

포장두부의 가공공정에서 미생물 분석 및 안전성 평가

왕순남·최성원¹·허남윤¹·백무열²·이한승³·김창남*

(주)김창남식품안전연구소, ¹오산대학교 호텔조리계열, ²경희대학교 식품공학과, ³신라대학교 의생명과학대학 바이오식품소재학과

Received February 18, 2009 / Accepted April 23, 2009

Microbial Analysis and Safety Evaluation in the Process of Packaged Tofu. Soun-Nam Wang, Sung-Won Choi¹, Nam-Yoon Hur¹, Moo-Yeol Baik², Han-Seung Lee³ and Chang-Nam Kim*. Kim's Institute of Food Safety Co., Ltd., Anyang 431-050, Korea, ¹Department of Food and Culinary Art, Osan University, Osan 447-749, Korea, ²Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea, ³Department of Bio-Food Materials, College of Medical and Life Sciences, Silla University, Busan 617-736, Korea - This study was conducted to investigate microbial distribution in the processing steps and to estimate quality index and shelf life of packaged Tofu (soybean curd). Sanitation and safety of Tofu were analysed in aspects of total viable counts (TVCs) and coliforms. Organoleptic deterioration was observed from some packaged Tofu when their TVCs were over 10^6 CFU/g. The controlled simply packaged Tofu and sterilized Tofu with TVCs of under 10^5 CFU/g were 32.0% and 86.9% of the total samples, respectively. Also, the controlled simply packaged Tofu and sterilized Tofu with negative coliforms were 12.0% and 83.7% of the total samples, respectively. TVCs and coliforms increased in some processing steps, which include washing and soaking of raw soybeans, and formation and 1st cooling of packaged Tofu. Increases of TVCs and coliforms in the washing and soaking step were due to contamination from the soaking tank and airborne bacteria, whereas increases of TVCs and coliforms in the grinding step were due to contaminations from the grinder, line and reserving tank. TVCs and coliforms increased in the formation and 1st cooling step of packaged Tofu due to contaminations from filter wools, trays, employee's hands, cooling water, formed products and filter wools.

Key words : Tofu (soybean curds), total viable counts (TVCs), coliforms, contamination

서 론

두부는 대두를 물과 함께 마쇄하여 여기에 함유된 단백질과 각종 염류를 용액내로 추출시켜 얻은 두유액에 응고제를 첨가하여 단백질을 침전·응고시킨 겔을 성형한 식품이다 [1,4,7,8,10]. 두부는 가공·포장방법에 따라 크게 포장두부와 충전두부로 분류된다(Fig. 1). 포장두부는 가열 두유액에 응고제를 가하고 응고·압착·성형한 제품을 순물과 함께 용기에 넣어 포장한 것을 말하며, 충전두부는 가열두유액을 냉각하여 응고제를 넣고 용기나 포장지에 충전한 다음 가열하여 응고시킨 제품으로 연두부와 순두부가 있다. 두부는 영양가와 소화율이 높고 필수아미노산 함량이 높으며 가격이 비교적 저렴한 고단백 식품이나, 우리나라의 생산업체 대부분이 영세하고 위생관념이 부족하여 최종제품의 위생성이 낮은 편이며, 이에 따라서 저장성도 좋지 않은 단점을 가지고 있어 대부분의 소비자들에게 일일식품으로만 인식되고 있으나, 가공단계에서의 위생에 조금만 주의를 기울여 최종제품의 위생성만 보완된다면 관련 산업의 발전이나 유통저변의

확대에 많은 도움이 될 것으로 생각된다[2,5,16].

이러한 두부를 포함한 식품의 위생성과 이에 따른 저장성은 가공공장의 환경, 가공특성이나 포장특성, 보관·유통특성, 계절에 따라서 달라질 수 있다[9,13]. 즉, 침지, 마쇄, 여과, 압착, 성형, 냉각, 내포장 과정 등의 가공조건이나 설비, 작업도구와 작업자의 위생성, 포장재 종류나 포장형태 및 포장방법, 보관·유통 온도 등에 따라 두부의 위생성은 큰 영향을 받는다.

따라서 최종 제품의 위생성을 제대로 이해하고 이를 향상시키며, 이에 따른 저장성 증대도 도모하기 위해서는 최종 제품에 대한 적절한 위생성 평가와 더불어 이에 영향을 미치는 가공단계가 어디인가를 명확하게 규명하고 이에 대한 적절한 관리대책의 확립이 필요하다. 이러한 자료들은 두부의 위생성을 확보하고 최근의 관심사가 되고 있는 Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system을 적용하기 위한 위해요소 분석이나 이의 관리대책 확립에 매우 중요한 기초자료로 활용될 수 있다.

본 연구에서는 시판되는 3일 이내의 포장두부에 대한 총생균 수와 대장균군을 측정하여 가공공정별 위생실태를 파악하고 두부에 대한 미생물 규격의 설정 가능성을 검토하며, 가공공정별 미생물 분석을 통하여 그 오염 원인을 규명코자 하였다.

*Corresponding author

Tel : +82-31-381-0831, Fax : +82-31-381-0832

E-mail : haccpdr@dreamwiz.com

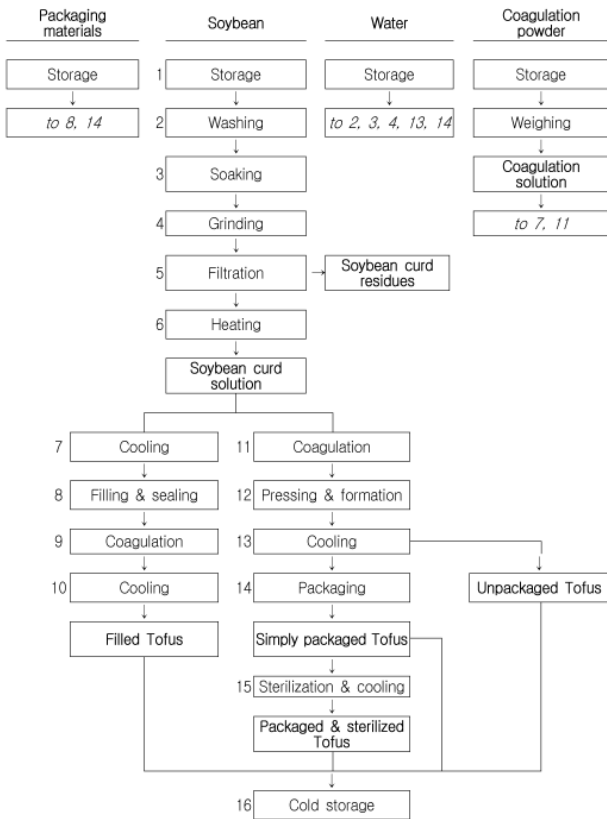


Fig. 1. Commercial processing steps of Tofu.

재료 및 방법

실험 재료

포장두부의 위생실태 파악을 위한 시료는 전국 각지에 소재한 두부가공공장이나 시중 판매점에서 생산 후 3일 이내의 것으로 채취하여 사용하였으며, 가공단계별 제품이나 용수, 냉각수, 성형포 등의 시료는 두부가공공장의 각 가공공정에서 채취하였다.

시료 전처리

최종 두부시료는 일정량의 두부(순물 포함)를 균질화한 것을 시험원액으로 하였다. 또한 가공공정별 제품 중 대두와 같은 고체시료는 일정량을 취하고 2배량의 멸균생리식염수 (0.85% NaCl, w/v)를 가하여 균질화한 것을 시험원액으로 하였으며, 액상시료는 채취시료 그대로, 그리고 침지탱크 표면, 성형포 등은 멸균된 면봉으로 10 cm²의 면적을 채취하여 10 ml의 멸균생리식염수에 넣은 것을 시험원액으로 하였다.

총생균 수 측정

전 처리한 시험원액 1 ml를 취해 멸균생리식염수로 10배 단계법으로 적절하게 희석하였다. 그 다음 시험원액이나 희석액 1 ml를 plate에 접종하고 plate count agar (PCA, Difco,

Detroit, USA)배지를 부어 혼합한 다음, 35°C에서 48시간 배양하여 형성된 집락수를 계측하고 시료 g 또는 ml당 colony forming units (CFU/g, ml)로 나타내었다[9,11]. 한편 침지탱크, 성형포 등에 대해서는 CFU/10cm²로 나타내었다.

대장균군 측정

대장균군 측정은 총생균수 측정에서와 같은 방법으로 조제된 시험원액 1 ml를 plate에 접종하고 desoxycholate agar (DA, Difco, Detroit, USA)배지를 부어 혼합한 다음, 35°C에서 24시간 동안 배양하여 형성된 집락수를 계측하였다[11]. 그리고 DA배지에서 전형적인 대장균군 집락과 의심이 되는 집락을 분리하여 lactose broth (Difco, Detroit, USA)를 사용한 다람발효관에서의 가스 생성 유무를 관찰하였으며, 가스를 생성한 집락에 대하여는 그람 염색을 실시하여 검경에 의한 형태를 확인하였다.

공중낙하균 측정

침지조에 대한 공중낙하균으로 총생균수와 대장균군은 미리 PCA와 DA배지를 부어 고화시킨 plate (Φ8.5 cm)를 침지탱크위에서 10분간 방치한 다음, 배양하여 형성된 집락수를 계측하여 CFU/plate·10 min으로 나타내었다[6,12,15].

결과 및 고찰

가공공장별 포장두부의 위생 실태

시중에 유통 중인 포장두부를 수거하여 총생균 수와 대장균군을 측정된 결과, 미생물 오염수준은 동일한 두부유형이더라도 가공공장별로 차이를 보였으며, 동일한 공장에서도 시료 간에도 차이를 보였다. 그리고 총생균수가 10⁶ CFU/g 이상으로 검출된 일부 포장두부에서는 관능적 부패변질 현상이 관찰되었다.

가열액을 응고·성형하고 냉각하여 포장한 다음 별도로 열처리하지 않은 단순포장두부의 가공공장 8개소에서 생산한 3일 이내 제품에서 검출된 총생균수와 대장균군은 공장별로 차이를 보였으며, 각각 5.0×10¹~1.7×10⁸ CFU/g, 0~8.8×10⁵ CFU/g으로 광범위하게 분포하였고 각각의 기하평균은 5.3×10⁶ CFU/g, 2.9×10³ CFU/g이었다(Table 1). P와 Q사 시료의 총생균수는 일본의 두부 지도기준인 1.0×10⁵ CFU/g에 적합하였으나, B, C, F, I사의 경우는 모두 일본의 두부 지도기준을 초과하였으며, K사의 총생균수는 4.7×10³~1.7×10⁸ CFU/g으로 검출 폭이 가장 컸다. 그리고 대장균군은 I, K, P사의 일부 시료에서만 음성이었고 거의 모든 시료에서 양성으로 검출되어 일본의 두부 지도기준인 대장균군 음성에 대부분이 부적합하였다.

단순포장두부를 별도의 열탕수조에서 열처리하여 냉각시킨 포장두부(이하 포장가열두부라 한다.)의 가공공장 10개소

Table 1. Distribution of total viable counts and coliforms in simply packaged Tofus by plants (Unit: CFU/g)

Plants	No. of samples	Total viable counts*		Coliforms*	
		Range	Mean	Range	Mean
A	4	9.2×10 ⁴ ~ 9.6×10 ⁵	2.7×10 ⁵	5.2×10 ² ~ 2.4×10 ⁴	1.1×10 ⁴
B	3	1.5×10 ⁵ ~ 2.4×10 ⁶	9.4×10 ⁵	6.0×10 ¹ ~ 3.5×10 ³	1.8×10 ³
C	2	4.4×10 ⁵ ~ 5.7×10 ⁵	5.1×10 ⁵	2.5×10 ² ~ 6.0×10 ²	4.3×10 ²
F	3	1.7×10 ⁵ ~ 4.5×10 ⁷	9.9×10 ⁵	1.5×10 ³ ~ 8.8×10 ⁵	1.7×10 ³
I	4	1.0×10 ⁶ ~ 3.1×10 ⁷	1.3×10 ⁶	0 ~ 2.4×10 ⁵	2.7×10 ³
K	4	4.7×10 ³ ~ 1.7×10 ⁸	8.5×10 ⁴	0 ~ 9.4×10 ³	1.6×10 ²
P	4	5.0×10 ¹ ~ 7.2×10 ⁴	2.6×10 ⁴	0 ~ 9.5×10 ¹	3.0×10 ¹
Q	2	7.0×10 ³ ~ 2.0×10 ⁴	1.4×10 ⁴	1.0×10 ¹ ~ 1.5×10 ¹	1.3×10 ¹
Total	26	5.0×10 ¹ ~ 1.7×10 ⁸	5.3×10 ⁶	0 ~ 8.8×10 ⁵	2.9×10 ³

*Each sample was measured twice.

에서 생산한 3일 이내 제품에서 검출된 총생균수와 대장균군도 단순포장두부와 마찬가지로 공장별로 차이를 보여 각각 0 ~ 5.2×10⁸ CFU/g, 0 ~ 1.1×10³ CFU/g의 범위로 검출되었으며, 각각의 기하평균은 6.1×10⁴ CFU/g, 2.0×10¹ CFU/g이었다(Table 2). 포장가열두부의 위생성은 단순포장두부보다 전반적으로 양호한 편이었으며, 특히 F와 H사의 모든 시료에서는 대장균군이 전혀 검출되지 않는 등 대장균군은 전반적으로 위생성 향상을 보였고 총생균 수는 F와 I사의 시료에서 두드러진 위생성 향상을 보였으나 A, P, Q사의 시료 중 일부는 오히려 열처리하지 않은 단순포장두부보다 총생균수가 많이 검출되었다. F, I, O사 시료의 총생균 수는 일본의 두부 지도기준인 1.0×10⁵ CFU/g에 적합하였다.

이러한 가공공장에 따른 위생성 차이는 가열과 열처리 사이의 공정인 응고, 압착, 성형, 냉각, 내포장공정에서 작업자, 설비, 도구, 용수 등에 의한 2차오염 정도가 공장마다 차이가 있기 때문에 기인하는 것으로 생각되었다.

Table 2. Distribution of total viable counts and coliforms in packaged and sterilized Tofus by plants (Unit: CFU/g)

Plants	No. of samples	Total viable counts*		Coliforms*	
		Range	Mean	Range	Mean
A	18	1.4×10 ² ~ 1.1×10 ⁶	5.6×10 ⁴	0 ~ 2.3×10 ²	1.6×10 ¹
B	13	2.6×10 ³ ~ 4.6×10 ⁵	8.2×10 ⁴	0 ~ 2.8×10 ²	2.2×10 ¹
F	7	1.0×10 ⁰ ~ 4.6×10 ²	1.3×10 ²	0	0
H	8	6.0×10 ⁰ ~ 4.0×10 ⁶	2.7×10 ⁴	0	0
I	10	0 ~ 3.8×10 ³	7.0×10 ²	0 ~ 3.0×10 ⁰	0.3×10 ⁰
J	12	4.5×10 ¹ ~ 2.0×10 ⁶	3.6×10 ⁴	0 ~ 1.2×10 ²	0.2×10 ⁰
K	22	1.0×10 ⁰ ~ 3.1×10 ⁶	2.1×10 ⁵	0 ~ 1.1×10 ³	7.6×10 ¹
O	5	1.0×10 ⁰ ~ 2.8×10 ³	6.1×10 ²	0 ~ 2.0×10 ⁰	0.4×10 ⁰
P	15	1.0×10 ¹ ~ 5.2×10 ⁸	2.1×10 ²	0 ~ 3.0×10 ⁰	0.2×10 ⁰
Q	15	1.7×10 ² ~ 1.4×10 ⁵	1.3×10 ⁴	0 ~ 2.8×10 ²	1.9×10 ¹
Total	125	0 ~ 5.2×10 ⁸	6.1×10 ⁴	0 ~ 1.1×10 ³	2.0×10 ¹

*Each sample was measured twice.

포장두부의 미생물학적 위생성

Table 3은 총생균 수와 대장균군 수준에 따라서 두부시료 148개(단순포장두부 25개, 포장가열두부 123개)의 분포를 정리한 결과이다. 일본의 경우 두부에 대한 미생물 지도기준으로 총생균 수는 1.0×10⁵ CFU/g 이하, 대장균군은 음성으로 설정하여 지도하고 있다. 총생균 수 측면에서 1.0×10⁵ CFU/g을 기준으로 하여 볼 때 단순포장두부는 25개 시료 중 8개(32.0%), 포장가열두부는 123개 시료 중 107개(86.9%)가 적합하였다. 또한 대장균군 측면에서 음성인 시료는 단순포장두부가 3개(12.0%), 포장가열두부가 103개(83.7%)였다. 즉, 두부유형에 따라서 위생성의 차이를 보였다. 한편, 우리나라도 장기적으로는 두부의 위생성을 향상시키고 소비자의 보건을 위해서는 최종제품의 위생성이나 저장성에 절대적인 영향을 미치는 미생물에 대한 규격을 설정하여 관리할 필요

Table 3. Distribution of total viable counts and coliforms of Tofu types within 3 days of storage (Unit: No. of samples, (%))

Product types	Items	Total samples	Microflora levels (CFU/g)*								
			ND	10 ⁰	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	Above 10 ⁷
Simply packaged Tofus	Total viable counts	25 (100.0)	-	-	1 (4.0)	-	3 (12.0)	4 (16.0)	9 (36.0)	5 (20.0)	3 (12.0)
	Coliforms	25 (100.0)	3 (12.0)	1 (4.0)	5 (20.0)	4 (16.0)	8 (32.0)	2 (8.0)	2 (8.0)	-	-
Packaged & sterilized Tofus	Total viable counts	123 (100.0)	1 (0.8)	11 (8.9)	21 (17.1)	32 (26.0)	31 (25.2)	11 (8.9)	8 (6.5)	7 (5.7)	1 (0.8)
	Coliforms	123 (100.0)	103 (83.7)	9 (7.3)	6 (4.9)	4 (3.3)	1 (0.8)	-	-	-	-
Total	Total viable counts	148 (100.0)	1 (0.7)	11 (7.4)	22 (14.8)	32 (21.6)	34 (23.0)	15 (10.1)	17 (11.5)	12 (8.1)	4 (2.8)
	Coliforms	148 (100.0)	106 (71.6)	10 (6.8)	11 (7.4)	8 (5.4)	9 (6.0)	2 (1.4)	2 (1.4)	-	-

*Each sample was measured twice.

가 있다. 그러나 두부의 저장성을 3일 이내로 전제할 때 단순 포장두부의 총생균 수와 대장균군 부적합율은 각각 68.0%와 88.0%이고 포장가열두부의 부적합율은 각각 13.0%와 16.3%에 해당하므로 전체적으로 총생균 수 1.0×10^5 CFU/g 이하, 대장균군 음성의 규격 적용은 현실적으로 어려움이 있다고 생각되었다.

포장두부 가공공정별 총생균 수와 대장균군 변화

포장두부에서 미생물이 오염, 증식되는 가공공정을 규명하기 위하여 원료대두에서 부터 최종 살균·냉각단계까지의 가공공정별 총생균수와 대장균군 변화를 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. 가공공정별 총생균수의 변화는 각 가공공정별로 약간씩 차이를 보였다. 전체적으로 원료대두의 총생균수는 평균 2.3×10^4 CFU/g이 검출되었다. 원료대두를 세척·침지한 대두와 마쇄액에서 각각 4.0×10^7 CFU/g, 1.8×10^8 CFU/ml로 증가하였다. 그리고 가열공정을 통해 3.7×10^3 CFU/ml로 감소하였다. 총생균수는 응고 후 압착·성형 동안 다시 평균 2.5×10^5 CFU/g으로 증가하였고, 1차냉각에서도 약간 증가하였다. 본 결과는 유부의 가공 중 원료콩에서 $5.2 \times 10^2 \sim 6.1 \times 10^3$ CFU/g, 침지콩에서 $4.1 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^9$ CFU/g, 가열액에서 $1.4 \times 10^0 \sim 2.5 \times 10^3$ CFU/g이 검출되었다는 노[12]의 보고와 비슷하였다. 이러한 결과로 볼 때 포장두부의 총생균수는 세척·침지, 마쇄, 압착·성형, 1차냉각공정에서 증가함을 알 수 있었다. 포장두부의 가공공정별 대장균군도 각 가공공정별로 약간씩 차이가 있었다(Fig. 3). 대장균군은 원료대두의 평균 2.4×10^2 CFU/g에서 세척·침지 동안 2.7×10^4 CFU/g으로, 마쇄를 통해 5.8×10^5 CFU/ml로 각각 증가하였다. 가열액은 4.3×10^0 CFU/ml였고 응고제품에

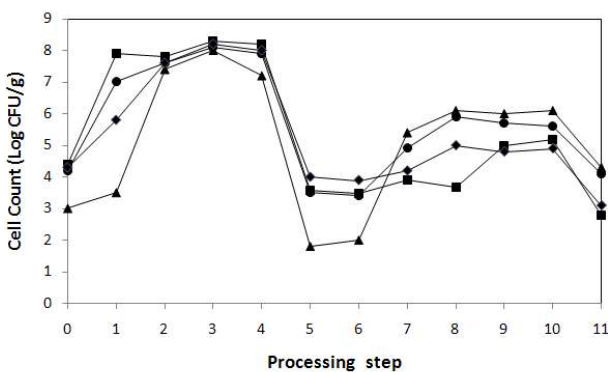


Fig. 2. Changes of total viable counts during processing of packaged Tofus by plants. Each sample was measured three times. X axis: 0, Raw soybean; 1, Washed soybean; 2, Soaked soybean; 3, Ground solution; 4, Filtrate; 5, Heated soybean curd solution; 6, Coagulated product; 7, Formed product; 8, 1st cooled product; 9, 2nd cooled product; 10, Simply packaged product; 11, Packaged and sterilized product. ●, Total mean; ■, Plant A; ▲, Plant B; ▼, Plant C.

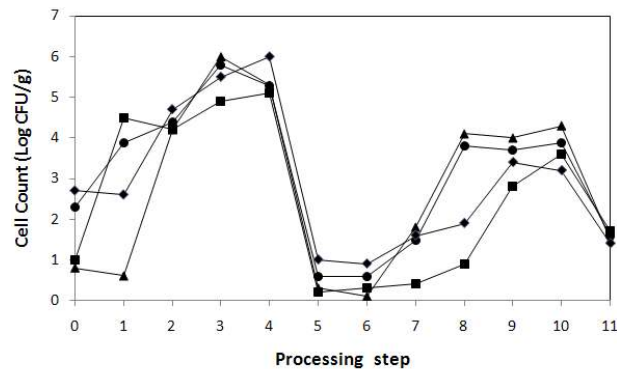


Fig. 3. Changes of coliforms during processing of packaged Tofus by plants. Each sample was measured three times. X axis: 0, Raw soybean; 1, Washed soybean; 2, Soaked soybean; 3, Ground solution; 4, Filtrate; 5, Heated soybean curd solution; 6, Coagulated product; 7, Formed product; 8, 1st cooled product; 9, 2nd cooled product; 10, Simply packaged product; 11, Packaged and sterilized product. ●, Total mean; ■, Plant A; ▲, Plant B; ▼, Plant C.

서는 가열액과 비슷하였다. 그러나 압착·성형과 1차냉각 동안 다시 증가하여 각각 6.3×10^1 CFU/g과 7.2×10^3 CFU/g이 검출되었다. 반면, 노[12]는 유부의 가공공정에 대한 대장균군을 분석한 결과, 원료콩과 가열액에서는 대장균군이 검출되지 않았고 침지콩에서는 $2.0 \times 10^2 \sim 7.6 \times 10^4$ CFU/g이 검출되었다고 보고하였다.

즉, 포장두부의 가공공정 중 총생균수와 대장균군은 세척·침지, 마쇄, 압착·성형과 1차냉각공정에서 각각 증가하는 경향을 보였다. 따라서 보다 위생적인 두부를 가공하기 위해서는 이들 가공공정에서의 미생물 증가를 억제하는 조치가 필요한 것으로 생각되었다.

가공설비, 작업도구, 작업자 등의 위생성

포장두부의 가공에 사용되는 용수와 설비, 작업도구, 성형포, 작업자, 공기 등에 대한 총생균 수를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 침지탱크, 마쇄액 수조, 응고용기, 성형포, 냉각수, 냉각용기의 총생균 수가 $10^4 \sim 10^6$ CFU/10 cm²(또는 CFU/ml)로 오염도가 비교적 높았다. 침지탱크의 공중낙하균은 1.4×10^2 CFU/plate·10 min이었고 성형·1차냉각공정의 작업자 손과 장갑에서 총생균수는 2.0×10^2 CFU/10 cm²이 검출되었다. 본 연구결과는 유부의 시설·설비 중 침지조, 마쇄액 저장조, 응고액 탱크, 응고용기 등의 표면에서 일반세균수가 $10^3 \sim 10^6$ CFU/10 cm²로 비교적 높게 검출되었으며, 침지조의 공중낙하균이 $10^1 \sim 10^2$ CFU/plate·10 min으로 낮아하였다는 노[12]의 보고와 비슷한 경향을 나타내었다. 본 연구결과, Harrigan 등[3]이 도구, 용기의 양호한 위생상태 기준으로 제시한 일반세균수 5.0×10^2 CFU 미만을 충족하는 설비나 작업도구는 없었다. Solberg 등[14]은 도구에 대한 일반

Table 4. Total viable counts of various materials at the processing steps of Tofus (Unit: CFU/ml)

Processing steps	Samples	Range*	Mean
Soaking	Soaking water	0 ~ 2.3×10 ³	5.5×10 ²
	Airborne population ¹⁾	4.4×10 ¹ ~ 2.4×10 ²	1.4×10 ²
	Soaking tank ²⁾	4.9×10 ¹ ~ 4.7×10 ⁵	2.4×10 ⁵
Grinding	Reserving tank ²⁾	6.3×10 ⁵ ~ 5.1×10 ⁶	2.7×10 ⁶
Coagulation	Coagulation container ²⁾	3.0×10 ³ ~ 2.9×10 ⁴	1.6×10 ⁴
Formation	Filter wool ²⁾	5.7×10 ³ ~ 1.2×10 ⁶	1.8×10 ⁵
Cooling	Cooling water (Nozzle)	1.0×10 ⁰ ~ 2.0×10 ⁵	1.1×10 ⁴
	Cooling water (before use in 1st cooling bath)	3.0×10 ⁰ ~ 2.5×10 ⁶	2.5×10 ⁵
	Cooling water (Among use in 1st cooling bath)	4.0×10 ³ ~ 2.6×10 ⁷	2.1×10 ⁶
	Cooling water (Among use in 2nd cooling bath)	2.6×10 ³ ~ 5.4×10 ⁶	5.8×10 ⁵
	Condensed water	7.5×10 ³ ~ 1.1×10 ⁴	9.3×10 ³
	Cooling tray ²⁾	5.5×10 ² ~ 4.5×10 ²	1.5×10 ⁵
	Employee's hands & glove ²⁾	6.0×10 ¹ ~ 5.8×10 ²	2.0×10 ²
Packaging	Adding water	0 ~ 2.9×10 ²	1.5×10 ¹

Units: 1) CFU/plate-10min, 2) CFU/10cm²
 *Each sample was measured four times.

Table 5. Coliforms of various materials at the processing steps of Tofus (Unit: CFU/ml)

Processing steps	Samples	Range*	Mean
Soaking	Soaking water	0 ~ 3.0×10 ⁰	0.4×10 ⁰
	Airborne population ¹⁾	0	0
	Soaking tank ²⁾	0 ~ 1.0×10 ¹	5.0×10 ⁰
Grinding	Reserving tank ²⁾	0	0
Coagulation	Coagulation container ²⁾	0	0
Formation	Filter wool ²⁾	1.5×10 ¹ ~ 8.7×10 ²	2.0×10 ²
Cooling	Cooling water (Nozzle)	0 ~ 1.6×10 ³	9.2×10 ¹
	Cooling water (before use in 1st cooling bath)	0 ~ 4.4×10 ²	1.2×10 ²
	Cooling water (Among use in 1st cooling bath)	5.0×10 ⁰ ~ 1.4×10 ⁵	8.7×10 ³
	Cooling water (Among use in 2nd cooling bath)	1.0×10 ⁰ ~ 4.6×10 ⁴	4.7×10 ³
	Condensed water	0 ~ 4.0×10 ⁰	0.8×10 ⁰
	Cooling tray ²⁾	0 ~ 2.1×10 ¹	7.0×10 ⁰
	Employee's hands & glove ²⁾	0 ~ 2.1×10 ²	5.4×10 ¹
Packaging	Adding water	0	0

Units: 1) CFU/plate-10min, 2) CFU/10cm²
 * Each sample was measured four times.

세균수가 12.4 cm² 당 5 CFU 미만을 허용수준, 5 ~ 10 CFU를 관리 대상수준, 10 CFU 초과를 잠정적 위험수준으로 각각 제시하였고 특히 일반세균수가 2.5×10³ CFU 이상일 때는 즉각적인 조치를 취해야 한다고 하였는데, 본 연구의 설비, 작업도구 모두는 잠정적 위험수준에 해당하거나 즉각적인 조치 대상에 해당하였다.

용수와 설비, 작업도구, 성형포, 작업자, 공기 등의 대장균군 측정결과는 Table 5와 같다. 대장균군은 성형포, 사용 전이나 사용 중인 냉각수에서 10²~10³ CFU/10 cm² (또는 CFU/ml)로 검출되었으며, 침지탱크, 냉각용기, 침지수, 응축

수에서 10⁰ CFU/10 cm² (또는 CFU/ml) 수준으로 검출되었다. 그리고 작업자 손과 장갑에서는 5.4×10¹ CFU/10 cm²이 검출된 반면에, 침지탱크의 공중낙하균이나 마쇄액 수조와 응고용기 표면, 순물에서는 대장균군이 전혀 검출되지 않았다. 침지탱크에 대한 본 연구결과는 노[12]가 보고한 10¹ CFU/10 cm² 보다 낮았으나, 일부 기구, 용기는 Harrigan 등 [3] 의 대장균군 음성 기준을 벗어났음을 확인할 수 있었다.

즉, 포장두부의 가공공정 중 세척·침지, 마쇄공정에서의 총생균수와 대장균군 증가 원인으로는 침지탱크와 공중낙하균의 오염 또는 마쇄기와 이송배관 및 저장탱크의 오염인 것

으로 생각되었다. 또한 압착·성형공정에서는 성형포에 의해서, 1차냉각공정에서는 용기, 작업자 손, 냉각수, 성형제품 및 성형포에 의해 오염되는 것으로 생각되었다. 따라서 전반적인 두부의 위생성 향상을 위해서는 근본적으로 이들 가공공정에서 사용되는 각종 설비나 작업도구, 성형포 및 작업자 등에 대한 세척 및 소독 강화가 절실하게 요구되었다.

요 약

본 연구는 생산 후 3일 이내인 시판두부의 가공공장별, 두부유형별 위생실태를 파악하여 두부에 대한 미생물 규격의 설정 가능성을 검토하며, 가공단계별 총생균수와 대장균군을 분석하여 오염 원인을 규명코자 실시되었다. 시판중인 두부의 위생성은 동일유형이더라도 가공공장마다 차이가 있었고 동일공장의 시료 간에도 차이를 보였다. 총생균수가 1.0×10^6 CFU/g 이상을 보인 일부 포장두부에서는 관능적 부패·변질 현상이 관찰되었다. 총 148개 두부시료 중 총생균수와 대장균군이 각각 1.0×10^5 CFU/g 이하와 음성에 적합한 시료는 단순포장두부가 32.0%와 12.0%, 포장가열두부가 86.9%와 83.7%인 것으로 조사되었다. 이러한 가공공장에 따른 위생성 차이는 가열과 열처리사이의 공정인 응고, 압착, 성형, 1차냉각, 내포장공정에서 2차오염 정도의 차이에서 기인하는 것으로 생각되었다. 포장두부의 가공공정 중 미생물이 증가하여 각별한 관리가 요구되는 공정으로는 원료대두의 세척·침지와 마쇄, 응고 후 압착·성형, 1차냉각공정이었다. 따라서 보다 위생적인 두부를 가공하기 위해서는 이들 가공공정에서 사용되는 각종 설비나 작업도구, 성형포 및 작업자 등에 대한 세척 및 소독 강화가 절실하게 요구되었다.

References

1. Chun, K. H., B. Y. Kim, T. I. Son, and Y. T. Hahm. 1997. The extension of Tofu shelf-life with water-soluble degraded chitosan as immersion solution. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 476-481.
2. Chun, K. H., B. Y. Kim, T. I. Son, and Y. T. Halm. 1999. Extension of Tofu shelf-life with water soluble degraded chitosan as coagulant. *Korean J. Food Sci. Nutr.* **28**, 161-166.
3. Harrigan, W. F. and M. E. McCance. 1976. Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press Inc., New York, pp.231-236, 361.
4. Imamura, Y., H. Kanayama, and Y. Toda. 1998. Recycling treatment for the manufacturing drain of soybean food (Tofu). *Inorganic materials* **5**, 45-53.
5. Jang, W. Y., B. Y. Kim, and M. H. Kim. 1995. Prediction of the rheological of soybean curd during storage by using WLF equation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 193-198.
6. Kim, C. N., S. J. Chun, W. T. Oh, S. H. Park, and H. C. Yu. 1996. Korea health industry development report for the studies on the application of HACCP to food industry. pp. 35-37.
7. Kim, H. J., B. Y. Kim, and M. H. Kim. 1995. Rheological studies of the Tofu upon the processing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 324-328.
8. Kim, J. S. and S. Y. Choi. 2008. Quality characteristics of soybean curd with omija extract. *Korean J. Food & Nutr.* **21**, 43-50.
9. Lee, Y. W., J. Y. Jung, S. G. Park, and S. W. Kim. 1997. Normal flora and effect of storage temperature and period in the commercial fish and shellfish. *J. Food Hyg. Safety* **12**, 20-25.
10. Park, K. N., L. Y. Park, D. G. Kim, G. S. Park, and S. H. Kim. 2007. Effect of turmeric (*Curcuma aromatica salab.*) on shelf life of Tofu. *Korean J. Food Preserv.* **14**, 136-141.
11. Park, W. H. and S. H. YI. 2003. The application of HACCP system to soybean curd and its effectiveness. *J. Food Hyg. Safety* **18**, 202-210.
12. Roh, W. S. 1998. Microbial analysis of processing and evaluation of shelf life of fried bean curd. *J. Food Hyg. Safety* **13**, 62-67.
13. Shin, H. Y., K. J. Ku, S. K. Park, and K. B. Song. 2006. Use of freshness Indicator for determination of freshness and quality change of Tofu during storage. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **49**, 158-162.
14. Solberg, N., J. J. Burkalew, C. M. Chen, D. W. Schaffner, K. O'Neil, J. McDowell, L. S. Post, and M. Boderck. 1990. Microbiological safety assurance system for food service facilities. *Food Technol.* **44**, 68-73.
15. Stringer, M. F. 1994. Safety and quality management through HACCP and ISO 9000. *Dairy, Food and Environment, Sanitation* **14**, 428-481.
16. Woo, I. T., K. N. Park, and S. H. Lee. 2007. Antimicrobail activity of *Scutellaria baicalensis georgi* against various pathogens and spoilage bacteria isolated from Tofu. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 470-475.