

시판생식의 제조과정 및 최종제품의 미생물분포

장태은 · 문성양 · 이진욱 · 백장미 · 한정수 · 송육자 · 신일식*
강릉대학교 해양생명공학부

Microflora of Manufacturing Process and Final Products of Saengshik

Tae-Eun Chang, Sung-Yang Moon, Kun-Wook Lee, Jang-Mi Park,
Jeong-Su Han, Ok-Ja Song, and Il-Shik Shin*

Faculty of Marine Bioscience and Technology, Kangnung National University

Microflora and contamination process of Saengshik products were investigated to ensure microbial safety of Saengshik. Food-borne pathogenic bacteria, such as *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and *Clostridium perfringens* detected mainly from grains were not removed by washing with tap water and freeze-drying. Contaminations of food-borne pathogenic bacteria occurred through raw material powder processed at other factories and during actual product manufacturing process, because detection rates of final products were higher than those of raw materials. Concentration of food-borne pathogenic bacteria increased with advancing of process after first pulverization. Dusts of powder and powder attached to machine were good media for air-borne microorganisms and caused to increase of food-borne pathogenic bacteria during process. Improvement of manufacturing process and sanitary control of machines are necessary to ensure microbial safety of Saengshik.

Key words: microflora of Saengshik, contamination process, food-borne pathogenic bacteria, microbial safety

서 론

과학기술의 눈부신 발전과 여러 가지 정보매체나 인터넷을 통한 다양한 정보의 수집으로 소비자의 식품에 대한 지식은 상당히 높은 수준에 이르렀으며, 안전하고 건강에 도움이 되는 건강 요구형 식품의 수요가 증가하고 있다. 이런 추세에 발맞추어 최근 식품 공업에서는 건강 기능성 식품 중에서도 생식(生食)이 주목을 받고 있으며 그 수요도 날로 급증하고 있다. 그 주된 이유로서 인스턴트 식품을 비롯한 일반가공식품에 사용되는 화학적 식품첨가물의 안전성에 대하여 규제가 엄격하여졌을 뿐 아니라 DNA에 영향을 미치는 돌연변이 유발 등에 대한 소비자의 인식 또한 높아졌기 때문이다.

이런 관점에서 볼 때, 곡류, 과채류, 해조류, 버섯류 등의 원료로 하여 가열공정을 거치지 않고 제조되는 생식은 원료가 가지고 있는 비타민이나 미네랄 등의 영양성분이나 효소활성을 가열조리 식품에 비하여 거의 그대로 유지할 수 있는 장점을 가지고 있으며, 인스턴트 식품화, 고지방 식사, 섬유질 없는 식

사, 채소가 부족한 식사 등 현대인의 식생활의 문제점을 해결할 수 있다는 측면에서 생식의 의미는 중요하다 하겠다.

생식(生食)의 사전적 의미는 “식품에 열을 가하지 않고 생으로 섭취하는 것”으로 화식(火食)의 반대되는 개념의 식품으로 약 30-60여 종류의 곡류, 채소류, 버섯류, 해조류, 과일류 등의 식물성 원료를 주원료로 하여 익히지 않고 동결건조 또는 저온건조 하여 분말화한 것을 제품화하여 유통하고 있다. 2001년 기준으로 생식은 1,400-1,500억대의 시장으로 성장하여 2005년에는 약 3,000-5,000억원대의 시장을 형성할 것이라는 전망이며, 1998년 이후 미국, 중국, 일본을 중심으로 약 10여개 국가를 대상으로 약 300만 달러의 수출실적을 올렸으며 2002년에는 1,000만 달러의 실적을 올리기도 하였다.

그러나 비가열 식품이라는 특성을 지닌 생식은 전통적으로 통곡식, 통야채의 개념으로 섭취해 온 것을 산업화한 것으로 최소한의 비가열 가공공정만을 거치게 되므로 식품원료 내에 존재하는 미생물 또한 그대로 유지될 수 밖에 없는 문제점을 내포하고 있으며 소비자 단체의 조사에 의하여 일부 시판생식에서 식중독균인 *Bacillus cereus*가 검출되었고, 포자형성균과 대장균군도 검출되어 생식제품들의 미생물학적 안전성에 대한 문제가 제기된 바 있다.

생식에 관한 연구로 생식이 항산화체계 및 혈청무기질에 미치는 영향(1,2), 과체중, 비만 여성의 비만도와 혈액성분에 미치는 영향(3), 지방간 개선 및 지질조성 및 대사에 미치는 영향, 고지혈증에 대한 건강개선효과(4-8) 등에 대하여 보고한 논

*Corresponding author: Il-Shik Shin, Faculty of Marine Bioscience and Technology, Kangnung National University, Gangwon-do 210-702, Korea
Tel: 82-33-640-2346
Fax: 82-33-640-2410
E-mail: shinis@kangnung.ac.kr

문은 있으나, 생식제품 및 원료에 대한 미생물의 분포 및 생식 제조 공정 중의 미생물 오염현황 및 주 오염공정에 대한 연구 보고는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 생식제품의 미생물학적 안전성 확보를 위한 기초 자료로 활용하고자 생식제품 및 제조 공정 중에 있어서 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* 등 식중독세균을 중심으로 위해미생물의 분포 및 주 오염공정을 조사하였다.

재료 및 방법

시료

최종제품의 미생물 오염현황은 18개 회사 20개 제품을 대상으로, 원료는 2개 공장에서 2003년 5월에 각각 26개, 21개의 원료를 채취하여 4°C의 저온에 보관, 실험실로 운반하였으며 최종제품은 실험직전 개봉하여 실험에 제공하였다. 공정별 미생물 오염현황은 모델공장을 대상으로 원료부터 최종제품까지 가능한 한 동일 제조번호를 채취하여 4°C의 저온에 보관하여 실험실로 운반, 실험직전 개봉하여 실험에 제공하였다.

일반세균수 측정

일반세균수 측정은 시료를 멸균 생리식염수로 희석한 후, Stomacher 400(Seward Co., London, England)으로 균질화하여 식품공전(9)의 표준평판계수법으로 측정하였다.

대장균군 측정

대장균군(Total coliform group)의 측정은 시료를 멸균 생리식염수로 희석한 후, Stomacher 400(Seward Co., London, England)에서 균질화하여 식품공전(9)의 MPN법으로 측정하였다.

곰팡이, 효모수 측정

곰팡이 및 효모는 Potato dextrose agar(Difco, BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)를 이용하여 25°C에서 48시간 배양하여 측정하였다.

Staphylococcus aureus 측정

Mannitol salt agar(Mannitol salt agar + Egg yolk tellurite, Difco, BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)을 이용하여 37°C, 24시간 배양 후 노란색의 colony를 측정하였다.

Bacillus cereus 측정

Stomacher 400(Seward Co., England)으로 균질화한 시료를 평판배양법으로 *Bacillus cereus* selective agar(Oxoid Ltd., Hampshire, England)에 접종, 37°C에서 24-48시간 배양하여 측정하였다.

Clostridium perfringens 측정

Perfringens agar(Perfringens agar base + Perfringens selective supplement + 25 mL Egg yolk emulsion, Oxoid Ltd., Hampshire, England)를 이용하여 37°C에서 24시간 이상 혐기 배양 후

Table 1. Microflora of raw material of Saengshik at A factory

Name of raw materials	Cell number (CFU/g)					
	Viable cell	Yeast & Mold	Coliform group	<i>Staphy. aureus</i> ¹⁾	<i>B. cereus</i> ¹⁾	<i>Cl. perfringens</i> ¹⁾
Corn	1.3 × 10 ⁴	1.2 × 10 ³	3.2 × 10 ²	nd ²⁾	nd	nd
Black soy bean	nd	2.5 × 10 ¹	nd	nd	nd	nd
Glutinous rice	1.4 × 10 ⁴	2.4 × 10 ³	1.5 × 10 ²	nd	0	nd
Brown rice	9.2 × 10 ⁴	3.6 × 10 ³	6.0 × 10 ²	nd	8.0 × 10 ¹	nd
Mung bean	nd	1.2 × 10 ²	nd	nd	nd	nd
Red bean	nd	2.5 × 10 ²	nd	nd	nd	nd
Glutinous millet	5.8 × 10 ³	9.6 × 10 ²	1.0 × 10 ¹	nd	1.0 × 10 ¹	1.1 × 10 ¹
Barley	2.0 × 10 ²	9.6 × 10 ¹	nd	2.1 × 10 ¹	nd	nd
Sorghum	1.5 × 10 ³	6.2 × 10 ²	2.0 × 10 ¹	6.0 × 10 ¹	2.0 × 10 ¹	1.5 × 10 ¹
Italian millet	3.0 × 10 ²	56 × 10 ¹	nd	1.2 × 10 ¹	nd	nd
Job's tears	1.3 × 10 ³	2.5 × 10 ³	1.7 × 10 ²	0	2.0 × 10 ¹	1.3 × 10 ¹
Green perilla	1.3 × 10 ⁴	9.9 × 10 ³	nd	1.0 × 10 ¹	nd	8.0 × 10 ¹
Acorn	3.0 × 10 ²	1.2 × 10 ²	nd	nd	nd	nd
Roots of bell flowers	1.0 × 10 ²	6.5 × 10 ¹	nd	nd	nd	nd
Rice powder	4.8 × 10 ⁴	5.2 × 10 ³	nd	nd	nd	nd
Potato	3.9 × 10 ⁴	3.5 × 10 ³	nd	2.3 × 10 ¹	nd	nd
Carrot	4.5 × 10 ³	24 × 10 ²	2.4 × 10 ²	nd	nd	nd
Chestnut	7.0 × 10 ³	3.2 × 10 ³	9.8 × 10 ²	nd	nd	nd
Sea tangle	1.4 × 10 ³	56 × 10 ²	nd	nd	nd	nd
Lentinus edodes	3.8 × 10 ³	7.5 × 10 ²	1.0 × 10 ³	nd	nd	nd
Roast salt	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Vitamin C	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Chinese quince	8.0 × 10 ²	5.6 × 10 ¹	1.5 × 10 ²	0	2.0 × 10 ¹	1.4 × 10 ¹
Angelica keishei	5.5 × 10 ⁴	9.8 × 10 ²	1.2 × 10 ⁴	nd	nd	nd
Germ of brown rice	2.2 × 10 ⁴	3.6 × 10 ³	2.3 × 10 ²	1.2 × 10 ¹	0	1.5 × 10 ¹
Green tea leaves	5.0 × 10 ⁴	5.8 × 10 ³	nd	nd	nd	nd

¹⁾Presumptive positive.

²⁾Not detected.

Table 2. Microflora of raw material of Saengshik at B factory

Name of raw materials	Cell number (CFU/g)					
	Viable cell	Yeast & Mold	Coliform group	Staphy. aureus ¹⁾	B. cereus ¹⁾	Cl. perfringens ¹⁾
Cabbage	3.0×10 ⁵	2.5×10 ⁴	nd ²⁾	nd	nd	nd
Angelical utilis	1.5×10 ⁴	5.8×10 ³	nd	nd	1.0×10 ²	1.2×10 ¹
Black rice	7.0×10 ²	2.1×10 ²	nd	2.2×10 ¹	1.0×10 ¹	nd
Sprouted brown rice	87×10 ³	1.2×10 ³	nd	nd	1.0×10 ²	4.5×10 ¹
Barley	30×10 ³	9.6×10 ²	2.0×10 ²	nd	1.0×10 ²	2.1×10 ¹
Brown rice	2.0×10 ²	4.5×10 ¹	nd	7.8×10 ¹	nd	nd
Glutinous rice	nd	nd	nd	nd	1.0×10 ¹	nd
Job's tear	7.5×10 ²	2.1×10 ²	nd	nd	nd	nd
Soybean	6.0×10 ²	9.8×10 ¹	nd	nd	nd	nd
Water dropwort	2.5×10 ³	1.3×10 ³	nd	1.5×10 ¹	5.0×10 ¹	nd
Carrot	3.1×10 ³	8.5×10 ²	nd	nd	4.0×10 ¹	nd
Radish	1.3×10 ⁴	6.8×10 ³	nd	nd	1.2×10 ²	nd
Black sesame	6.7×10 ³	1.3×10 ³	1.0×10 ¹	nd	6.0×10 ¹	nd
Pumpkin	2.7×10 ⁵	9.8×10 ⁴	4.0×10 ²	nd	nd	1.0×10 ¹
Sorghum	9.0×10 ²	1.3×10 ²	nd	6.3×10 ¹	nd	nd
Radish leaves	3.0×10 ²	1.0×10 ²	nd	nd	2.0×10 ¹	nd
Glutinous millet	5.0×10 ²	2.3×10 ²	nd	nd	10	nd
Todok	5.6×10 ³	3.2×10 ³	nd	nd	nd	1.3×10 ¹
Burdock	2.4×10 ³	1.2×10 ³	nd	nd	5.0×10 ¹	nd
Kale	1.3×10 ⁴	5.8×10 ³	nd	nd	nd	nd
Lentinus edodes	1.0×10 ⁴	7.5×10 ³	nd	5.6×10 ¹	1.0×10 ²	6.5×10 ¹

¹⁾Presumptive positive.

²⁾Not detected.

검은색 colony를 측정하였다. 혐기 배양은 anaerobic jar(Oxoid Ltd., Hampshire, England)를 이용하였다.

공장환경의 미생물 오염도 측정

생식 제조공장의 기구 및 기계와 현장 작업자의 미생물 오염현황은 Swab kit(3M Co., MD, USA)를 사용하여 10 cm²의 넓이를 측정하였으며 균수는 CFU/m²로 나타내었다. 공중부유균은 Air Sampler MAS 100(Merck Co., Germany)에 90 mm의 표준평판(Plate count agar, Difco, BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)을 설치하고 100 L/min의 속도로 공기를 5분간 포집하여 측정하였다.

결과 및 고찰

생식원료의 미생물 분포

2개 공장의 생식원료 각각 26개, 21개를 대상으로 일반세균, Yeasts & Molds, 대장균군, Staphy. aureus, B. cereus, Cl. perfringens의 오염현황을 조사한 결과는 Table 1 및 2와 같다.

원료의 경우, A, B 공장 공히 일반세균수가 10⁶ CFU/g을 초과하는 원료는 없었으며 대장균군의 경우, A 공장이 12원료에서, B 공장이 3개 원료에서 검출되었다. 식중독세균의 균수는 A 공장의 6개 원료에서 Staphy. aureus가, 5개 원료에서 B. cereus가 그리고 4개 원료에서 Cl. perfringens가 검출되었으며, B 공장은 4개 원료에서 Staphy. aureus가, 12개 원료에서 B. cereus가 그리고 6개 원료에서 Cl. perfringens가 검출되었다.

이상의 결과를 종합하면, 일반세균수는 거의 모든 시료가 10⁵ CFU/g 이하로 문제가 없었으며, 대장균군의 경우 15종의 시료가 10² CFU/g을 상회하는 것으로 나타났다. Staphy. aureus, B.

cereus, Cl. perfringens, 등 식중독 세균은 현미, 보리, 수수, 참쌀 등 주로 곡류에서 검출되었으나 원료별로 뚜렷한 경향은 없었으며, 모두 10² CFU/g 이하로 식중독을 일으킬 수 있는 균량은 검출되지 않았다(10).

생식 최종제품의 미생물 분포

18개 회사 20개 최종제품을 대상으로 일반세균, Yeasts & Molds, 대장균군, Staphy. aureus, B. cereus, Cl. perfringens의 오염현황을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

일반세균수가 10⁶ CFU/g을 초과하는 제품이 8(40%)개이었으며 대장균의 경우, 4개 제품을 제외한 16개 제품에서 검출되어 위생학적으로 문제가 있는 것으로 나타났으며, 식중독세균의 균수는 대부분 10² CFU/g을 넘지 않았지만 Staphy. aureus는 1개 제품을 제외한 모든 제품에서 검출되었으며 10⁵ CFU/g을 초과하는 제품도 2개가 있었다. 또한 B. cereus가 11개 제품에서, Cl. perfringens가 15개 제품에서 검출되어 위생상 문제가 있는 것으로 나타났다. B. cereus는 자연계에 포자로서 널리 분포하며, 곡류, 야채 등에서 많이 검출되며 식품일반에 있어서 보통 10¹-10³ CFU/g 범위가 검출된다고 알려져 있다(10). 이 균이 식품 중에 증식할 때는 enterotoxin이라는 독소를 생산한다. 증상에 따라 구토형(독소형 식중독)과 설사형(감염형 식중독)으로 분류되며 식중독 발생의 약 90%가 구토형이다(11-13). 구토형의 발병균량은 10⁵-10⁸ CFU/g 이상이며 독소량으로는 1 µg으로 추정하고 있다(10). 또한 미국 FDA에서도 균수가 10⁶ CFU/g 이상되는 식품을 섭취하였을 경우 식중독에 걸릴 수 있다고 보고하고 있다(14). Gilbert and Kramer(15)의 연구에 의하면 1950년부터 1978년 사이에 발생한 B. cereus에 의한 식중독의 원인식품에서 균수는 10⁵-10⁸/g의 범위였으며, 1969년 미국에서

Table 3. Microflora of Sangshik products

Products code	Cell number (CFU/g)					
	Viable cell	Yeast & Mold	Coliform group	<i>Staphy. aureus</i> ¹⁾	<i>B. cereus</i> ¹⁾	<i>Cl. perfringens</i> ¹⁾
1	7.3×10 ⁴	7.8×10 ⁵	5.8×10 ³	4.5×10 ⁴	5.5×10 ¹	1.0×10 ²
2	6.8×10 ⁵	4.7×10 ⁶	nd ²⁾	4.8×10 ³	4.5×10 ²	4.0×10 ²
3	4.1×10 ⁶	5.0×10 ⁷	nd	1.8×10 ²	3.5×10 ¹	2.4×10 ²
4	2.5×10 ⁵	1.4×10 ⁵	6.5×10 ²	1.3×10 ⁴	6.0×10 ¹	8.5×10 ¹
5	1.6×10 ⁷	1.1×10 ⁷	2.0×10 ¹	nd	nd	1.0×10 ¹
6	1.8×10 ⁶	1.1×10 ⁶	1.5×10 ³	>105	nd	1.0×10 ¹
7	4.6×10 ⁵	2.7×10 ⁵	1.3×10 ⁴	1.4×10 ⁴	8.5×10 ¹	5.5×10 ¹
8	1.6×10 ⁵	1.3×10 ⁶	2.0×10 ²	1.4×10 ²	nd	4.0×10 ¹
9	1.2×10 ⁷	3.6×10 ⁶	1.2×10 ⁴	2.1×10 ²	1.0×10 ¹	1.5×10 ¹
10	1.1×10 ⁶	6.9×10 ⁵	3.1×10 ⁴	2.4×10 ⁴	1.0×10 ¹	2.0×10 ¹
11	2.7×10 ⁷	1.5×10 ⁸	nd	>105	nd	nd
12	9.7×10 ⁴	9.4×10 ⁴	1.5×10 ⁴	1.0×10 ¹	nd	1.5×10 ¹
13	1.2×10 ⁴	1.1×10 ⁴	2.0×10 ²	1.1×10 ²	nd	1.5×10 ¹
14	1.3×10 ⁵	nd	9.5×10 ²	5.1×10 ²	nd	nd
15	3.5×10 ⁷	1.5×10 ⁷	6.8×10 ²	1.4×10 ²	2.0×10 ¹	nd
16	1.8×10 ⁴	8.5×10 ³	6.0×10 ²	7.5×10 ¹	nd	3.0×10 ¹
17	6.9×10 ⁴	6.8×10 ⁴	1.3×10 ⁴	2.6×10 ²	1.0×10 ¹	nd
18	8.0×10 ⁴	1.2×10 ⁵	6.5×10 ³	7.5×10 ¹	4.0×10 ¹	7.5×10 ¹
19	2.0×10 ³	3.5×10 ⁴	nd	2.0×10 ¹	nd	nd
20	1.8×10 ⁶	1.3×10 ⁶	3.1×10 ⁴	4.1×10 ³	1.0×10 ¹	9.0×10 ¹

¹⁾Presumptive positive.

²⁾Not detected.

발생한 식중독도 균수가 7×10⁷ CFU/g이었다고 보고하고 있다. Notarmans and Batt(16)에 의하면 식중독을 일으킬 수 있는 균수는 최소한 10⁴ CFU/g 이상이며 증식할 수 있는 최저 Aw는 0.95라고 보고하고 있다. 따라서 생식제품의 낮은 검출균수(10² CFU/g 이하)와 Aw(0.5 이하)로 볼 때, 식중독을 유발할 수 있는 가능성은 낮은 것으로 사료된다. 한편 대부분의 생식제품이 비슷한 원료로 제조되는 것을 고려한다면, 제품의 식중독균 오염비율 및 균수가 원료의 오염비율 및 균수보다 높다는 것은 제조과정 중에 이들 미생물의 오염이 증가 되거나 증식하는 것으로 추측된다. 따라서 생식제조과정 중의 위해미생물 오염공정을 밝혀 이들의 오염억제 및 저감화 방안을 강구해야 할 것이다.

생식 제조 공정별 위해미생물의 분포

원료의 세척 및 동결건조 후 위해미생물의 분포: 생식 최종 제품에서 대장균 및 식중독균인 *Staphy. aureus*, *B. cereus*, *Cl. perfringens*가 검출되었기 때문에 이들 균의 제어를 위한 공정 개선계획을 수립하기 위하여 모델공장을 대상으로 생식의 제조공정별 위해미생물의 분포 및 오염현황을 조사하였다.

생식의 일반적인 제조공정은 Fig. 1과 같다. 곡류, 야채, 과일, 버섯류, 해조류 등 40여 종류의 원료를 수도수로 세척하여 진공 동결건조한 후, 분쇄기로 분쇄(1차 분쇄, 2차 분쇄)하고 칭량하여 혼합기에서 혼합하여 포장한다.

한편 생식은 제조공정의 특성상 40여 종류의 원료를 모두 한 번에 구매하여 처리하는 것이 아니라 제조공장에 따라 원료의 구매가 1-2일 정도 시간차를 두고 이루어지기도 하며, 어떤 공장은 일부의 원료를 하청공장에 발주를 하여 동결건조한 분말을 구입 혼합하여 제조하기도 한다. 따라서 동일 lot의 시료를 일괄적으로 채취하여 미생물 오염현황을 조사하는 것은 다소

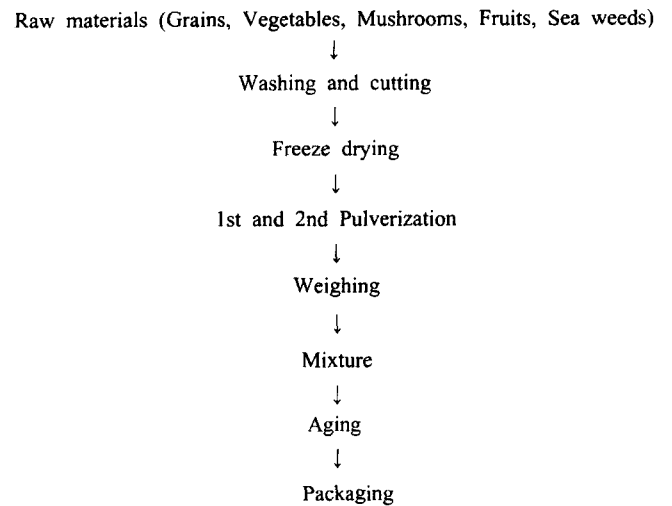


Fig. 1. Flow sheet of Saengshik manufacturing process.

어려움이 따르기 때문에 본 실험에서는 40여 종류의 원료 중 미생물 오염도가 높은 원료를 선택하여 원료의 세척 전, 세척 후, 그리고 동결건조 후의 대장균군, *Staphy. aureus*, *B. cereus*, *Cl. perfringens*의 오염현황을 조사하였으며 그 결과는 Fig. 2와 같다.

대장균이 검출된 원료 중 조(Italian millet), 울무(Job's tears), 기장(Millet)은 세척 후 대장균군이 감소하였으나, 울무와 기장은 동결건조 후 다시 증가하였으며, 수수(Sorghum), 보리(Barley), 찰쌀(Glutinous rice)은 세척 및 동결건조 공정이 진행됨에 따라 대장균균수가 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 2, a).

*Staphy. aureus*는 6개의 시료 모두에서 검출되었으며, 조, 기

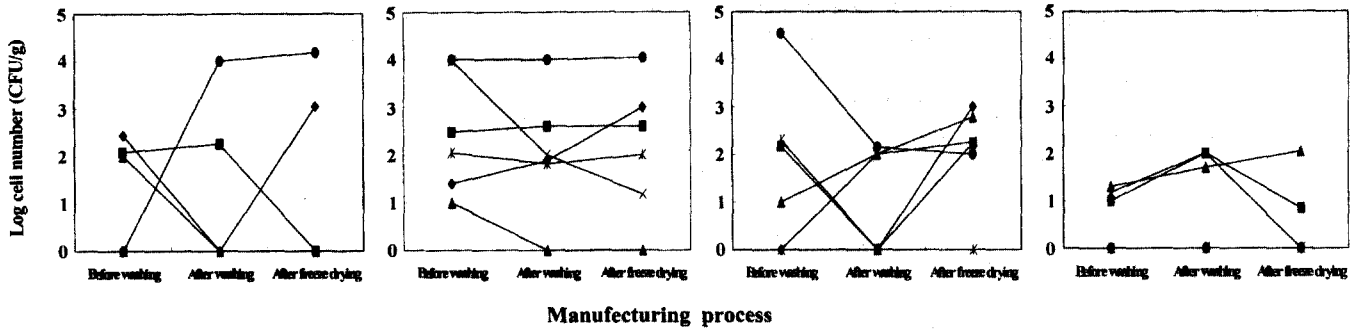


Fig. 2. Change of total coliform (a), *Staphy. aureus* (b), *B. cereus* (c), and *Cl. perfringens* (d) in raw materials of Saengshik.
 ◆: Glutinous rice, ■: Millet, ▲: Sorghum, ●: Italian millet, ✱: Job's tears, ✕: Barley.

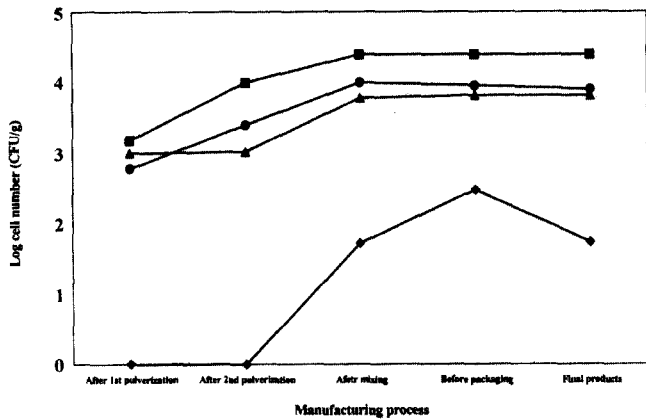


Fig. 3. Microflora of food-borne pathogenic bacteria after pulverization of raw materials.
 ■: Total coliform, ●: *Staphy. aureus*, ▲: *B. cereus*, ◆: *Cl. perfringens*.

장, 울무, 찹쌀은 변화가 없거나 증가하였으며, 수수와 보리는 세척 및 동결건조 후 감소하였다(Fig. 2, b).

*B. cereus*가 검출된 원료 중 찹쌀, 수수는 세척 후 감소하였으나, 찹쌀은 동결건조 후 다시 증가하였으며, 기장은 세척 후 증가하였으나 동결건조 후 감소하였으며, 조는 원료에서는 검출되지 않았으나 세척, 동결건조 후 증가하여 원료에 따라 균수의 증감이 다양하게 나타나 뚜렷한 경향은 발견할 수 없었다(Fig. 2, c).

*Cl. perfringens*가 검출된 원료 중 울무와 기장은 세척 후 증가 하였으나 동결건조 후 감소하였으며, 수수는 세척, 동결건조 후 계속 증가하였다. 원료에 따라 균수의 증감이 다양하게 나타나 뚜렷한 경향은 발견할 수 없었다(Fig. 2, d).

이상의 결과를 종합하여 보면 원료의 세척 및 동결건조에 있어서 대장균 및 3종류의 식중독균의 증감은 뚜렷한 경향이 없었으며 이 같은 경향은 원료의 형태 및 구조에 따른 차이로 추측되어진다. 그러나 원료를 일반수도로 세척하고 동결건조 하여도 식중독균이 완전히 제거되지 않는다는 것을 알 수 있었으며, 이 같은 결과는 비가열 식품이라는 생식의 특성을 고려할 때, 원료의 오염은 최종제품 오염의 주원인이 될 것으로 사료되며, 오존수 혹은 전해수를 이용한 원료에 대한 비가열 세정 살균대책이 필요함을 알 수 있었다.

분쇄 후 공정별 위해미생물의 분포: 생식 최종제품에서 대장균 및 식중독균인 *Staphy. aureus*, *B. cereus*, *Cl. perfringens*가 검출되었기 때문에 이들 균의 제어에 위한 공정개선계획을 수립하기 위하여 모델 공장을 대상으로 생식의 분쇄 후 제조공

Table 4. Number of air-borne microorganisms at model factory

Process	Number of air-borne microorganisms (CFU/1,000 L of air)
Top of freeze dryer	4.0×10^1
Pulverization room 1	1.8×10^3
Pulverization room 2	2.0×10^3
Mixing room	1.2×10^3
Packaging room	2.5×10^1

정별 식중독균 오염현황을 조사하였으며 그 결과는 Fig. 3과 같다.

대장균 및 세 종류의 식중독균 공히 1차 분쇄 후 공정이 진행됨에 따라 증가하였으며, 특히 외주분말(하청공장에서 원료를 세척, 건조, 분쇄한 것)을 혼합한 후 균수가 급속히 증가함을 알 수 있었다.

이에 생식 제조공정 중 분쇄 후와 혼합 후의 균수 증가의 원인을 조사하기 위하여 모델공장을 대상으로 공중부유균과 제조 공정에 사용되는 기계 및 기구의 미생물 오염현황을 측정하였으며 그 결과는 Table 4 및 5와 같다.

모델공장의 각 제조공정별 공중부유균수를 측정된 결과, 분쇄실의 공중부유균수가 1.8×10^3 CFU/1,000 L of air 이상 검출되었으며, 혼합실에서도 1.2×10^3 CFU/1,000 L of air가 검출되어(Table 4) 공중부유균이 제조공정 중 분쇄 및 혼합 후의 위해미생물의 증가 원인 중 하나인 것을 알 수 있었다.

그리고 기구 및 기계의 미생물의 오염도를 측정할 결과 혼합기 내부에서 생균수가 1.1×10^4 CFU/m² 검출되어 가장 높은 오염도를 나타냈으며, 작업자의 고무장갑, 분쇄기 투입구 등에서도 약 10^3 CFU/m²의 균수가 검출되었다(Table 5). 또한, 작업자의 고무장갑, 혼합기내부, 분쇄기내부, 분쇄기 투입구에서는 식중독 미생물인 *Staphy. aureus*가 검출되었으며, 혼합기 투입구에서는 *B. cereus*가 검출되었으며, 특히 분쇄기와 혼합기의 기계 틈에 끼여 있는 생식 분말 찌꺼기에서 가장 많은 수의 생균수와 대장균, 그리고 3 종류의 식중독세균 모두 검출되었다.

이러한 결과는 생식분말(분진)이 분쇄실과 혼합실의 공기 중에 상존하여 공중부유균의 서식처로 제공되고 있으며, 또한 분쇄기와 혼합기의 기계 틈에 끼여 있는 생식 찌꺼기가 이러한 세균들의 좋은 배지 역할을 하여 균수의 증가를 초래하는 것으로 생각된다. 또한 하청공장의 원료세척 및 건조, 분쇄환경이 비위생적으로 관리되어 오염된 분말제품이 반입되어 균수가 증가되는 것으로 추측된다. 따라서 공중부유균의 살균대책 및 하청공장의 철저한 위생관리가 요구되며, 분쇄기 및 혼합기

Table 5. Microflora of machine and apparatus at model factory

Machine and apparatus	Cell number (CFU/m ²)				
	Viable cell	Coliform group	<i>Staphy. aureus</i> ¹⁾	<i>B. cereus</i> ¹⁾	<i>Cl. perfringens</i> ¹⁾
Hand cart for raw materials	2.0×10 ¹	nd ²⁾	nd	nd	nd
Gourd dipper for weighing	nd	nd	nd	nd	nd
Rubber gloves	1.4×10 ³	nd	3.0×10 ¹	nd	nd
Entrance of pulverizer	6.9×10 ³	nd	2.0×10 ¹	nd	nd
Inside of pulverizer	1.5×10 ²	nd	3.0×10 ¹	nd	nd
Powder attached to pulverizer ³⁾	7.4×10 ⁵	2.2×10 ²	4.5×10 ⁴	1.6×10 ²	2.1×10 ²
Entrance of mixer	3.1×10 ²	nd	nd	5.0×10 ¹	nd
Inside of mixer	1.1×10 ⁴	1.0×10 ¹	1.6×10 ³	nd	nd
Powder attached to mixer ³⁾	4.7×10 ⁶	1.5×10 ²	3.2×10 ⁴	1.6×10 ²	2.4×10 ²

¹⁾Presumptive positive. ²⁾Not detected. ³⁾Cell number of powder means CFU per gram.

의 정기적인 소독 및 살균이 필요할 것으로 사료된다.

요 약

생식제품의 미생물학적 안전성을 확보를 위한 기초 자료로 활용하고자 생식제품 및 제조 공정 중에 있어서 *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* 등 식중독세균을 중심으로 한 자연 환경 유래 위해미생물의 분포 및 주 오염공정을 조사하였다. 생식 원료 중 위해미생물의 검출율이 높은 원료는 주로 곡류이었으며, 원료를 일반수도수로 세척하고 동결건조 하여도 위해미생물은 완전히 제거되지 않아 원료에 대한 비가열살균 대책이 필요할 것으로 사료된다. 한편 최종제품의 위해미생물의 검출율이 원료보다 높게 나타나 제조과정 중 미생물 오염이 증가하는 것을 알 수 있었으며 위해미생물은 원료의 1차 분쇄 후 공정이 진행됨에 따라 증가하였고, 특히 외주분말(하청공장에서 원료를 세척, 건조, 분쇄한 것)을 혼합한 후 균수가 급속히 증가하였다. 공중부유균은 분쇄실과 혼합실에서 많이 검출되었으며, 생식 제조 공정에 사용되는 기계 및 기구에서도 위해미생물이 검출되어 공중부유균과 기계 및 기구의 오염, 그리고 기계에 끼여 있는 분말 찌꺼기가 제조과정 중 생식의 미생물 오염 원인이라는 것을 알 수 있었으며, 따라서 공중부유균의 살균대책 및 하청공장의 철저한 위생관리가 요구되며, 분쇄기 및 혼합기의 정기적인 소독 및 살균이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 대한민국생식협회의 연구지원에 의하여 이루어진 연구결과이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Lee YJ, Lee HM, Park TS. Effects of uncooked powdered food on antioxidative system and serum mineral concentrations in rats fed unbalanced diet. Korean J. Nutr. 36: 898-907 (2003)
2. Park JY, Yang MZ, Jun HS, Lee JH, Bae HK, Park TS. Effect of raw Broen rice and Job's Tear supplemented diet on serum and hepatic lipid concentrations, antioxidative system and immune

- function of rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 197-206 (2003)
3. Ha TY, Kim NY. The effects of uncooked grains and vegetables with mainly brown rice on weight control and serum components in Korean overweight/obese female. Korean J. Nutr. 36: 183-190 (2003)
4. Lee E, Kim WJ, Lee YJ, Lee MK, Kim PG, Park YJ, Kim SK. Effects of natural complex food on specific enzymes of serum and liver and liver microstructure of rats fed a high fat diet. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 256-262 (2003)
5. Park SH, Han JH. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. Korean J. Nutr. 36: 49-63 (2003)
6. Han JH, Park SH. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, body fat and serum lipid compositions in hyperlipidemic patients. Korean J. Nutr. 36: 589-602 (2003)
7. Song MK, Hong SK, Hwang SJ, Park OJ, Park MH. Improved effects of Saengshik on patient with fatty liver and hyperlipidemia in murine. Korean J. Nutr. 36: 834-840 (2003)
8. Kang SM, Shin JY, Hwang SJ, Hong SG, Jang HE, Park MH. Effects of Saengshik supplementation on health improvement in diet-induced hypercholesterolemic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 906-912 (2003)
9. Korean Food and Drug Administration. A Supplement Volume of Food Code. Moonyoung Co., Seoul, Korea (2002)
10. Ueda S. Occurrences and control of *Bacillus cereus* in dairy products and cooked rice. Bokin Bobai 30: 321-327 (2002)
11. Shinagawa Y, Ueno Y, Hu D, Ueda S, Sugii S. Mouse lethal activity of HEp-2 vacuolation factor, cereulide, produced by *Bacillus cereus* isolated from vomiting-type food poisoning. Vet. Med. Sci. 1027-1029 (1996)
12. Kramer JM, Gilbert RJO. *Bacillus cereus* and other *Bacillus species*. pp. 21-27. In: Foodborne Bacterial Pathogens. Doyle MP (ed). Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA (1988)
13. Ueda S. Ecology of *Bacillus cereus* as food-borne pathogene. Bokin Bobai 21: 89-97 (1993)
14. US Food & Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual On Line. US Food & Drug Administration, Washington, DC, USA (2001)
15. Gilbert RJ, Kramer JK. *Bacillus cereus* enterotoxin: present status. Biochem. Soc. Trans. 12: 198-200 (1984)
16. Notarmans S, Batt CA. A risk assessment approach for food-borne *Bacillus cereus* and its toxins. J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl. 84: 51S-61S (1998)

(2004년 1월 28일 접수; 2004년 4월 21일 채택)