0.17	1.84±0.13	6.32±0.19	2.65±0.16	7.28±0.35	2.99±0.14	7.45±0.29	3.81±0.25
	Average	5.63±0.16$^{c3)}$	2.10±0.13$^{C4)}$	6.30±0.21^{b}	2.86±0.19^{BC}	7.23±0.20^{a}	3.40±0.18^{B}	7.38±0.25^{a}	4.41±0.18^{A}
Grinding	A	5.80±0.11	2.18±0.12	5.97±0.25	3.53±0.16	7.07±0.26	3.83±0.11	7.13±0.16	5.08±0.16
	B	5.60±0.30	1.65±0.20	6.25±0.31	3.15±0.32	7.06±0.37	3.77±0.16	7.06±0.18	3.78±0.23
	C	5.60±0.28	2.00±0.20	6.27±0.34	2.75±0.12	7.11±0.15	3.04±0.24	7.33±0.18	3.83±0.21
	Average	5.67±0.23^{c}	1.94±0.17^{C}	6.16±0.30^{b}	3.14±0.20^{B}	7.08±0.26^{a}	3.55±0.17^{AB}	7.17±0.17^{a}	4.23±0.20^{A}
Mixing	A	5.96±0.16	2.54±0.17	6.37±0.11	3.76±0.20	7.11±0.15	3.77±0.13	7.12±0.24	5.08±0.14
	B	5.91±0.19	2.32±0.09	6.08±0.26	2.84±0.18	7.12±0.17	3.84±0.20	7.13±0.11	4.11±0.17
	C	5.87±0.18	1.95±0.10	6.36±0.20	3.45±0.26	7.26±0.16	2.85±0.10	7.46±0.16	4.08±0.19
	Average	5.91±0.18^{c}	2.27±0.12^{C}	6.27±0.19^{b}	3.35±0.21^{B}	7.16±0.16^{a}	3.49±0.14^{B}	7.24±0.17^{a}	4.42±0.17^{A}
Molding	A	5.96±0.34	2.70±0.18	6.56±0.18	2.90±0.09	7.16±0.17	4.04±0.20	7.26±0.30	5.36±0.14
	B	5.96±0.14	2.72±0.15	6.11±0.07	3.41±0.19	7.12±0.22	3.76±0.22	7.15±0.16	4.04±0.25
	C	5.94±0.05	2.12±0.09	6.41±0.18	3.11±0.18	7.33±0.11	3.52±0.18	7.51±0.14	4.52±0.14
	Average	5.95±0.18^{c}	2.54±0.14^{C}	6.36±0.14^{b}	3.14±0.15^{BC}	7.20±0.17^{a}	3.77±0.20^{B}	7.31±0.20^{a}	4.64±0.18^{A}
Refrigera-tion	A	5.40±0.18	1.20±0.12	5.59±0.10	1.70±0.14	6.16±0.22	2.32±0.15	6.29±0.19	2.48±0.10
	B	5.64±0.17	1.54±0.06	5.49±0.16	1.30±0.14	5.98±0.13	2.15±0.18	6.01±0.15	2.61±0.17
	C	5.64±0.30	1.00±0.00	5.79±0.14	1.95±0.12	6.10±0.08	2.04±0.10	6.28±0.19	2.60±0.18
	Average	5.56±0.22^{b}	1.25±0.06^{B}	5.62±0.13^{b}	1.65±0.13^{B}	6.08±0.14^{a}	2.17±0.14^{A}	6.19±0.18^{a}	2.56±0.15^{A}

[1)] Mean±Standard deviation (n=3).
[2)] TAB : Total aerobic bacteria.
[3)] Different lower-case letters (a, b, c) in the same row (TAB) indicate a significant difference according to Duncan's multiple test (P<0.05).
[4)] Different upper-case letters (A, B, C, etc.) in the same row (coliforms) indicate a significant difference according to Duncan's multiple test (P<0.05).

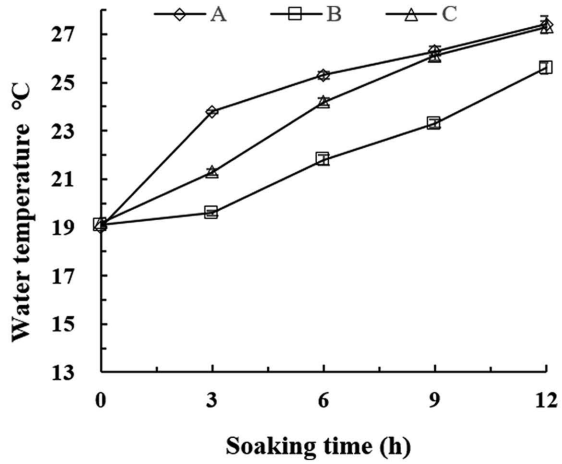

Fig. 2. Change of water temperature according to soaking time in summer. A, B, C ; Rice cake company. The data represents the mean±SD (n=3).

분쇄, 혼합 및 성형공정에서 일반세균 및 대장균군은 불림 3, 6, 9 및 12시간에서 불림공정의 오염도와 유사한 경향을 나타내었다. 냉동공정의 경우, 일반세균은 및 대장균군은 불림 3과 6시간에서 각각 5.56 및 1.25 log CFU/g와 5.62 및 1.65 log CFU/g로 감소하였고, 9와 12시간에서는 각각 6.08 및 2.17 log CFU/g와 6.19 및 2.56 log CFU/g로 3 및 6시간에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

이상의 결과로 볼 때, 여름철 불림공정에서 3시간 이상 불릴 경우 냉동 이후에도 일반세균이 냉동식품의 법적인 기준을 초과하므로 떡류 제조업체에서 현장에 적용 가능한 불림 수 온도관리가 필요할 것으로 판단된다.

여름철 불림 수 온도조절에 따른 미생물학적 오염도 분석

비가열 냉동떡 제조과정에서 불림 수 온도가 높아질수

Table 6. Microbial contamination levels of manufacturing processes for rice cake products by summer soaking temperature control

(Unit : log CFU/g)

Process step	Company	3 h		6 h		9 h		12 h	
		TAB[2)]	Coliforms	TAB	Coliforms	TAB	Coliforms	TAB	Coliforms
Washing	A	3.61±0.11[1)]	2.01±0.26	3.61±0.11	2.01±0.26	3.61±0.11	2.01±0.26	3.61±0.11	2.01±0.26
	B	3.49±0.07	1.45±0.16	3.49±0.07	1.45±0.16	3.49±0.07	1.45±0.16	3.49±0.07	1.45±0.16
	C	3.72±0.14	1.00±0.19	3.72±0.14	1.00±0.19	3.72±0.14	1.00±0.19	3.72±0.14	1.00±0.19
	Average	3.61±0.11	1.49±0.20	3.61±0.11	1.49±0.20	3.61±0.11	1.49±0.20	3.61±0.11	1.49±0.20
Soaking	A	4.91±0.12	2.54±0.15	5.04±0.19	2.64±0.08	5.83±0.30	3.15±0.10	5.61±0.15	3.59±0.14
	B	4.83±0.19	1.78±0.13	5.11±0.17	2.12±0.14	5.60±0.23	2.66±0.22	5.58±0.13	2.94±0.17
	C	4.93±0.20	1.63±0.18	5.20±0.08	2.00±0.12	5.32±0.22	2.21±0.10	5.59±0.10	2.30±0.14
	Average	4.89±0.17[b3)]	1.98±0.15[A4)]	5.12±0.15[b]	2.25±0.11[A]	5.58±0.25[a]	2.67±0.14[A]	5.59±0.13[a]	2.94±0.15[A]
Grinding	A	3.87±0.17	2.82±0.20	4.04±0.14	2.43±0.18	4.63±0.18	2.60±0.11	4.58±0.21	3.76±0.13
	B	4.53±0.11	1.65±0.15	4.99±0.12	2.01±0.26	5.15±0.27	2.65±0.24	5.23±0.16	3.10±0.12
	C	4.88±0.12	1.52±0.20	5.15±0.25	2.26±0.10	5.28±0.14	2.12±0.21	5.45±0.12	2.57±0.19
	Average	4.43±0.13[a]	2.00±0.18[B]	4.73±0.17[a]	2.23±0.18[AB]	5.02±0.20[a]	2.46±0.19[AB]	5.09±0.16[a]	3.14±0.15[B]
Mixing	A	5.05±0.10	2.86±0.17	5.32±0.11	2.95±0.14	5.74±0.20	3.77±0.18	5.63±0.19	3.83±0.10
	B	5.23±0.16	2.00±0.19	5.41±0.17	2.60±0.19	5.60±0.06	3.05±0.18	5.61±0.21	3.15±0.19
	C	5.26±0.15	1.94±0.18	5.40±0.12	2.62±0.24	5.46±0.19	2.64±0.14	5.61±0.20	2.72±0.12
	Average	5.18±0.14[c]	2.27±0.15[A]	5.38±0.13[b]	2.72±0.19[A]	5.60±0.15[a]	3.15±0.17[A]	5.62±0.20[a]	3.23±0.14[A]
Molding	A	5.20±0.13	3.02±0.14	5.46±0.18	3.26±0.21	5.77±0.28	3.98±0.15	5.84±0.24	4.08±0.19
	B	5.36±0.13	2.62±0.15	5.53±0.20	2.75±0.14	5.83±0.14	3.42±0.13	5.71±0.19	3.50±0.25
	C	5.32±0.12	2.22±0.10	5.51±0.19	3.00±0.16	5.57±0.30	2.68±0.16	5.86±0.25	3.01±0.14
	Average	5.30±0.13[c]	2.62±0.13[A]	5.50±0.19[b]	3.00±0.17[A]	5.72±0.24[a]	3.36±0.15[A]	5.80±0.23[a]	3.53±0.19[A]
Refrigeration	A	4.65±0.16	1.70±0.12	4.66±0.07	1.95±0.15	4.83±0.14	2.04±0.20	4.63±0.17	2.15±0.18
	B	4.04±0.15	1.30±0.14	4.08±0.10	1.95±0.18	4.18±0.12	2.00±0.12	4.11±0.11	1.95±0.14
	C	4.20±0.16	1.10±0.17	4.15±0.13	1.60±0.12	4.45±0.10	1.64±0.15	4.51±0.14	1.82±0.16
	Average	4.30±0.16[a]	1.37±0.14[B]	4.30±0.10[a]	1.83±0.15[A]	4.49±0.12[a]	1.89±0.16[A]	4.42±0.14[a]	1.97±0.16[A]

[1)] Mean±Standard deviation (n=3).
[2)] TAB : Total aerobic bacteria.
[3)] Different lower-case letters (a, b, c) in the same row (TAB) indicate a significant difference according to Duncan's multiple test (P<0.05).
[4)] Different upper-case letters (A, B, C, etc.) in the same row (coliforms) indicate a significant difference according to Duncan's multiple test (P<0.05).

록 미생물 오염도가 높아지는 것이 확인되었다. 따라서 불림공정의 미생물 오염도를 낮추고 이후의 공정에서 교차오염을 예방할 목적으로 불림 수 온도조절을 통한 저감화 효과를 확인하였다. 불림 수 온도를 조절하는 방법으로 불림공정 진행 시 계속적인 불림 수를 공급하여 넘치게 하는 방법, 불림 수를 주기적으로 교체하는 방법, 얼음팩을 이용하여 불림 수의 온도를 조절하는 방법 등이 있다. 본 연구에서는 떡류 제조가공업체에서 쉽게 온도를 조절하는 방법인 얼음팩을 이용하여 불림 수 온도를 조절하는 방법으로 실험을 진행하였다. 여름철 3개 업체의 세척공정 이후 불림 수 온도를 조절하여 불림시간별 제조공정 단계에 따른 위생지표세균 및 식중독 미생물의 오염도 분석결과는 Fig. 3 및 Table 6과 같다.

얼음팩을 이용하여 불림 수 온도를 조절한 결과, 초기

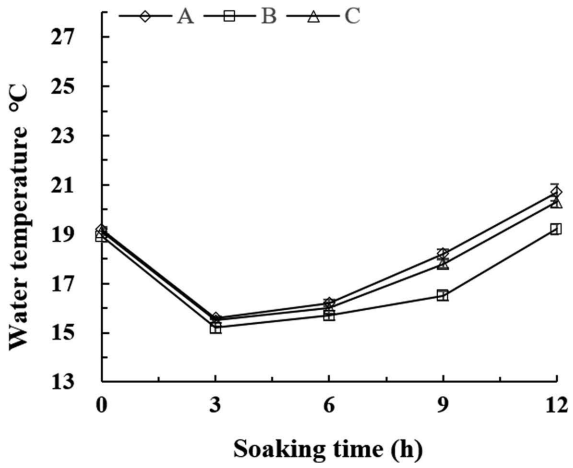

Fig. 3. Change of water temperature according to soaking water temperature control in summer. A, B, C ; Rice cake company. The data represents the mean±SD (n=3).

온도는 19.1°C 이었으나 불림 3시간 에는 15.4°C로 약 4°C 낮게 유지되었으며 불림 6시간에는 16.0°C로 유지되었다. 그러나 불림 9시간에는 17.5°C까지 증가하였으며, 특히 불림 12시간에는 20.1°C까지 증가하여 초기 수온보다도 1°C 높게 나타났다. 이는 앞서 진행한 여름철 불림공정시간에 따른 불림 수 온도 변화와 비교했을 때, 불림공정 12시간 후 불림 수 온도보다 약 7°C 낮은 수치로 얼음팩을 이용하여 불림 수의 온도를 조절하는 것이 가능함을 확인하였다.

불림 수 온도조절 전 초기 세척공정에서 일반세균은 평균적으로 3.61 log CFU/g로 검출되었고, 불림 수 온도를 조절한 불림공정에서는 3 및 6시간에서는 4.89 및 5.12 log CFU/g이 검출되었으나 9 및 12시간에서는 5.58 및 5.59 log CFU/g이 검출되어 유의적으로 높게 나타났다. 분쇄공정에서는 4.43-5.09 log CFU/g이 검출되어 불림시간에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 혼합 및 성형공정의 경우 불림시간이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났다. 냉동공정에서는 4.30-4.49 log CFU/g로 감소하였고, 시간에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았다.

대장균군의 경우, 냉동공정을 제외한 대부분의 공정에서 시간에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 냉동공정에서는 불림 3시간에서 1.37 log CFU/g로 유의적으로 낮게 나타났고, 불림 6, 9 및 12시간 이후에서는 각각 1.83, 1.89 및 1.97 log CFU/g로 유의적 차이를 나타내지 않았다.

결과적으로 여름철 불림 수 온도를 조절하여 불림시간에 따른 미생물 오염도를 확인한 결과 3, 6, 9 및 12시간 모두 법적인 기준을 초과하지 않았다. 이는 불림공정의 초기 불림 수 온도를 조절함으로써 미생물의 오염도가 불림 수 온도를 조절하기 전보다 낮게 나타난 것으로 여름철 불림 수 온도를 조절하여 불림공정을 실시할 경우, 미생물 오염도에 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

국문요약

본 연구에서는 비가열 떡 제조업체 3곳을 대상으로 원재료, 제조설비 및 계절별 제조공정에 대한 미생물 오염도를 분석하였고, 여름철 불림 시간에 따른 미생물 오염도 및 불림 수 온도 조절을 통한 미생물 저감 효과를 확인하고자 하였다. 3업체의 원재료 일반세균수는 2.69-5.08 log CFU/g 범위로 검출되었으나 제조공정 중 불림공정에서 미생물 오염도가 급격히 증가함을 확인하였다. 계절에 따른 제조공정별 미생물 오염도 분석결과, 여름철 불림공정에서 일반세균 및 대장균군이 7.01 및 3.96 log CFU/g로 다른 계절에 비해 유의적으로 높게 나타났고, 이후 공정에서도 높은 오염도를 유지하여 냉동공정에서 일반세균이 6.24 log CFU/g로 법적인 기준을 초과하여 검출되었다.

여름철 불림 초기 수온은 19.1°C에서 불림 12시간 후 26.8°C까지 상승하였고, 불림시간에(3, 6, 9, 12 h) 따른 제조공정별 미생물 오염도 분석결과, 불림시간이 길어질수록 미생물 오염도가 유의적으로 높게 나타났고, 불림 9시간 이후부터 냉동공정의 일반세균 수치가 냉동식품의 법적인 기준을 초과하여 검출되었다. 여름철 불림 수의 온도 상승을 억제하기 위하여 얼음팩을 이용하여 불림 수온을 조절한 결과, 불림 12시간까지 20.1°C로 유지되어 조절 전보다 약 7°C가량 낮게 나타났다. 이에 따른 제조공정별 미생물 오염도 분석결과, 3업체의 불림 12시간 이후 냉동공정 일반세균 평균값이 4.42 log CFU/g로 조절 전보다 1.77 log CFU/g 감소한 것으로 확인되었다. 이상의 결과로 볼 때, 안전한 비가열 냉동떡 생산을 위해서는 업체에 맞는 불림시간 및 불림 수 온도조절 등의 선행요건 관리기준 설정이 필요하며, 이러한 선행요건 관리기준의 적용으로 비가열 냉동떡 제조 HACCP system의 안전성이 확립될 수 있을 것으로 판단되었다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Yong-Sik Yoon https://orcid.org/0000-0001-9590-531X
Eun-In Yang https://orcid.org/0000-0003-4667-8709
Young-Soo Kim https://orcid.org/0000-0003-1308-4453

References

1. Korea Agro-Fisheries & Food Distribution Corporation, (2021, May 22), 2020 Processed Food Segment Market Status(Rice processed food) [Information]. Retrieved from https://www.atfis.or.kr/home/board/FB0027.do?act=read&bpoId=3659&bcaId=0&pageIndex=1
2. Korea Agro-Fisheries & Food Distribution Corporation, (2021, May 22), 2020 Food Industry Market and Consumer Trend Analysis [Information]. Retrieved from https://www.atfis.or.kr/home/board/FB0003.do?act=read&bpoId=3650&bcaId=0&pageIndex=4
3. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2021, February 25). Food Sanitation Act [Law]. Retrieved from https://www.law.go.kr/LSW/lsSc.do?section=&menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%EC%8B%9D%ED%92%88%EC%9C%84%EC%83%9D%EB%B2%95#undefined
4. Food Information Statistics System, (2021, May 22), 2018 Food Industry Statistics. Statistics Korea (Rice cake / Korea traditional cookies market) [Information]. Retrieved from https://www.atfis.or.kr/home/board/FB0027.do?act=read&bpoId=3051
5. Korea Consumer Agency, (2021, May 22), Result report on

the safety status of rice cakes distributed in the market [Information]. Retrieved from https://www.kca.go.kr/smartconsumer/synapviewer.do?menukey=7301&fno=10009668&bid=00000146&did=1001038876

6. Park, S.G., Development of HACCP System through Thermal and UV sterilization process management and SSOP : for rice-cake dried products. PhD thesis, Dept, Food & Nutrition graduate school of Hanyang university, Seoul, Korea. (2018)
7. Climate Change Information Center, (2021, May 22), Establishment of climate change status and countermeasures [Information], Retrieved from http://www.climate.go.kr/home/bbs/view.php?code=52&bname=domestic&vcode=3742&cpage=5&vNum=40&skind=&sword=&category1=&category2=
8. Korea Agency of HACCP Accredition and Services, (2021, May 22), A study on measures to improve food safety management and HACCP system in response to climate change [Information], Retrieved from http://www.haccp.or.kr/user/boardDetail.do
9. Kim, S.S., Chung, H.Y., Effects of carbohydrate materials on retarding retrogradation of a Korea rice cake(*Karedduk*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **36,** 1320-1325 (2007).
10. Hwang, S.J., Kim, J.W., Effects of roots powder of balloonflowers on general composition and quality characteristics of Sulgidduk. *Korean J. Food Culture,* **22,** 77-82 (2007).
11. Shin, Y.J., Park, G.S., Quality characteristics of apricot Sulgodduk with different addition amounts of apricot juice. *Korean J. Food Cookery Sci.,* **22,** 882-889 (2006).
12. Yoon, S.J., Jang, M.S., Characteristics of quality in Jeolpyun with different amounts of ramie. *Korea J. Food Cookery Sci.,* **22,** 636-641 (2006).
13. Chae, K.Y., Hong, J.S., The quality characteristics of Jeolpyun with different amount of Job's Tears Flour. *Korea J. Food Cookery Sci.,* **23,** 770-776 (2007).
14. Kang, Y.S., Chae, K.Y., Hong, J.S., Study on the quality characteristics of polished rice, brown rice and black rice Jeolpyeon by the addition of astringent persimmon concentrate. *Korea J. Food Cookery Sci.,* **23,** 50-61 (2007).
15. Han, K.Y., Yoon, S.J., Quality characteristics of lotus leaf Jeolpyun during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **36,** 1604-1611 (2007)
16. Moon, E.W., Hun, J.O., Park, H.J., Park, J.S., Lee, M.K., Na, H.S., Quality properties of rice cake containing *Artemisia annua* L. powder. *Korean J. Food Preserv.,* **22,** 811-816 (2015).
17. Lee, N.G., Quality characteristics of Jeolpyeon by different ratios of green laver powder. *The Journal of the Convergence on Culture Technology,* **4,** 295-300 (2018).
18. Jeon, S.H., Jung, M.J., Chung, K.H., Yoon, J.A., An, J.H., Quality characteristics and biological activities of Jeolpyeon added with rice Bran. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **48,** 630-639 (2019).
19. Shin, A.C., Park, H.J., Song, J.C., Optimization of modified starches on retrogradation of Korea rice cake(*Graeduk*). *Korean J. Food & Nutr.,* **19,** 279-287 (2006).
20. Shin, A.C., Song, J.C., Suppression functions of retrogradation in Korea rice cake(*Garaeduk*) by various surfactants. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **33,** 1218-1223 (2004).
21. Jeong, S.H., Choi, S.Y., Cho, J.L., 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).
22. Choi, S.Y., Jeong, S.H., Jeong, M.S., Park, K.H., Jeong, Y.G., Cho, J.I., Lee, S.H., Hwang, I.G., Bahk, G.J., Oh, D.H., Chun, H.S., Ha, S.D., A monitoring for the management of microbiological hazard in rice cake by climate change. *J. Food Hyg. Saf.,* **27,** 301-305 (2012).
23. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2021, February 25). Korea Food Code [Law]. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263
24. Bryan, F.L., Factors that contribute to outbreaks of food borne disease. *J. Food Prot.,* **41,** 816-822 (1978).
25. Climate Change Information Center, (2022, November 3), Present condition of temperature in Korea [Information], Retrieved from http://www.climate.go.kr/home/05_prediction_new/predict04_01.php