조미오징어(*Dosidicus gigas*)의 가공 공정 중 미생물 오염도 및 오염원에 관한 연구

최규덕 · 박옥연¹ · 신일식^{2*}

한국보건산업진흥원 HACCP지원사업단, ¹강원도립대학 식품가공제과제빵과, ²강릉원주대학교 해양식품공학과

Microbial Contamination of Seasoned and Dried Squid *Dosidicus gigas* during Processing

Kyoo-Duck Choi, Uk-Yeon Park¹ and Il-Shik Shin^{2*}

Department of HACCP Promotion, Korea Health Industry Development Institute, Daejeon 301-030, Korea

¹Department of Food Processing & Bakery, Gangwon Provincial College, Gangneung 210-804, Korea

²Department of Marine Food Science and Technology, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

This study examined microbial contamination during seasoned and dried squid *Dosidicus gigas* processing, including the apparatus, machines, and employee's gloves at each step in processing at two companies. The numbers of bacteria floating in air in each processing area were also examined. The numbers of *Staphylococcus aureus* (3.6-6.0 log CFU/g) and *Escherichia coli* (1.3-1.4 log MPN/100 g) in domestic and imported daruma (a semi-processed product of seasoned and dried squid) at companies A and B exceeded the regulatory limits of the Food Sanitary Law of Korea (*S. aureus*, ≤ 2.0 log CFU/g; *E. coli*, negative). *S. aureus* in both daruma was reduced to below the detection limit or 3.6 log CFU/g after the roasting step, but increased again to 3.3 and 5.5 log CFU/g after the mechanical tearing step at companies A and B, respectively. *E. coli* showed similar tendencies at both companies. The surfaces of the apparatus, machines, and employee's gloves that contacted daruma were also contaminated with *S. aureus* (1.0-5.5 log CFU/m²) and *E. coli* (negative-to 3.5 log MPN/m²). The numbers of bacteria floating in air were high (1.7-5.1 log CFU/m³) at both companies. These results suggest that sanitation standard operating procedures (SSOP) must be developed to control of microbial contamination in seasoned and dried squid.

Key words: Seasoned and dried squid, Processing step, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Sanitation standard operating procedures (SSOP)

서 론

삼면이 바다로 둘러싸여 있는 우리나라는 어패류가 국민의 주요 단백질 공급원이며, 1인당 연간 소비량은 1999년 30.70 kg에서 2009년 35.40 kg으로 10년간 약 15%나 증가하였다(Korea Rural Economic Institute, 2010). 그 중 오징어는 1인당 연간 소비량이 4-5 kg으로 어패류 전체 소비량의 약 13%를 차지하는 주요수산물 중의 하나이다(Korea Rural Economic Institute, 2010; Ham et al., 2010). 오징어는 단백질이 풍부하며 피로회복 및 숙취해소에 효과적인 타우린, 항균·항암효과가 우수한 다당류 illexin, 방부작용을 갖는 멜라닌색소, 그

리고 불포화지방산인 eicosa-pentanoic acid (EPA)와 docosa-hexanoic acid (DHA)를 다량 함유한 대표적인 영양기호식품이다(Outani, 1976; Stansby, 1990; Kang et al., 2007). 오징어를 이용한 가공식품에는 건제품, 발효식품, 조미식품, 조리용 냉동식품 등이 있으며 주로 동해안(강릉, 포항, 부산 등) 지역에 가공업체가 산재되어 있다. 부산 부근에서는 냉동식자재 건오징어를 주로 생산하고, 경북지역에는 건오징어 및 조미오징어, 강릉지역에서는 조미오징어, 건오징어, 오징어젓갈 등을 주로 생산하고 있다.

조미오징어는 오징어육을 조미, 건조한 가공식품으로 간식, 술안주, 밑반찬 등 다양한 연령층의 소비자를 확보하고 있는

Article history;

Received 24 August 2012; Revised 5 October 2012; Accepted 12 October 2012

*Corresponding author: Tel: +82. 33. 640. 2346 Fax: +82. 33. 640. 2346

E-mail address: shinis@gwnu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 45(5) 445-453, October 2012

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0445>

pISSN:0374-8111

© The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science. All rights reserved

인기 있는 식품 중의 하나로, 주로 전국 도매시장, 대형할인매장, 급식업체로 공급되며 일부는 미국, 일본 등으로 수출하고 있다. 그러나 원재료의 높은 미생물 오염도, 원료에서 최종 생산제품까지 대부분의 작업이 수작업으로 이루어지기 때문에 (Ham et al, 2010) 가공과정 중 미생물 오염에 의한 위생적 품질의 저하, 저장 및 유통 중 미생물에 의한 품질열화 등이 지적되고 있어 이에 대한 효과적인 관리방안이 요구되고 있다(Noe et al., 2004). 더욱이 최근 제조원가상승, 경기저하 등의 이유로 중국, 멕시코, 페루 등으로부터 조미오징어의 주원료인 다루마(조미오징어 반가공품, 이하 반가공품)를 다량 수입하고 있는데(NFFC, 2004), 이 또한 높은 미생물 오염도가 문제가 되고 있다. 이에 식품의약품안전청에서는 국제적인 추세에 부합하고 인체 위해성 및 식품의 식중독 발생균량 등을 고려한 현실적인 안전관리를 위해 조미건어포류에 대한 황색포도상구균의 정량 기준($10^2/\text{g}$ 이하)을 신설하여 관리하고 있으나(KFDA, 2008), 조미오징어 가공회사의 영세성, 노동집약적 작업환경, 가공공장의 입지조건, 가공공정의 비위생적 환경으로 인해 식품공전의 기준을 만족하지 못하는 제품이 생산되는 경우가 중

종 발생하고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

그러나 시판 중인 조미오징어 최종제품에 대한 미생물 오염도에 대한 연구보고(Ham et al., 2006; Om et al., 2009; Yoon et al, 2009; Ham et al., 2010)는 있으나, 가공과정 중 미생물 오염도 및 그 오염원 파악을 위한 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 본 연구에서는 조미오징어 가공 공장을 대상으로 가공과정별 미생물 오염도 및 그 오염원을 파악하였으며, 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시료 채취

2010년 1월부터 5월까지 국내산 오징어 반가공품(Daruma, 오징어 생물을 할복 처리한 후, 수세, 자숙, 냉각, 탈수, 1차 조미, 건조, 냉동숙성 과정을 거친 가공품, 이하 반가공품)과 수입산 반가공품을 원료로 하여 가공하는 강원도 지역의 조미 오징어 가공업체 2개사(A사, 국내산 반가공품 사용; B사, 수

Table 1. Flow chart and summary of processing step of seasoned and dried squid *Dosidicus gigas* at A and B company

Processing step	Summary
Daruma (the semi-processed product of seasoned and dried squid)	Domestic or imported daruma that was first seasoned and frozen at -30°C
Moving for thawing Thawing Moving to stored room	Placing the daruma on stainless net and moving to thawing tank Immersing into tap water in thawing tank for 8 hours Scooping the thawed daruma in plastic basket and storing at room temperature for 15 hours
Moving for roasting Roasting	Spreading the stored daruma on the table in front of roasting machine Passing through the stored daruma into roasting machine at $100\text{--}120^{\circ}\text{C}$
Moving for rolling Rolling	Moving the roasted daruma in plastic basket for rolling by an employee and spreading the roasted daruma on the table in front of the rolling machine Passing through the roasted daruma into rolling machine
Moving for mechanical tearing Mechanical tearing	Moving the rolled daruma in plastic basket for mechanical tearing by an employee and spreading the rolled daruma on the table in front of the tearing machine Passing through the roasted daruma into tearing machine
Moving for tearing by handcraft Tearing by handcraft	Moving the mechanical torn daruma by conveyor belt for tearing by handwork Tearing the mechanical torn daruma once more by handwork while it is moving on conveyor belt
Moving for seasoning Ripening	Moving the torn and seasoned daruma in plastic basket to ripening room Ripening the torn and seasoned daruma in ripening room for 6~18 hours
Moving for drying Drying	Moving the torn and ripened daruma in plastic basket to drying room Spreading the torn and ripened daruma on plastic net and drying for 3~4 hours at $28\text{--}35^{\circ}\text{C}$
Moving for disinfection Disinfection	Moving the torn and dried daruma on plastic net to disinfection room Spreading the torn and dried daruma on sterilization table in disinfecting room and spraying the 70% alcohol to it
Packaging	Packaging the torn and disinfected daruma

입산 반가공품 사용)를 방문하여, 2차 가공공정의 미생물 오염도 및 오염원을 파악하기 위하여 각 공정(Table 1)별로 원료를 무균 채취하였다. 그리고 작업장 내 기구, 기계 및 작업자 장갑(또는 손) 표면의 미생물 오염도를 파악하기 위하여 swab kit (3M Co., St. Paul, USA)를 사용, 100 cm²의 표면의 시료를 채취하였다. 채취한 시료와 swab kit는 얼음을 채운 냉장함에 담아 2시간 이내에 실험실로 운반하여 즉시 미생물 분석에 사용하였다.

시료의 전처리

공정별로 채취한 시료는 식품공전 중 미생물 시험법(KFDA, 2008)에 준하여 시료 25 g과 9배 양의 멸균인산완충희석용액(Butterfield's Phosphate Buffered Dilution Water)을 멸균 stomacher bag에 넣고 혼합한 후 stomacher 400 (Seward, London, UK)으로 1분간 균질화하여 미생물 분석의 시험용액으로 사용하였고, 100 cm²의 표면을 닦아낸 swab kit의 용액은 강하게 진탕하여 미생물 분석의 시험용액으로 사용하였다.

일반세균수 측정

일반세균수 측정은 식품공전(KFDA, 2008)의 방법에 준하여, Plate count agar (Difco Co., USA)을 사용하여 표준평판법으로 실험하였고, 결과는 CFU/g or mL로 표기하였다.

황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 수 측정

황색포도상구균수의 측정은 Baird-Parker agar (Difco, USA)를 이용하여 식품공전(KFDA, 2008)의 정량시험법으로 실험을 하였다. 즉 Baird-Parker agar plate 3장에 0.3 mL, 0.4 mL, 0.3 mL씩 총 접종액이 1 mL가 되게 도말 후 35-37℃에서 48±3시간 배양한 다음 투명한 피로 둘러싸인 광택의 검정색 집락을 계수한다. 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 Nutrient agar (Difco Co., USA) plate에 접종하고 35-37℃에서 18-24시간 배양한 후 그람염색을 실시하여 포도상의 배열을 갖는 그람양성 구균을 확인한다. 포도상의 배열을 갖는 그람양성구균이 확인된 것은 Microgen Staph (Microgen Bioproducts LTD. U.K) kit를 coagulase test를 하여 섬유소가 석출된 것을 황색포도상구균 양성으로 판정하였고, 결과는 CFU/g or mL로 표기하였다.

대장균(*Escherichia coli*) 수 측정

대장균수의 측정은 식품공전(KFDA, 2008)의 방법에 준하여 EC Medium (Difco Co., USA)을 이용한 MPN으로 측정하였다.

기계, 기구, 장갑의 표면 균수 측정

오징어 접촉 표면의 균수 측정을 위하여, 작업장 내 오징어 접촉 기구 및 기계와 작업자 손 또는 장갑을 대상으로 식품공전(KFDA, 2008)의 방법에 준하여 Swab kit(3M Co., USA)로 면적 1 m²의 균수를 측정하였으며, 일반세균과 황색포도상구균은 CFU/m²로 나타내었고, 대장균은 MPN/m²로 나타내었다.

공중부유균 조사

조미오징어 가공 공정실의 공중부유균을 측정하기 위하여 각 공정실별로 Air Sampler MAS 100(Merck Co., Germany)에 직경 90 mm의 plate count agar (Difco Co., Detroit, USA) plate를 설치하고 100 L/min의 공기를 5분간 포집하여 측정하였으며, 그 결과를 CFU/m³로 표시하였다.

결과 및 고찰

국내산 반가공품의 2차 가공공정별 미생물 오염도

Fig. 1. Change of total viable cell number and *Staphylococcus aureus* in seasoned squid *Dosidicus gigas* at processing step in A company. Error bars represent standard deviation for the mean of triplicate experiments.

A사의 국내산 반가공품 2차 가공공정 중 일반세균과 황색포도상구균의 오염도를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다.

국내산 반가공품의 일반세균수는 4.2 log CFU/g이었으며 해당공정 후, 2.0 log CFU/g 정도 감소하였고 배소공정 후 검출한계(<1.0 log CFU/g) 이하까지 감소하였다. 그러나 압연공정 후 다시 3.0 log CFU/g 정도 증가하였으며, 이후 4.0 log CFU/g 수준을 유지하였으며, 소독 후 최종제품(after packing)은 5.0 log CFU/g으로 나타났다. Ha (2005)는 조미오징어 총 75개 제품 중 37.3%인 28개에서 g당 10⁶ 마리 이상의 균이 검출되었고, 12%인 9개에서 g당 10⁶ 마리 이상의 균이 검출되었다고 보고한 바 있어, 본 실험의 결과도 이와 비슷한 경

향을 나타내었다. 우리나라 식품공전에서는 조미오징어(조미 건어포류)에 대하여 일반세균의 기준은 제시되어 있지 않다. 그러나 영국 Public Health Laboratory Service는 해산물 중 조리한 연체류 혹은 패류에 대한 일반세균의 기준을 satisfactory(만족), $<6.0 \log \text{CFU/g}$; 허용(acceptable), $6.0\text{--}7.0 \log \text{CFU/g}$ 을 제시하고 있다(Gilbert et al., 2000). 이 기준과 비교하여 보면 최종제품을 포함한 모든 공정의 원료가 $6.0 \log \text{CFU/g}$ 미만으로 일반세균의 경우는 만족할 수준으로 나타났다.

국내산 반가공품의 황색포도상구균수는 $3.6 \log \text{CFU/g}$ 이었으며, 해동공정 후 $1.2 \log \text{CFU/g}$ 이었고, 배소공정 후에는 검출한계($<1.0 \log \text{CFU/g}$) 이하까지 감소하였다. 그러나 압연공정 후 다시 증가하여, 기계인열공정 후에는 $3.3 \log \text{CFU/g}$ 으로 약 $3.0 \log$ 정도 증가하였으며, 수공인열공정 후에는 $4.6 \log \text{CFU/g}$ 수준까지 증가하였다. 숙성공정 이후 최종제품까지는 약 $3.9\text{--}4.3 \log \text{CFU/g}$ 수준의 오염도를 유지하였다. Ha (2005)는 조미오징어 총 75개 제품 중 46.7%인 35개에서 황색포도상구균이 검출되었으며, 1개 제품의 경우, $5.0 \log \text{CFU/g}$ 이상이 검출되어 구매 즉시 섭취하여도 위험할 수 있는 수준이라고 보고한 바 있어, 본 실험의 결과도 이와 비슷한 경향을 나타내었다.

압연공정 이후 일반세균수와 황색포도상구균수가 급격히 증가하였고, 반가공품보다 최종제품의 균수가 높게 나타난 이유는 가공에 사용되는 기계 표면, 운반용기 표면 또는 종업원의 장갑(손)으로부터 균이 혼입된 것으로 추정되며, 이에 대한 대책이 필요한 것으로 사료된다.

국내산 반가공품의 2차 가공공정 중 대장균의 오염도를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다.

국내산 반가공품의 대장균수는 $1.3 \log \text{MPN/100 g}$ 이었고, 해동과 배소공정에서는 검출한계($<1.26 \log \text{MPN/100 g}$) 이하로 감소하였지만, 압연공정 이후 다시 검출되어 숙성공정까

Fig. 2. Change of *Escherichia coli* in seasoned squid *Dosidicus gigas* at processing step in A company. Error bars represent standard deviation for the mean of triplicate experiments.

지 $1.9\text{--}2.6 \log \text{MPN/100 g}$ 수준으로 검출되었으며, 건조공정, 소독공정과 최종제품에서는 검출한계 이하로 나타났는데, 이는 건조공정에서 대장균이 대부분 사멸하였기 때문인 것으로 추정된다.

우리나라 식품공전의 조미건어포류(KFDA, 2008)에 대한 미생물 기준은 “황색포도상구균 $2.0 \log \text{CFU/g}$ 이하, 대장균 음성”으로 규정되어 있다. 이 규정에 비추어 볼 때, 황색포도상구균은 최종제품뿐만 아니라 대부분의 공정에서 허용기준치 이상으로 검출되었으며, 배소공정 이후에 검출한계($<1.0 \log \text{CFU/g}$) 이하까지 감소한 황색포도상구균이 기계인열공정 이후 다시 허용기준치 이상으로 증가하여 가공공정의 위생적인 관리가 필요한 것으로 나타났다(Fig. 1). 대장균의 경우, 최종제품에서는 식품위생법상 허용기준치를 만족하는 것으로 나타났으나, 가공 공정 중에 검출이 되는 경우도 있어, 가공공정의 위생적인 관리가 필요한 것으로 나타났다(Fig. 2).

수입산 반가공품의 2차 가공공정별 미생물 오염도 조사

B사의 수입산 반가공품의 2차 가공공정 중 일반세균과 황색포도상구균 오염도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다.

수입산 반가공품의 일반세균 오염도는 $5.8 \log \text{CFU/g}$ 이었으며, 해동공정 후, 증가하여 $6.4 \log \text{CFU/g}$ 로 증가하였다. 배소공정 이후 $2.2 \log \text{CFU/g}$ 수준으로 상당히 감소하였으나, 압연공정 이후 다시 증가하여, $5.0\text{--}6.0 \log \text{CFU/g}$ 수준을 유지하였고, 소독공정 후에도 $6.0 \log \text{CFU/g}$ 이상이 검출되었으며, 최종제품(after packing)은 $6.5 \log \text{CFU/g}$ 으로 나타났다. Gilbert et al.(2000)의 해산물 중 조리한 연체동물과 패류에 대한 일반세균의 기준과 비교하여 보면, 11개의 공정별 시료 중 4개(36.4%)가 만족할만한 수준이었으며, 최종제품을 포함한 7개(63.6%)가 허용 수준으로 나타났다.

수입산 반가공품의 황색포도상구균 오염도는 $6.0 \log \text{CFU/g}$

Fig. 3. Change of total viable cell number and *Staphylococcus aureus* in seasoned squid *Dosidicus gigas* at processing step in B company. Error bars represent standard deviation for the mean of triplicate experiments.

이었으며, 배소공정 후, 3.1 log CFU/g로 감소하였으나 압연 공정 후 5.5 log CFU/g로 다시 증가하였으며, 이후 모든 공정에서 5.0 log CFU/g 이상으로 나타났다.

수입산 반가공품의 2차 가공공정 중 대장균의 오염도를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다.

수입산 반가공품의 대장균 오염도는 1.4 log MPN/100 g이

Fig. 4. Change of *Escherichia coli* in seasoned squid *Dosidicus gigas* at processing step in B company. Error bars represent standard deviation for the mean of triplicate experiments.

었고, 모든 공정의 오징어에서 1.0-3.0 log MPN/100 g 수준으로 대장균이 검출되었으며, 최종제품에서 2.4 log MPN/100 g이 검출되었다.

수입산 반가공품은 국내산 반가공품보다 미생물 오염도가 높게 나타났으며, 수입산 반가공품을 원료로 사용한 경우, 모든 공정에서 국내산 반가공품보다 미생물 오염도가 높았고, 황색포도상구균과 대장균이 모든 공정에서 허용기준치 이상으로 검출되어 식품안전상 문제가 있는 것으로 나타났다. 그리고 A사와 비슷하게 배소공정 이후 감소하였던 황색포도상구균과 대장균이 압연공정 이후 다시 증가하여 가공공정의 위생적인 관리가 필요한 것으로 나타났다(Fig. 3, 4).

기구 및 기계의 미생물 오염도

조미오징어 가공에 사용되는 기계 및 기구의 미생물 오염이 공정 중 조미오징어의 미생물 오염에 미치는 영향을 조사하기 위하여 A사의 바구니, 벨트, 기계 표면 등의 일반세균, 황색포도상구균, 대장균 오염도를 조사한 결과는 Table 2와 같다.

해동한 반가공품의 운반 바구니, 압연기 벨트, 수공인열기 벨트, 조미배합기, 건조망, 소독대 테이블 등의 일반세균 오염도는 3.2-4.1 log CFU/m²이었고, 그 이외의 기구 및 기계는 1.5-2.5 log CFU/m²이었다. 압연공정 후 오징어의 일반세균 오염도가 급격히 증가한 바 있는데(Fig. 1), 이는 압연벨트

Table 2. Microbial contaminations on apparatus and machine at processing step of A factory¹

Sample		Log CFU/m ²		Log MPN/m ²
Processing step	Contact surface	Total viable cell number	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Daruma	Basket	2.5±0.2	<1.0±0.0	<2.3±0.0
Thawing tank	Surface	1.7±0.1	1.3±0.1	<2.3±0.0
Stored room	Basket	3.2±0.3	1.2±0.1	<2.3±0.0
Roasting machine	Surface	2.0±0.2	<1.0±0.0	<2.3±0.0
After roasting	Basket	1.9±0.1	<1.0±0.0	<2.3±0.0
Rolling machine	Surface	1.4±0.2	1.4±0.1	<2.3±0.0
Rolling machine	Belt	3.5±0.0	2.7±0.1	2.3±0.0
Mechanical tearing machine	Surface	2.1±0.0	1.9±0.1	<2.3±0.0
Mechanical tearing machine	Belt	2.1±0.1	1.6±0.0	<2.3±0.0
Handicraft tearing machine	Surface	1.5±0.0	1.5±0.0	<2.3±0.0
Handicraft tearing machine	Belt	3.2±0.2	3.0±0.1	<2.3±0.0
Seasoning machine	Surface	3.2±0.1	1.3±0.0	<2.3±0.0
After seasoning	Basket	4.1±0.3	1.4±0.1	<2.3±0.0
Drying	Net	3.0±0.1	1.2±0.0	<2.3±0.0
Disinfection table	Surface	3.5±0.0	1.2±0.0	<2.3±0.0

¹Values are mean±SD of triplicate experiments.

에 오염된 세균($3.5 \log \text{CFU/m}^2$)이 영향을 미친 것으로 사료된다. Harrigan (1998)은 기구, 설비 및 용기에 대한 일반세균의 기준을 만족할 수준, $<2.7 \log \text{CFU/m}^2$; 시정을 필요로 하는 수준, $<2.7-3.4 \log \text{CFU/m}^2$; 즉각적인 조치를 필요로 하는 수준, $>3.4 \log \text{CFU/m}^2$ 을 제시하고 있다. 이 기준으로 볼 때, 15개의 기구, 기계 중 만족할 만한 수준이 8개(53.3%), 시정을 필요로 하는 수준이 4개(26.7%), 즉각적인 조치를 필요로 하는 수준이 3개(20.0%)로 나타났으며, 특히 마지막 공정의 소독 테이블의 세균 오염도가 $3.5 \log \text{CFU/m}^2$ 로 높아 즉각적인 조치를 필요로 하는 것으로 나타났다.

황색포도상구균의 경우, 반가공품, 배소기, 인열기를 제외한 모든 작업 기구와 기계에서 $1.0 \log \text{CFU/m}^2$ 이상이 검출되었다. Fig. 2에서 압연공정 후 오징어의 황색포도상구균 오염도가 급격히 증가($3.3 \log \text{CFU/g}$)한 바 있는데, 이는 압연기 벨트에 오염된 황색포도상구균($2.7 \log \text{CFU/m}^2$)이 영향을 미친 것으로 사료된다.

대장균의 경우, 압연기 벨트($2.3 \log \text{MPN/m}^2$)를 제외하고 모든 작업 기구와 기계에서 검출한계 이하로 나타났다.

이상의 결과로 볼 때, 오징어 가공에 사용되는 기구 및 기계 대부분에서 황색포도상구균이 검출되어 가공공정 중의 오징어에 교차오염을 일으킬 수 있으므로 이에 대한 효과적인 소독 및 위생관리가 필요한 것으로 사료된다.

수입산 반가공품을 원료로 하여 가공에 사용되는 기계 및 기구의 미생물 오염이 공정 중 오징어의 미생물 오염에 미치는 영향을 조사하기 위하여 B사의 바구니, 벨트, 기계 표면 등의 일반세균, 황색포도상구균, 대장균 오염도를 조사한 결과는 Table 3과 같다.

배소기, 배소 후 운반 바구니, 기계인열기, 소독대 표면의 일반세균 오염도는 $2.7-3.5 \log \text{CFU/m}^2$ 이었고, 그 이외의 기구 및 기계는 $4.0-6.2 \log \text{CFU/m}^2$ 로 A사에 비하여 높게 나타났다. Harrigan (1998)의 일반세균 기준에 비추어 볼 때, 반가공품, 해동탱크 표면, 배소기 표면, 배소 후 운반 바구니, 소독대 표면은 시정을 필요로 하는 수준이었으며, 이 이외의 모든 기계 및 기구는 즉각적인 조치를 필요로 하는 수준으로 나타났다.

황색포도상구균의 경우, 배소 후 운반 바구니를 제외하고, 모

Table 3. Microbial contaminations on apparatus and machine at processing step of B factory¹

Sample		Log CFU/m ²		Log MPN/m ²
Processing step	Contact surface	Total viable cell number	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Daruma	Basket	3.5±0.3	3.6±0.3	3.3±0.2
Thawing tank	Surface	2.7±0.2	2.7±0.2	2.3±0.0
Stored room	Basket	5.7±0.1	5.3±0.2	2.3±0.2
Roasting machine	Surface	3.1±0.5	2.2±0.3	<2.3±0.0
After roasting	Basket	2.9±0.3	1.8±0.2	<2.3±0.0
Rolling machine	Surface	5.8±0.1	5.3±0.3	2.1±1.0
Rolling machine	Belt	6.2±0.4	5.5±0.3	2.2±0.4
Mechanical tearing machine	Surface	3.5±0.6	3.3±0.3	<2.3±0.0
Mechanical tearing machine	Belt	5.2±0.2	4.4±0.2	<2.3±0.0
Before handicraft tearing	Surface	4.2±0.4	3.6±0.2	<2.3±0.0
Before handicraft tearing	Belt	5.3±0.2	4.4±0.6	<2.3±0.0
Handicraft tearing machine	Surface	4.1±0.3	3.8±0.3	<2.3±0.0
Handicraft tearing machine	Belt	4.3±0.0	3.5±0.2	<2.3±0.0
Seasoning machine	Surface	4.1±0.8	4.0±0.7	3.3±1.5
After seasoning	Basket	5.2±0.5	5.1±0.6	<2.3±0.0
Drying	Net	4.0±0.3	3.2±0.0	<2.3±0.0
Disinfection table	Surface	3.3±0.2	3.1±0.2	2.3±0.1

¹Values are mean±SD of triplicate experiments.

든 기구, 기계에서 $2.0 \log \text{CFU/m}^2$ 이상이 검출되었으며, 특히 냉장저장고 운반바구니, 압연기 표면, 압연기 벨트, 수공인열기 벨트, 조미배합 후 운반바구니에서는 $5.0 \log \text{CFU/m}^2$ 이상의 황색포도상구균이 검출되어, 기계 및 기구의 철저한 소독이 필요한 것으로 나타났다.

대장균의 경우, 해동탱크 표면, 냉장저장고 운반바구니, 압연기 표면, 압연기 벨트, 조미배합기, 소독대 표면에서 $2.1\text{--}3.3 \log \text{MPN/m}^2$ 가 검출되었으며, 그 이외의 기구 및 기계는 검출한계($< 2.3 \log \text{MPN/m}^2$) 이하이었다.

전체적으로 국내산 반가공품을 사용하는 A사에 비하여 수입산 반가공품을 사용하는 B사의 기계 및 기구의 미생물 오염도가 높게 나타났는데, 이는 미생물 오염도가 높은 반가공품을 사용한 후에 기계, 기구 등에 오염되어 있는 미생물을 정기적으로 소독하지 않았기 때문에 계속적으로 다음 제품에 교차오염을 일으킨 것으로 사료된다. 가공에 이용되는 기계 및 기구 등의 미생물 오염도가 높으면 미생물학적으로 깨끗한 원료를 사용하더라도 이들과의 접촉에 의하여 원료 및 제품이 교차오염될 수 있으므로 정기적인 소독이 필요한 것으로 사료된다.

작업자 장갑의 미생물 오염도

조미오징어 가공공정에 참여하는 A사의 작업자 장갑(또는 손) 표면의 일반세균, 황색포도상구균, 대장균 오염도를 조사한 결과는 Table 4와 같다.

일반세균의 경우, 배소 후 공정 작업자 장갑($1.2 \log \text{CFU/m}^2$)을 제외하고, 모든 공정 작업자 장갑에서 $2.0\text{--}4.6 \log \text{CFU/m}^2$ 의 일반세균이 검출되었다. Harrigan (1998)이 제시한 기준에 비추어 볼 때, 9개의 시료 중 해동 전, 배소 후, 압연 전 등 3개(33.3%) 공정의 작업자 장갑만이 만족할 만한 수준으로 나타나 작업자 장갑에 의한 교차 오염이 우려되었으며, 특히 최종제품을 취급하는 알코올 소독공정 작업자 장갑의 경우도 3.3

$\log \text{CFU/m}^2$ 로 시정을 필요로 하는 수준으로 나타났다.

황색포도상구균의 경우, 배소 후($<1.0 \log \text{CFU/m}^2$)와 압연 전($<1.0 \log \text{CFU/m}^2$) 공정의 작업자 장갑을 제외하고, 모든 공정의 작업자 장갑에서 $1.0 \log \text{CFU/m}^2$ 이상이 검출되었다. 특히 소독 공정에 참여하는 작업자 장갑에서 $2.2 \log \text{CFU/m}^2$ 의 황색포도상구균이 검출되어 이에 대한 대책이 필요한 것으로 나타났다.

대장균의 경우, 배소 전 공정 작업자 장갑에서 $2.7 \log \text{MPN/m}^2$ 이 검출되었으나, 그 이외의 작업자 장갑에서는 검출한계 이하이었다.

B사의 가공공정에 참여하는 작업자의 장갑(또는 손) 표면의 일반세균, 황색포도상구균, 대장균 오염도를 조사한 결과는 Table 5와 같다.

모든 공정의 작업자 장갑에서 $2.0 \log \text{CFU/m}^2$ 이상의 일반세균이 검출되어, 전체적으로 A사에 비하여 일반세균 오염도가 높게 나타났다. 특히, 배소 전, 압연 후, 기계인열, 수공인열, 조미공정의 작업자 장갑에서는 $4.0 \log \text{CFU/m}^2$ 이상이 검출되었으며, 배소 후, 소독공정을 제외한 모든 공정의 작업자 장갑이 즉각적인 조치를 필요로 하는 수준(Harrigan, 1998)으로 나타났다.

황색포도상구균의 경우, 배소 후 공정을 제외한 모든 작업자 장갑에서 $2.0 \log \text{CFU/m}^2$ 이상이 검출되었으며, 압연공정의 작업자 장갑에서는 $4.8 \log \text{CFU/m}^2$ 의 황색포도상구균이 검출되어, 소독 방법의 개선 및 위생관리가 필요한 것으로 나타났다.

대장균의 경우, 배소 전 공정의 장갑에서 $3.5 \log \text{MPN/m}^2$ 가 검출되어 오염도가 가장 높았고, 배소 후, 압연 전, 기계인열 공정 작업자 장갑에서 $2.3\text{--}3.2 \log \text{MPN/m}^2$ 가 검출되었으며, 그 이외의 공정 작업자 장갑은 검출한계 이하이었다.

작업자의 장갑 역시 A사에 비하여 B사의 미생물 오염도가 높

Table 4. Microbial contamination on employee's glove or hand at processing step of A factory¹

Processing step	Log CFU/m ²		Log MPN/m ²
	Total viable cell number	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Before thawing (glove)	2.0±0.1	1.6±0.0	<2.3±0.0
Before roasting (glove)	4.0±0.1	3.6±0.2	2.7±0.0
After roasting (glove)	1.2±0.0	<1.0±0.0	<2.3±0.0
Before rolling (glove)	2.1±0.0	<1.0±0.0	<2.3±0.0
Mechanical tearing (hand)	3.1±0.0	2.4±0.3	<2.3±0.0
Handicrafts tearing (hand)	3.1±0.0	3.3±0.1	<2.3±0.0
Seasoning (glove)	3.5±0.1	2.3±0.5	<2.3±0.0
Drying (glove)	4.6±0.0	3.1±0.2	<2.3±0.0
Disinfection (glove)	3.3±0.0	2.2±0.4	<2.3±0.0

¹Values are mean±SD of triplicate experiments.

Table 5. Microbial contamination on employee's glove or hand at processing step of B factory¹

Processing step	Log CFU/m ²		Log MPN/m ²
	Total viable cell number	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Before thawing (glove)	2.0±0.1	1.6±0.0	<2.3±0.0
Before roasting (glove)	4.0±0.1	3.6±0.2	2.7±0.0
After roasting (glove)	1.2±0.0	<1.0±0.0	<2.3±0.0
Before rolling (glove)	2.1±0.0	<1.0±0.0	<2.3±0.0
Mechanical tearing (hand)	3.1±0.0	2.4±0.3	<2.3±0.0
Handicrafts tearing (hand)	3.1±0.0	3.3±0.1	<2.3±0.0
Seasoning (glove)	3.5±0.1	2.3±0.5	<2.3±0.0
Drying (glove)	4.6±0.0	3.1±0.2	<2.3±0.0
Disinfection (glove)	3.3±0.0	2.2±0.4	<2.3±0.0

¹Values are mean±SD of triplicate experiments.

았으며, A사와 B사 공히 배소 전 공정의 작업자 장갑에서 다른 공정보다 미생물 오염도가 다소 높게 나타난 점으로부터 이 공정의 작업자에 대한 개인위생교육 및 위생관리가 필요한 것으로 사료되었다.

공중부유균

공중부유균이 공정 중 오징어의 미생물 오염도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 A사와 B사의 각 공정실의 공중부유균을 측정된 결과를 Table 6에 나타내었다.

A사의 각 공정실의 공중부유균은 1.7-3.4 log CFU/m³로 나타났다. Fig. 1에서 압연공정 후 오징어의 오염도가 높은 것으로 나타났는데, 이는 압연공정실의 공중부유균 오염도(3.4 log CFU/m³)가 다른 공정실에 비하여 높은 것도 한 가지 원인으로 추정된다.

B사의 경우, 각 공정실의 공중부유균은 건조실(1.8 log CFU/m³)을 제외한 나머지 모든 공정실에서 A사보다 높게(2.5-5.1 log CFU/m³) 나타나, 공중부유균이 B사의 공정 중의 원료 오징어 또는 기계, 기구의 미생물 오염도가 A사보다 높게 나타난 한 가지 원인으로 추정되었으며, 모든 공정실의 공중부유균에 대한 대책이 필요한 것으로 나타났다.

사 사

본 논문은 지식경제부 지역연고산업육성사업 “주문진오징어 특화사업”의 지원으로 이루어졌으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Table 6. Microbial contamination in the air at processing area of A factory¹

Processing area	Viable cell number (Log CFU/m ³)	
	A factory	B factory
Thawing room	2.6±0.1	2.7±0.3
Roasting room	3.4±0.8	3.5±0.7
Rolling room	3.4±0.3	4.5±0.6
Mechanical tearing room	3.4±0.7	5.1±0.7
Handicrafts tearing room	2.6±0.7	4.9±0.5
Seasoning room	1.7±1.0	2.5±0.4
Ripening room	2.2±0.3	3.4±0.2
Drying room	2.1±0.1	1.8±0.3
Disinfection room	2.3±0.6	3.6±0.6

¹Values are mean±SD of triplicate analyses.

- Benjaku S, Visessanguan W, Tanaka M, Ishizaki S, Taluengphol A and Chichanan U. 2000. Physicochemical and textural properties of dried squid as affected by alkaline treatments. *J Sci Food Agric* 80, 2142-2148.
- Gilbert RJ, Louvois J, Donovan T, Little C, Nye K, Ribeiro CD, Richards J, Roberts D and Bolton FJ. 2000. Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *Communicable Disease and Public Health* 3, 163-167.
- Ha SD. 2005. Safety Management of Child Food and School Food Service. KFDA report 05162-551, 23-67.
- Ham HJ, Kim AK and Kim MS. 2006. Bacterial distribution in dried salted marine products, sold in garak wholesale market. *J Food Hyg Safety* 21, 70-75.
- Ham HJ, Kim SE, Ryu SH, Hwang YO and Choi SM. 2010. Bacterial distributions of *Escherichia coli* and *Bacillus cereus* etc. isolated from dried seasoned marine products in Garak fishery wholesale market in Seoul, 2009. *J Food Hyg Safety* 25, 10-15.
- Harrigan WF. 1998. Laboratory methods in food microbiology. Academic press, San Diego, CA. 3rd: 307-309.
- Kang KT, Heu MS and Kim JS. 2007. Development of seasoned and dried squid slice. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50, 116-120.
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2008. In: Food Standards Codex. Korean Food Industry Association. Seoul, Korea. 378-412.
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2008. The KFDA's Notification 2008-15.
- Korea Rural Economic Institute. 2010. Food balance sheet, p12.
- NFFC (National Federation of Fisheries Cooperatives). 2004. Retrieved from <http://trade.suhyup.co.kr>.
- Noh JE, Kim BK, Kim HK and Kwon JH. 2004. Effects of γ -irradiation on the quality of seasoned cuttle during storage. *Kor J Food Culture* 19, 516-523.
- Om AS, Kim JH, Moon JH, Jang MK and Lee HJ. 2009. Assessment of the level of microbial contamination in Jinmichae. *Kor J Culinary Res* 15, 1-8.
- Outani K. 1976. An antitumor substance obtained from the internal shell of squid-isolation procedures and antitumor activity *Bull Japan Soc Sci Fish* 42, 449-453.
- Stansby ME. 1990. Fish oils in nutrition. Van Nostrand Reinhold. New York, US, 6-34.
- Yoon MH, Hong HG, Lee IS, Park MJ, Yun SJ, Park JH and Kwon YO. 2009. A survey of the safety in seasoned dried fishes. *J Food Hyg Safety* 24, 143-147.