pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 27, No. 4, pp. 420~426 (2012)

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

# 당면의 제조공정별 미생물학적 위해요소 분석

**천진영 · 양지혜 · 김민정[1] · 이수미[1] · 차명화 · 박기환[2] · 류경***
영남대학교 식품영양학과, [1](주)아워홈 식품연구원, [2]중앙대학교 식품공학부

# Microbial Hazard Analysis of Manufacturing Processes for Starch Noodle

Jin-Young Cheon, Ji Hye Yang, Min Jeong Kim[1], Su-Mi Lee[1], Myeonghwa Cha, Ki-Hwan Park[2], and Kyung Ryu*
*Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, Korea*
*[1]Ourhome Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 462-819, Korea*
*[2]Department of Food Science & Technology, Chung-Ang University, Gyeonggi 456-756, Korea*
(Received May 14, 2012/Revised July 17, 2012/Accepted October 19, 2012)

**ABSTRACT** - The purpose of this study was to identify control points through microbiological hazard analysis in the manufacturing processes of starch noodles. Samples were collected from the ingredients, manufacturing processes, equipment and environment. Microbiological hazard assessments were performed using aerobic plate counts (APC), Enterobacteriaceae (EB), *E. coli* and five pathogens including *B. cereus, E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes, Salmonella* spp., and *S. aureus.* The APC levels in raw materials were from 2.12 to 3.83 log CFU/g. The contamination levels after kneading were 4.31 log CFU/g for APCs and 2.88 log CFU/g for EB counts. APCs decreased to 1.63 log CFU/g and EB were not detected after gelatinization, but their levels slightly increased upon cooling, cutting, ripening, freezing, thawing, and separating. The reuse of cooling and coating water would be a critical source of microbial increase after cooling. After drying, APCs and EB counts decreased to 5.05 log CFU/g and 2.74 log CFU/g, respectively, and the levels were maintained to final products. These results suggest that the cooling process is a critical control point for microbiological safety, and the cooling water should be treated and controlled to prevent cross contamination by pre-requisite program.

**Key words:** Starch noodle, Hazard analysis, Microbiological safety, Control point

당면은 우리나라 전통 식품의 하나이며, 주원료인 전분의 호화와 노화를 이용하여 만든 전분국수의 일종이다[1]. 한국에서 소비되는 대표적인 전분국수인 당면은 분탕(粉湯), 호면(胡麵), 두면(豆麵) 및 동면(凍麵) 등 다양한 이름으로 불리며 최초의 당면은 녹두에서 전분을 추출하여 만들어졌다. 녹두전분으로 만든 당면은 조리 후 금방 퍼지고 옥수수전분을 이용해 만든 당면은 고구마전분으로 만든 당면보다 쫄깃함이 덜하여 현재는 고구마전분으로 만들어지고 있다[2]. 고구마전분은 가장 보편적으로 이용되는 옥수수전분에 비해 페이스트의 점도가 높고 투명하여 젤(gel)의 특성이 우수하며 냉 · 해동 공정에 안정하여 저온유통되는 식품의 이용에도 바람직하다고 알려져 있다[3].

국내 당면시장은 1987년 WTO (World Trade Organization) 협약에 의한 개방과 더불어 중국으로부터 당면과 고구마전분의 수입량이 지속적으로 증가하여 현재 국내에서 소비되는 물량의 절반 이상이 중국에서 수입되고 있다[2]. 면류 품목별 수입 현황을 살펴보면 당면류가 가장 많은 수입량을 차지하고 있음을 알 수 있다. 국내 면류 제조 업소는 꾸준히 증가하고 있는 반면 당면 업소는 점차 감소하고 있으며, 국내산 당면이 점차적으로 시장에서 밀려나고 있는 실정이다[4].

많은 나라에서 식품산업의 규모별로 볼 때 중소규모가 대부분을 차지하고 있으며 생산량도 높은 비율을 차지하고 있다. 국내 대부분의 당면 공장은 중소규모 식품업체에 속하며, 적절한 관리에 필요한 자료나 기술 전문가도 없이 운영되고 있다. 세계적으로 HACCP이 확대 적용되고 있는 추세에도 불구하고 중소규모 식품산업체는 업계의 시설 개선에 따른 재정적 부담과 전문 인력 미흡 등 여러 가지 문제들로 인하여 현실적으로 도입 및 적용에 어려움을 느끼고 있다. 특히 일반모델에서 제시된 위해요소 분석, 중요관리점, 한계기준에 대한 부분이 복잡한 절차와 과학적

*Correspondence to: Kyung Ryu, Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, 214-1 Dae-dong, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, Korea
Tel: 82-53-810-2876, Fax: 82-53-810-4768
E-mail: akryu@ynu.ac.kr

인 기준을 포함하고 있어 업체 현장에서 적용하는데 많은 어려움이 잇따르고 있다. 당면에 대한 연구는 국내외 시판 당면의 이화학적 특성[5], 조리된 당면의 텍스쳐와 관능특성[2], 전분에 따른 품질평가[6], 추출물을 처리한 당면의 저장 중 미생물 변화[7]에 대해 이루어졌다. 그러나 당면류를 포함한 전분 가공공정의 안전성 및 저장성에 대한 연구는 pasta에 대한 HACCP 시스템 적용 연구[8]를 제외하고 없는 실정이다.

일부 HACCP 적용 준비 단계에 있는 당면 제조업체를 제외한 대부분의 업체는 소규모 형태로 위생관리가 체계적으로 이루어지지 않고 있다. 따라서 공정에 대한 과학적인 분석과 위해요소 평가를 통해 현장에서 미생물적 안전성을 확보하기 위한 관리가 시급한 상황에 있다. 이에 본 연구는 당면의 원・부재료 및 제조공정별 미생물학적 위해요소를 조사 및 분석하여 HACCP 모델 개발에 필요한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험대상 및 시료채취

본 연구는 2010년 5월 한국면류공업협동조합에 등록된 당면 생산 업체 11개 중 협조가 용이한 7개소를 대상으로 실시하였다. 연구기간은 2010년 5월부터 2011년 9월에 걸쳐 수행하였다. 시료채취는 당면의 원료 입고부터 포장 단계까지 각 공정의 흐름을 분석하여 원・부재료와 완제품 및 각 공정이 끝나는 지점, 작업도구 및 공중낙하균으로 분류하여 실시하였다.

미생물 분석을 위해 모든 시료는 식품공전 방법[9]을 토대로 200 g씩 무균적으로 멸균백에 채취한 후 아이스박스로 냉장 운반하여 실험에 사용하였다. 반복 실험을 위해 공정 라인과 시간 차이를 두고 시료를 3회 채취하였다. 기기 및 작업대는 사용 전 보관 상태의 표면에 멸균된 gasket (10 cm × 10 cm)을 놓고 e-swab (3M, St. Paul, MN, USA)을 사용하여 시료를 채취하였다. 기준 면적을 채취할 수 없는 기기 및 작업대에 대해서는 형태에 따라 일정 면적 또는 가능한 면적을 채취한 후 $cm^2$당 환산하였다. 공중낙하균의 조사는 멸균된 생리식염수를 1 mL 접종하여 젤(gel) 화시킨 각각의 건조필름배지(Petrifilm™, 3M)를 열어둔 상태로 15분 동안 노출시켰다.

### 시료 전처리

채취한 식품 시료 25 g에 멸균된 0.1% peptone water 225 mL를 부어 stomacher (Bagmixer 400, Interscience, St. Nom, France)로 1분간 균질화한 후 단계별 희석액을 만들어 사용하였다. 기기 및 작업대 표면에 대해 채취한 시료는 e-swab을 10단계씩 희석하여 사용하였다. 병원성 미생물의 검출을 위해 Polymerase Chain Reaction (PCR) 시료의 전처리는 시료 25 g에 각 균별로 선택배지 225 mL를 부어 stomacher로 1분간 균질화한 후 정해진 기준 시간에 맞게 배양하였다. 증균을 위한 선택배지로는 *E. coli* O157:H7은 EC medium (Difco, Detroit, MI, USA), *Listeria monocytogenes*에 대해서는 *Listeria* enrichment broth (Difco), *Salmonella* spp.는 Rappaport-Vassiliadis R10 broth (Difco), *Staphylococcus aureus*는 tryptic soy broth (Difco)를 사용하였다. 단, *B. cereus*는 증균을 하지 않고 sample 25 g씩 채취하여 인산완충용액 225 mL를 가하여 1분간 균질화하였다.

### 미생물 분석

미생물 분석은 식품공전 방법[9]을 이용하였다. 채취한 시료에 대해서 식품, 기기 및 기구에 대해서는 일반세균(aerobic plate counts), 대장균군(coliforms), 장내세균(Enterobacteriaceae), 대장균(*Escherichia coli*)과 병원성 세균 5종(*B. cereus, E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes, Salmonella* spp., *S. aureus*)에 대한 수준을 측정하였고, 공중낙하균에 대해서는 일반세균, 대장균군과 yeast 및 molds에 대해 분석하였다.

### 일반세균 및 위생지표 세균

일반세균은 각 단계별 희석액 1 mL를 2장의 건조필름배지(Petrifilm™ Aerobic count plate, 3M)에 접종하여 35°C로 설정된 incubator (IB-600M, Jeio Tech., Daejeon, Korea)에서 24-48시간 배양한 후 생성된 붉은색 집락수에 희석배수를 곱하여 log CFU/g (Colony Forming Unit/g)으로 나타내었다. 대장균군 및 대장균은 일반세균과 같은 방법으로 단계별 희석 후 건조필름배지(Petrifilm™ *E. coli*/coliform count plate, 3M)를 이용하여 35°C에서 각각 24-48시간 및 24시간 배양하였다. 배양 후 coliforms는 붉은색 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 colony, *E. coli*는 푸른색 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 colony를 각각 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다. 장내세균은 단계별 희석 후 건조필름배지(Petrifilm™ Enterobacteriaceae count plate, 3M)를 이용하여 35°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 붉은색 집락 중 주위에 기포를 형성하거나 주위에 노란색 산 지역을 형성하고 있는 colony를 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다.

### 병원성 미생물

PCR을 위한 primer의 염기서열은 Table 1에 제시하였다. PCR 반응조건은 94°C에서 15초간 초기변성시킨 후, 94°C에서 3초간 변성, 50°C 10초간 아닐링, 74°C에서 35초간 연장반응을 35 cycle 반복하였으며, 74°C에서 2분, 45°C에서 2초간 처리하여 종료하였다[10,11]. 전s처리한 시료원액 1 mL를 1.5 mL micro tube에 취하고, 100°C 물에 10분간 가열한 후, 원심분리(12,000 rpm, 5 min)한 상층액을 template 원액으로 사용하였다. Template 원액 5 μL, 2X Taq Pre-

**Table 1.** The primers used in this study

| Species | Target gene | Primer | PCR promer's sequences(5'-3') | Amplicon size(bp) |
|---|---|---|---|---|
| *B. cereus* | hbl | hblA1<br>hblA2 | GCTAATGTAGTTTCACCTGTAGCAAC<br>AATCATGCCACTGCGTGGACATATAA | 381 |
| *S. aureus* | nuclease gene | SA-1<br>SA-2 | GCGATTGATGGTGATACGGTT<br>CAAGCCTTGACGAACTAAAGC | 276 |
| *E. coli* O157:H7 | hylA gene | 0157-3<br>0157-4 | GTAGGGAAGCGAACAGAG<br>AAGCTCCGTGTGCCTGAA | 361 |
| *Salmonella* spp. | invA gene | Sal-3<br>Sal-4 | TATCGCCACGTTCGGGCAA<br>TCGCACCGTCAAAGGAACC | 275 |
| *L. monocytogenes* | hemolycin gene | LM-1<br>LM-2 | CGGAGGTTCCGCAAAAGATG<br>CCTCCAGAGTGATCGATGTT | 234 |

mix (SRD02-M50h, Solgent, Daejeon, Korea) 12.5 μL, Primer F, R (Bioneer, Daejeon, Korea) 각각 1 μL, 멸균 증류수 5.5 μL를 혼합하여 PCR 시험액을 조제하여 양성대조군으로 각 식중독균의 표준균주를 사용하였고, 음성대조군으로는 멸균 증류수를 사용하여 PCR (C1,000, Bio-Rad, Hercules, CA, USA)을 수행하였다. PCR product 5 μL와 loading buffer (Dyne Loading Star, Dyne Bio, Seoul, Korea) 1 μL를 1.5% agarose gel (agaroe, Promega, Madison, WI, USA)에 100 V, 30분 전기영동한 후 Gel 사진촬영시스템(Gel Doc System, Bio-Rad)을 이용하여 시험결과를 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### 당면 원부재료의 미생물 수준

당면의 원·부재료별 미생물 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 원재료인 고구마 전분의 미생물 오염수준은 일반세균 3.02 log CFU/g으로 분석되었고, 대장균군, 대장균, 장내세균은 모두 불검출되었다. 대상 업체 7곳에서 사용되는 고구마 전분을 대상으로 5종의 병원성 세균에 대한 미생물 분석 결과는 모두 음성으로 나타났다. 이러한 결과는 일반세균과 대장균군이 소규모 베이커리의 밀가루에서 각각 검출 한계 이하[12], 제빵업체 대상 밀가루에서 2.04-6.26 log CFU/g, 1.00-3.52 log CFU/g[13], 전통 한과의 재료인 찹쌀에서 모두 1 log CFU/g 이하로 나타난 것과 다소 차이를 보였다[14]. 시료 채취 당시, 개봉된 상태로 현장에 사용하던 고구마 전분보다 채취를 위해 직전에 개봉한 전분에서 오염도가 비교적 낮게 나타났다. 전분은 친수성이 강한 건조 분말 식품으로 습도나 온도와 같은 저장조건에 따라 많은 영향을 받는다[3,15]. 유통 중 하절기 같은 고습도 조건하에 방치할 경우 수분 흡습에 의한 곰팡이 등의 미생물 성장이 우려되므로 고구마 전분의 안전성 확보를 위해서는 입고 및 보관시 주의가 필요하다.

**Table 2.** Microbiological levels of raw materials

| Sample | Microbial count (log CFU/g or log CFU/mL) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | APC[1)] | Coliforms | *E. coli* | EB[2)] |
| Sweet potato starch | 3.02 ± 0.47[3)] | ND[4)] | ND | ND |
| Chitosan | 3.47 ± 0.49 | ND | ND | ND |
| Cooling water | 2.72 ± 0.74 | ND | ND | ND |
| Coating water | 6.45 ± 0.17 | 4.13 ± 0.91 | ND | 4.73 ± 1.07 |

[1)]APC, Aerobic plate counts.
[2)]EB, Enterobacteriaceae.
[3)]Mean ± standard deviation.
[4)]ND, not detected (detection limit: < 1.0 log CFU/g).

호화된 면은 냉수를 공급하여 빠른 속도로 냉각시키고, 추가적으로 미량의 곡분이 섞인 코팅수를 분사하여 면끼리 붙게 되는 현상을 방지한다. 냉각수의 미생물 오염수준은 일반세균 2.72 log CFU/mL로 분석되었고, 대장균군, 대장균, 장내세균은 모두 불검출되었다. 국내 전통한과 제조과정에서 사용되는 상수원수에 대한 오염도에서 일반세균과 대장균군이 각각 2 log CFU/mL, 1 log CFU/mL 이상으로 검출된 수준에 비교해볼 때 대장균군의 오염도는 더 낮은 수준이었다[14]. 코팅수의 오염도는 일반세균 6.45 log CFU/mL, 대장균군 4.13 log CFU/mL, 장내세균 4.73 log CFU/mL로 검출되었다. 제조된 코팅수는 계속 용수가 추가되면서 냉각공정에서 재사용되므로 코팅수의 제조 및 보관관리가 필요한 것으로 판단된다. 또한 교차오염을 방지하기 위해 코팅수 제조 및 냉각시 공급되는 용수 관리와 호화된 면이 침수된 상태로 흘러내려가는 냉각통로의 위생적인 관리가 필요한 것으로 사료된다.

### 당면 제조공정의 미생물 수준

당면의 제조공정별 미생물 분석결과에 대해 일반세균 및 위생 지표세균은 Table 3, 병원성 세균은 Table 4 및 Fig. 1에 나타내었다. 반죽 후의 미생물 오염 수준은 일반세균 4.31 log CFU/g, 대장균군 2.71 log CFU/g, 장내세균 2.88 log CFU/g으로 검출되어 고구마 전분의 원 오염수준보다 증가하였다. 제빵업체에서 성형 후 *Salmonella* 양성 반죽이 나타난 것으로 볼 때, 이 과정은 작업자의 손이나 기기, 기구에 의한 오염 가능성을 보여준다[13]. 성형 후 호화

**Table 3.** Microbial levels of starch noodle process

| Process | Microbial count (log CFU/g) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | APC[1)] | Coliforms | *E. coli* | EB[2)] |
| Kneading | 4.31 ± 1.31[3)] | 2.71 ± 1.58 | ND[4)] | 2.88 ± 1.39 |
| Gelatinization | 1.63 ± 1.01 | ND | ND | ND |
| Cooling | 4.26 ± 2.33 | 1.89 ± 1.25 | ND | 2.04 ± 1.47 |
| Cutting | 5.11 ± 1.03 | 2.61 ± 1.15 | ND | 3.23 ± 1.37 |
| Ripening | 5.09 ± 0.91 | 2.79 ± 0.92 | ND | 3.43 ± 1.30 |
| Thawing | 5.55 ± 0.79 | 2.47 ± 1.20 | ND | 3.14 ± 1.31 |
| Separating | 6.01 ± 0.80 | 3.26 ± 0.78 | ND | 4.07 ± 1.49 |
| Drying | 5.05 ± 1.20 | 2.12 ± 0.92 | ND | 2.40 ± 1.01 |
| Cutting | 5.31 ± 0.25 | 2.50 ± 1.89 | ND | 3.31 ± 1.12 |

[1)]APC, Aerobic plate counts.
[2)]EB, Enterobacteriaceae.
[3)]Mean ± standard deviation.
[4)]ND, not detected (detection limit: < 1.0 log CFU/g).

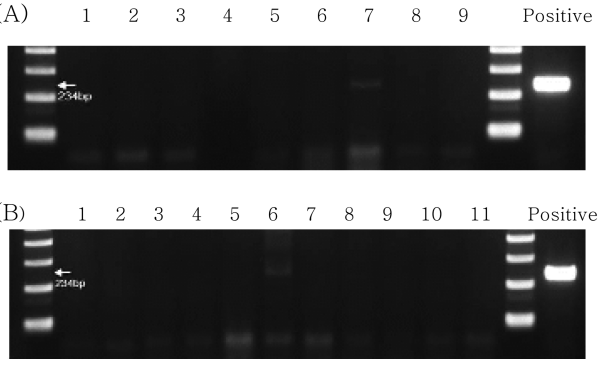


**Fig. 1.** Agarose gel electrophoresis PCR amplified products of isolated *L. monocytogenes* strain. (A) Lane 1, 2, sweet potato starch; lane 3, kneading; lane 4, aluminium potassium sulfate; lane 5, gelatinization; lane 6, cutting; lane 7, ripening; lane 8, drying; lane 9, weighing; (B) Lane 1, kneading; lane 2, gelatinization; lane 3, cooling; lane 4, cutting; lane 5, ripening; lane 6, separating, lane 7, drying; lane 8, cutting; lane 9, 10, sweet potato starch; lane 11, final product.

공정을 거치면서 일반세균 1.63 log CFU/g로 감소하였으며, 대장균군, 장내세균은 불검출되었다. 반죽, 호화공정에서 5종의 병원성 세균에 대한 분석 결과는 모두 음성으로 나타났다. 이러한 결과로 호화공정이 미생물 감소에 효과가 있다는 것을 알 수 있었다.

호화 후 냉각공정에서 일반세균 4.26 log CFU/g, 대장균군 1.89 log CFU/g, 장내세균 2.04 log CFU/g으로 증가한 것으로 나타났다. 이는 냉각수 및 코팅수의 재사용으로 인한 균의 증식 또는 작업 환경에서 교차오염된 것으로 판단된다. 냉각공정에서 5종의 병원성 세균에 대한 분석 결과는 모두 음성으로 나타났다.

미생물 오염도는 절단, 숙성, 해동공정까지 일반세균 약 5 log CFU/g의 비슷한 수준을 유지하였고, 타개공정에서 일반세균 6.01 log CFU/g, 대장균군 3.26 log CFU/g, 장내세균 4.07 log CFU/g으로 검출되었다. 숙성, 타개공정을 대상으로 5종의 병원성 세균에 대한 미생물 분석 결과 대상 업체 2곳에서 *L. monocytogenes*가 양성으로 나타났다. 이러한 결과는 습기가 높은 저온 숙성과정 중 환경 오염에 의한 가능성이 높으므로 숙성실에 대한 청결관리가 필요하다. 그 외 공정에서 미생물 분석 결과는 모두 음성이었다. 타개공정은 작업자가 직접 면을 정렬하고 이물질을 선별하는 작업으로 개인 위생관리는 최종 제품의 오염도에 영향을 미칠 것이라 사료된다. 작업자의 손은 병원성 세균을 식품으로 전달하는 가장 큰 매개체이므로, 항상 위생적으로 관리하여 생산물의 안전성을 확보해야 한다[12,16].

건조공정에서 수분이 감소되면서 일반세균 5.05 log CFU/g, 대장균군 2.12 log CFU/g, 장내세균 2.40 log CFU/g으로 나타났고, 절단공정까지 유사한 결과를 유지하였다. 건조공정에서 5종의 병원성 세균에 대한 분석 결과는 모두 음성으로 나타났다. 당면의 제조공정별 미생물 분석 결과 호화 후 냉각공정을 중요관리점(control point)으로 지정하고, 효과적인 미생물 제어를 위해 냉각수와 코팅수에 대한 오염 관리가 필요하다고 판단된다.

### 최종제품의 미생물 수준

당면의 최종 제품별 미생물 분석 결과는 Table 5에 제

**Table 4.** Detection of food-borne pathogens by PCR method

| Pathogens | Factories | Samples | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kneading | Gelatinization | Cooling | Cutting | Ripening | Thawing | Separating | Drying |
| *L. monocyto-genes* | 1 | - | - | NA | - | - | NA | NA | - |
| | 2 | - | NA | NA | - | - | - | NA | - |
| | 3 | - | NA | NA | - | NA | NA | - | - |
| | 4 | - | NA | NA | - | NA | - | - | - |
| | 5 | - | - | - | NA | - | NA | - | - |
| | 6 | - | - | - | - | - | NA | + | - |
| | 7 | - | - | NA | - | + | NA | NA | - |

[1)]-, negative.
[2)]NA, Not attained.
[3)]+, positive.

**Table 5.** Microbiological levels of final products

| Sample | Microbial count (log CFU/g) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | APC[1)] | Coliforms | *E. coli* | EB[2)] |
| $A_1$ | 4.15 ± 0.95[3)] | 2.49 ± 0.57 | ND[4)] | 2.42 ± 0.60 |
| B | 3.86 ± 0.02 | ND | ND | 1.48 ± 0.08 |
| $C_1$ | 3.53 ± 0.95 | ND | ND | 1.15 ± 0.25 |
| D | 6.51 ± 0.07 | 3.46 ± 0.28 | ND | 3.96 ± 0.10 |
| E | 5.11 ± 0.02 | 1.00 ± 0.00 | ND | 1.00 ± 0.00 |
| $A_2$ | 6.19 ± 0.12 | 5.21 ± 0.16 | ND | 5.34 ± 0.05 |
| $A_3$ | 5.21 ± 0.14 | 3.11 ± 0.38 | ND | 3.42 ± 0.36 |
| $C_2$ | 6.71 ± 0.07 | 1.46 ± 0.02 | ND | 2.30 ± 0.56 |
| F | 5.10 ± 0.03 | 1.15 ± 0.21 | ND | 2.04 ± 0.19 |

[1)]APC, Aerobic plate counts.
[2)]EB, Enterobacteriaceae.
[3)]Mean ± standard deviation.
[4)]ND, not detected (detection limit: < 1.0 log CFU/g).

시하였다. 최종 제품의 미생물 수준은 일반세균 3.53-6.71 log CFU/g, 대장균군 1.00-5.21 log CFU/g, 장내세균 1.00-5.34 log CFU/g이었다.

$A_1$, $A_2$ 제품은 같은 업체에서 생산된 제품이지만 포장 전 절단 공정이 추가된 절단 당면의 오염도가 일반 당면보다 높게 나타났다. $C_1$, $C_2$ 제품도 동일한 업체의 제품이지만 당면 생산의 기본 공정을 거친 $C_1$ 제품의 오염도가 낮게 나타났다. $C_2$ 제품의 경우 호화 및 냉각공정을 거친 후 작업자가 도구를 사용해 틀에 옮기는 과정이 추가되었다. 작업자가 위생복을 갖춰 입고 도구를 알코올로 소독하면서 작업을 실시했으나, $C_1$ 제품에 비해 $C_2$ 제품의 오염도가 높은 것으로 나타났다. 이는 물리적인 조작을 추가한 제품에서 교차오염이 발생하여 미생물의 오염도가 증가되었다고 판단되므로 환경 관리방안을 강구하여야 할 것이다[12,14,17)]

공정을 거치면서 미생물의 오염이 높았던 제품은 최종 제품에서도 높은 오염도를 나타냈다. 또한 높은 일반세균수를 보인 제품이 대장균군수, 장내세균수 역시 높은 수치를 보였다. 이는 당면의 비위생적 처리과정 및 비위생적 환경을 반영하고 있음을 알 수 있다[18)]. 대상업체에서 생산하는 9개 최종제품의 미생물 분석 결과는 5종 병원성 세균에 대해 모두 음성으로 나타났다.

### 기기 및 기구의 미생물 수준

당면 제조공정에 이용되는 기기 및 기구류에 대한 미생물 분석 결과는 Table 6에 나타내었다. Harrigan[19)]이 제시한 기구류의 미생물 평가기준은 100 $cm^2$당 일반세균 500 CFU 미만은 만족 수준, 500-2,500 CFU는 시정을 요하는 수준, 2,500 CFU는 불만족 수준으로 즉각적인 조치를 강구해야하며, 대장균군의 만족 수준은 10 CFU 미만이었다. 분석 결과와 비교해보면 면대에서 일반세균 1.83-5.74 log CFU/100 $cm^2$, 면대를 걸어두는 기구에서 3.34-4.48 log CFU/100 $cm^2$로 검출되어 불만족 수준으로 확인되었다. 면대는 냉각 및 절단공정을 거친 후 포장 전까지 면과 접촉한 상태로 이동하게 되는데, 교차오염을 방지하기 위해 적절한 세척・소독 관리가 필요하다.

컨베이어벨트와 포장공정에서 작업대, 저울의 미생물 수준은 일반세균 3.22 log CFU/100 $cm^2$ 이하로 검출되어 Harrigan[19)]의 기준에 만족하지 못하였다. 이는 전통한과 생산에 사용된 칼의 3.22 log CFU/100 $cm^2$ 보다 높았고[14)], 신선편이 농산물 제조에 사용된 도마, 탈수기, 계량기 등이 3-4 log CFU/100 $cm^2$ 수준과 유사한 것으로 나타났다[20)]. 포장공정에 사용되는 면싸개는 2.18 log CFU/100 $cm^2$ 이하로 검출되어 신선편이 농산물 포장기계의 3-4 log CFU/100 $cm^2$ 수준과 유사하게 나타났으나[20)] 한계기준보다 낮아 적절한 관리가 이루어진 것으로 보인다.

당면은 호화 후 공정부터 기기 및 기구류와 접촉하게 되므로, 실험 결과를 고려했을 때 제품에 대한 교차오염이 가능할 것이라 추정된다[12,14,21)]. 따라서 당면의 안전성 확보를 위해서는 작업 전 후 세척・소독 관리 등 체계적인 위생관리가 필요할 것이다[22,23)].

### 공중낙하균 등

작업장 내 공중낙하균에 의한 오염을 파악하기 위하여 측정한 결과는 Table 7에 제시하였다. 원약공[24)]은 일반세

**Table 6.** Microbial counts of equipment and utensils

| Process | Sample | Microbial count (log CFU/100 $cm^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | APC[1)] | Coliforms | *E. coli* | EB[2)] |
| Drying | Noodle bar | 1.83-5.74 | ND[3)]-2.90 | ND | ND-2.90 |
| | Bar hanger | 3.34-4.48 | ND-1.57 | ND | ND-2.02 |
| Transport | Conveyer belt | ND-3.22 | ND | ND | ND-2.59 |
| Packaging | Working table | ND-2.96 | ND-1.78 | ND | ND-1.88 |
| | Plastic patch | ND-2.18 | ND | ND | ND-1.18 |
| | Balance | ND-2.75 | ND | ND | ND-1.10 |

[1)]APC, Aerobic plate counts.
[2)]EB, Enterobacteriaceae.
[3)]ND, not detected (detection limit: < 1.0 log CFU/100 $cm^2$).

**Table 7.** Air-borne microbial levels at various working areas

| Process | Microbial count (log CFU/petrifilm/15 min) | | |
|---|---|---|---|
| | APC[1)] | Coliforms | Yeast and Molds |
| Kneading | 0.78-1.65 | ND[2)] | ND-0.90 |
| Cutting | 1.08-1.67 | ND-0.48 | ND-0.95 |
| Ripening | ND-0.60 | ND | ND-0.90 |
| Thawing | 2.05 | ND | 1.15 |
| Separating | 0.78-1.81 | ND-0.60 | 0.48-0.95 |
| Drying | 0.30-1.88 | ND-0.78 | ND-1.04 |
| Packaging | ND-1.65 | ND | ND-1.34 |

[1)]APC, Aerobic plate counts.
[2)]ND, not detected.

균수가 1.7 log CFU/plate이하는 청정, 1.7-1.9 log CFU/plate는 허용기준, 1.9-2.0 log CFU/plate는 기준 초과로 제안하였다. 분석 결과와 비교해보면 반죽실, 절단구역, 숙성실, 포장실은 청정구역으로 만족범위를 나타내었으며 타개실과 건조실은 허용범위로 나타났다. 해동실은 2.05 log CFU/plate로 검출되어 기준 초과범위를 넘어선 것으로 확인되었다. 특히 외부에 노출되어 있는 해동실의 경우 검출균수가 높게 나타나 추가적인 관리방안이 필요하다고 판단된다.

누룽지 제조환경에서 공중낙하균을 분석한 Do 등[25)]의 연구결과에 따르면, 전 구역에서 일반세균 0.30-1.40 log CFU/plate, 진균 ND-0.95 log CFU/plate로 검출되었으며 대장균군은 불검출되었다. 당면 제조환경에서는 일반세균 ND-2.05 log CFU/plate, 대장균 ND-0.78 log CFU/plate, 진균 ND-1.34 log CFU/plate로 검출되었다. 공중낙하균의 경우 전반적으로 작업장 내 위생상태를 나타내는 것으로[12)] 당면 제조환경은 누룽지 제조환경에 비해 비교적 불량한 상태를 유지하고 있는 것으로 확인할 수 있다.

구역별로 비교해 봤을 때, 구역 구분이 되지 않은 업체에서는 많은 균이 검출되었으므로 문이나 개폐장치에 의한 분리가 필요한 것으로 보인다. 또한 HACCP 선행요건에 명시된 구역별 작업장 관리가 철저히 준수되어야 할 것이다.

## 요 약

본 연구는 당면의 원・부재료 및 제조공정별 위해요소 분석을 실시하여 현장에 적용할 수 있는 HACCP 관리를 위한 과학적 근거자료를 마련하고자 하였다. 원・부재료, 공정별, 최종 제품, 기기 및 기구류, 환경으로부터 샘플을 수집하고, 미생물 분석은 일반세균, 대장균군, 대장균, 장내세균과 병원성 세균 5종(*B. cereus*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *S. aureus*)에 대해 실시하였다. 원재료인 고구마 전분은 일반세균 3.02 log CFU/g로 나타났고, 대장균군, 장내세균은 불검출되었다. 키토산과 냉각수에서 각각 일반세균 3.47 log CFU/g, 2.72 log CFU/g로 검출되었다. 코팅수는 일반세균, 대장균군, 장내세균이 각각 6.45 log CFU/g, 4.13 log CFU/g, 4.73 log CFU/g로 검출되었다. 반죽은 일반세균, 대장균군, 장내세균 각각 4.31 log CFU/g, 2.71 log CFU/g, 2.88 log CFU/g으로 나타났으며, 호화 후 시료에서 일반세균 1.63 log CFU/g으로 감소하였다. 그러나 호화 이후의 공정부터 꾸준히 증가하여 최종 제품까지 일반세균 수가 약 5 log CFU/g로 일정한 수준을 유지하였다. 같은 업체에서 생산된 제품이라도 물리적인 조작이 추가된 제품에서 미생물 오염도가 높게 나타났다. 모든 시료에서 대장균과 병원성 세균은 검출되지 않았다. 기기 및 기구류 중 면대와 면을 걸어두는 기구에서 각각 일반세균 1.83-5.74 log CFU/100 $cm^2$, 3.34-4.48 CFU/100 $cm^2$로 검출되어 불만족 수준으로 확인되었다. 따라서 교차오염을 방지하기 위해 기기 및 기구류의 적절한 세척・소독 관리가 필요한 것으로 사료된다. 구역별로 공중낙하균의 오염도를 분석한 결과, 반죽실, 절단구역, 숙성실, 포장실은 청정구역으로 만족범위, 타개실과 건조실은 허용범위로 나타났다. 외부에 노출되어 있는 해동실의 경우 검출균수가 높게 나타났으며 문이나 개폐장치로 추가적인 관리가 필요한 것으로 보인다. 앞선 실험결과를 바탕으로 호화 공정을 미생물학적 관리 지점으로 관리해야 하며 교차오염 방지와 선행요건 프로그램으로 관리되어야 할 것이다.

## 감사의 말

본 연구는 2010년도 식품의약품안전청의 용역연구개발과제의 연구개발비 지원(10052식품안027)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 이명희, 노홍균: Chitosan 첨가가 생면의 저장성과 품질에 미치는 영향, 한국키틴키토산학회지, **7**, 14-17 (2002).
2. 이영철, 오세욱, 한승배, 한선동, 강남길: 몇가지 전분으로 만든 당면과 동결건조 당면의 특성, 한국식품과학회지, **34**, 24-29 (2002).
3. 백만희, 신말식: 저장 중 수분활성이 고구마 전분의 이화학적 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, **27**, 532-536 (1995).
4. 식품의약품안전청: 식품 및 식품첨가물 생산실적 (2006-2010).
5. 육철, 이원근: 변성 옥수수 전분을 이용한 당면제조 (I) -국내외 시판당면의 이화학적 특성-, 한국식품과학회지, **33**, 60-65 (2001).
6. 고창헌, 김성곤: 원료 전분이 다른 당면의 품질 평가, 한국식품과학회지, **24**, 160-164 (1992).
7. 김미경, 김진우, 최선욱, 박해룡, 황용일: 자몽종자 추출물 처리가 저장 중 당면의 미생물 생육에 미치는 영향, 기초

과학지, **20**, 12 (2004).
8. Smith, J.P., Toupin, C., Gagnon, B., Voyer, R., Fiset, P.P. and Simpson, M.V.: A hazard analysis critical control point approach (HACCP) to ensure the microbiological safety of sous vide processed meat/pasta product. *Food Microbiol*., **7**, 177-198 (1990).
9. 식품의약품안전청 (2010): 식품공전
10. Wang, R.F., Cao W.W., Cerniglia C.E.: A universal protocol for PCR detection of 13 species of foodborne pathogens in foods. *J. Appl. Microbiol*., **83**, 727-736 (1997).
11. 질병관리본부 : 감염병실험실진단시험법, 질병관리본부(2012).
12. 엄애선, 권성희, 정덕화, 오상석, 이헌옥: 소규모 베이커리에서의 HACCP적용을 위한 미생물학적 위해도 평가, 한국식품조리과학회지, **19**, 454-462 (2003).
13. 김혜영, 박재영, 정덕화, 오상석: 제빵업체의 HACCP 모델 적용을 위한 미생물학적 위해도 평가, 한국식품위생안전성학회지, **19**, 185-192 (2004).
14. 이제명, 박재영, 이혜란, 이미선, 윤선영, 정덕화, 이종미, 오상석: 전통한과 생산에의 HACCP 모델 적용을 위한 미생물학적 위해도 평가, 한국식품위생안전성학회지, **20**, 36-42 (2005).
15. 김병삼, 박무현, 박노현, 조진호: 옥수수 전분의 저장 중 수분 변화 예측을 위한 시뮬레이션, 한국식품과학회지, **22**, 473-478 (1990).
16. Bloomfield, S.F., Aiello, A.E., Cookson, B., O'Boyle, C., Larson, E.L.: The effectiveness of hand hygiene procedures in reducing the risks of infections in home and community settings including handwashing and alcohol-based hand sanitizers. *Am. J. Infect. Control*, **35**, 27-64 (2007).
17. Bisbini, P., Leoni, E. and Nanetti, A.: An outbreak of *Salmonella* harbor associated with roast in a restaurant. *Eur. J. Epidemiol.*, **16**, 613-618 (2000).
18. Ministry of Education, Science and Technology (MEST): Guideline for Hygiene Management of School Food Service. Available from: http://mest.go.kr (2009).
19. Harrigan, W.F.: Laboratory Methods in Food Microbiology. 3rd ed. Academic Press, San Diego, CA. pp. 307-309 (1998).
20. 김수진, 손시혜, 민경진, 윤기선: 신선편이 농산물 가공업체의 미생물학적 위해 요소 분석 및 중점 관리 지점(CCP)의 검증 -신선편이 엽채류 가공업체를 대상으로-, 동아시아식생활학회지, **21**, 392-400 (2011).
21. 배현주, 박해정: 시판 즉석섭취 샌드위치류의 미생물학적 위해분석과 HACCP 적용 후 품질개선 효과, 한국식품조리과학회지, **27**, 55-65 (2011).
22. Marriott, N,G. and Gravani, R.B.: Principles of Food Sanitation. 5th Ed. Springer Science+Business Media, Inc, New York, pp. 191-194 (2006).
23. Garrett, E.H.: Plant sanitation and good manufacturing practices for optimum food safety in frest-cut produce. *In Microbial Safety of Fresh Produce*. (Fan, X., Niemira, B.A., Doona, C.J, Feeherry, F.E. and Gravani, R.B. eds.) Blackwell Pub. and the Institute of Food Technologists, Ames. IA, pp. 313-314 (2009).
24. 원약공: 낙하세균에 관한 연구, 동경의학연구소자료집, **1**, 60-64 (1949).
25. 도윤호, 최정식, 정유경, 박지현, 노경환, 김성수, 최신영, 이경윤, 한의정: 누룽지 생산시설에 대한 미생물학적 오염도 평가, 한국식품위생안전성학회지, **25**, 333-340 (2010).