J. Fd Hyg. Safety 19(2), 66–73 (2004)

김밥 조리조건에 따른 미생물 품질 평가와 중요관리점의 관찰

김 종 규†
계명대학교 공중보건학과

Microbiological Quality Assessment of Kimbap According to Preparation and Cooking Condition and Identification of Critical Control Points in the Processes

Jong-Gyu Kim†
Department of Public Health, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

ABSTRACT — This study was performed to assess the microbiological quality of kimbap (rice balls rolled in laver) prepared in two conditions (normal condition or clean, sanitized condition) and to support a practical application to identify critical control points (CCPs) in the preparation and cooking processes of kimbap. Kimbap, raw materials of kimbap, utensils (knives, cutting board, and kimbal which is made of bamboo), and hands of food handlers were examined microbiologically. Airborne microbes in the kitchens were also evaluated. *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* were not detected in all samples. The aerobic bacteria and coliform bacteria levels of all samples in clean, sanitized condition were much lower than those in normal condition. More aerobic bacteria and coliform bacteria were counted in unheated raw materials of kimbap than in heated raw materials. In both conditions, the levels of airborne microbes of the kitchens were satisfactory. The aerobic bacteria and coliform bacteria of kimbap prepared in clean, sanitized condition were one hundredth levels of those of kimbap prepared in normal condition. However, fecal coliforms were detected even in the kimbap prepared in clean, sanitized condition. The results indicate that microbiological contamination of kimbap may be mainly originated from the contaminated unheated raw materials, utensils, and hands of food handlers, and also possible cross-contamination during preparation. The CCPs for kimbap preparation and cooking were handling of unheated raw materials, cleaning and sanitizing utensils, and hand washing of food handlers.

Key words: Kimbap, microbiological quality, CCPs

김밥은 밥에 여러 가지 고명을 넣고 김으로 말아 싼 음식으로 도시락용이나 간식으로 애용되고 있다. 김밥의 속재료로는 계란지단, 어묵, 쇠고기 볶은 것이나 햄, 시금치, 당근·오이를 썰어 볶은 것 등이 주로 이용되며, 이 이외에도 손쉽게 구할 수 있는 식료품이면 무엇이든 속재료로 이용될 수 있다. 또 맨밥에 참기름과 소금을 가미하여 김밥의 맛을 더하기도 한다. 김밥은 김과 더불어 곡류, 육류, 난류, 채소류 및 유지류까지 골고루 포함하고 있어 영양섭취면에서 유리할 뿐만 아니라 편리함을 갖추고 있는 대표적인 바로 먹을 수 있는, 즉 즉석조리식품(ready-to-eat cooked foods)이다.

우리나라에서 김밥에 대한 위생관리기준을 보면 식품공전 1993년판까지 '일반세균수 100만 이하/g, 그리고 대장균군 음성'으로 규정되어 있었다.[1] 식품공전 1994년판부터 일반세균수 기준은 삭제되고 '대장균, 황색포도상구균, 살모넬라 및 장염비브리오균 음성'으로 규정되었다.[2] 그러나 식품공전 1996년판부터 김밥에 대한 미생물 기준은 삭제되고, 다만 도시락류의 보존유통기준으로 김밥은 '10°C 이하의 냉장에서 보존기간 7시간'으로 규정하고 있다.[3] 그런데 최근에는 기준이 더욱 완화되어 도시락류로서 김밥의 보관온도나 유통기한을 생산업자가 자율적으로 관리하도록 하였다. 즉, 제품의 유통기한 설정은 당해 제품의 제조자가 포장재질, 보존조건, 제조방법, 원료배합비율 등 제품의 특성과 냉장 또는 냉동보존 등, 기타 유통실정을 고려하여 자율적으로 정하도록 규정하고 있다.[4]

그러나 김밥은 다양한 재료를 사용하는 복합조리식품이면서, 손이 많이 가는 조리상의 특징으로 인하여 여러 요인에 의하여 오염될 수 있으며, 또 조리 중 교차오염의 가능성을 다분히 내포하고 있다. 실제로 우리나라의 식중독발생통계에서 최근 수년간(1999-2003년) 김밥을 포함한 복합조리식품

†Author to whom correspondence should be addressed.

에 의한 식중독 사건을 발생건수로 보면 전체의 6.9~26.7%이며 꾸준히 증가하였다. 특히 2001년부터는 과거와 달리 육류 및 그 가공품이나 어패류 및 그 가공품에 의한 식중독보다 복합조리식품에 의한 식중독 발생이 수위를 차지하고 있다. 또한 2003년에는 복합조리식품에 의한 식중독 발생건수가 26.7%, 그리고 환자수가 42.9%에 이르고 있다.[5] 식중독 통계에서 김밥에 의한 식중독 사건이라 할지라도 원인식품으로서 김밥으로만 표기될 뿐, 여러 가지 식품재료가 혼합된 김밥에서 무엇이 오염의 근원이었는지는 밝혀지지 않고 있다.

김밥의 경우 다른 즉석식품과 달리 위생적 품질을 향상시키기 위하여 조리 후에 가열살균처리하거나 보존료를 사용할 수도 없으며, 또 저온 보관하였을 때에 쌀 전분이 경화되어 관능성이 낮아지는 등의 애로점이 있다. 이러한 특성으로 인하여 김밥의 위생적 품질을 유지하기가 쉽지 않으며, 또 김밥에 대한 위생 규제의 완화로 김밥 조리과정에서 더 각별한 위생관리와 주의가 필요하겠다. 이에 따라 본 연구는 김밥의 미생물 품질에 영향을 미치는 요인을 총괄적으로 관찰하기 위한 일환으로서 김밥 조리에 있어 식자재요인(원재료), 인적요인(조리자의 손) 및 환경요인(조리기구 및 조리실)의 미생물 오염 정도를 살펴보고, 이를 근거로 김밥 조리에서의 중요관리점(critical control points, CCPs)을 판명할 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

실험재료 및 대상

1) 식자재

김밥의 원재료 식품은 시중에 유통되는 것을 구입해서 사용하였다.

2) 조리기구 및 조리실

김밥의 조리에 사용되는 대표적인 조리기구로 칼, 도마, 그리고 김발(대나무발)을 실험대상으로 하였다. 또 조리실 공기의 청정도를 평가대상으로 하였다.

3) 조리자

김밥조리에 참여한 조리자의 손의 청결도를 평가하였다.

실험방법

1) 김밥 조리조건

김밥의 조리는 보통의 조건(normal condition)과 위생적 조건(clean, sanitized condition)의 두 가지 조건으로 나누어 수행하였다. 위생적 조건에서는 세척하여 건조시킨 칼, 도마 및 김발을 다시 멸균 생리식염수로 적신 멸균 거즈로 닦아내고 재료를 취급하여 김밥을 성형 및 절단하였으며, 또 조리자가 조리 전에 double handwashing procedure[6]에 준하여 철저하게 손씻기를 수행하였다. 보통의 조리조건에서는 일상의 방법대로 칼, 도마 및 김발을 세척 및 건조하여 사용하면서 김밥을 성형 및 절단하였으며, 조리자에게 조리 전에 손씻기를 수행할 것을 권장하였다.

2) 김밥 조리

김밥의 재료를 표준화된 레시피[7]에 따라 취하였다. 이때 김밥 1줄을 만들기 위하여 사용된 각 주/부재료의 양은 김 2 g, 밥 90 g, 햄 15 g, 당근 15 g, 계란지단 15 g, 어묵 10 g, 단무지 10 g, 참기름 2 g, 소금 1 g, 깨 1 g, 그리고 오이 12 g이었다.

김밥을 만들기 위하여 일부 재료(김, 쌀, 햄, 당근, 어묵, 및 계란)는 가열처리하였다. 생김은 1~2초 동안 직화에 노출시켜 구워서 사용하였다. 밥은 백미로 상법에 따라 밥을 지어 사용하였다. 햄, 당근 및 어묵은 일정 크기로 썰어 후라이팬에서 식용유를 첨가하여 볶아 사용하였다. 생계란은 깨어 내용물을 잘 혼합한 후 후라이팬에서 식용유를 첨가하여 계란지단을 만들어 사용하였다. 각 재료를 레시피에 따라 정확히 취하고 김발(대나무 발)을 이용하여 김밥을 말아 절단하였다.

3) 미생물 검사

각 시료에 대하여 오염지표균으로서 표준평판균 및 대장균군, 그리고 병원성균으로 대장균, 살모넬라균 및 포도상구균 등을 시험하였다. 시험 방법은 식품공전의 미생물시험법[8] 및 식품위생미생물시험법[9]에 의하여 다음과 같이 수행하였다. 또한 김밥 조리실의 청정도 평가를 위하여 공중낙하균을 측정하였다.

(1) 시료의 채취 및 시험용액의 조제

김밥의 주/부재료와 완성된 김밥을 일정량 취하여 멸균 시료병에 넣고 9배량의 멸균 생리식염수와 혼합하였다. 이를 호모게나이저로 잘 균질화시켜 미생물 검사를 위한 시험용액으로 사용하였다. 필요에 따라 멸균 생리식염수로 단계별로 십진 희석하였다.

김밥 조리에 사용된 칼, 도마 및 김발에 대하여 swab method[10]에 의하여 시료를 채취하였다. 즉, 멸균 거즈(5 × 5 cm)로 칼의 양면을 잘 swab하여 10 ml의 멸균생리식염수가 담긴 멸균 시료병에 넣고 이를 잘 흔들어서 시험용액으로 하였다. 도마와 김발의 경우 접촉표면을 칼과 마찬가지로 swab하여 시료를 채취하고 처리하여 시험용액을 조제하였다. 또

조리자의 손도 swab하여 칼, 도마 및 김발의 경우처럼 처리하여 시험용액으로 하였다.

(2) 표준평판균 측정

표준평판균수(일반세균수)는 표준평판법(혼합희석평판배양법)에 따라 시험하여 형성된 집락(colony forming unit, CFU)을 계수하여 측정하였다. 각 시험용액을 멸균 생리식염수를 사용하여 10배 단계 희석하였다. 시험용액과 각 단계 희석액 1 ml씩을 멸균된 Petri dish(9 × 1.5 cm) 각 2매에 취하고, 미리 멸균되어 43~45°C로 유지된 표준한천배지(plate count agar, Difco Lab., U. S. A.)를 약 15 ml씩 가하여 35±1°C에서 48±3시간 배양한 후 형성된 집락수를 계수하였다.

(3) 대장균군, 분변성대장균군 및 대장균 측정

대장균군수는 최확수법(most probable number, MPN)에 따라 확인된 균을 계산하여 측정하였다. 표준평판균수 측정시와 마찬가지로 멸균 생리식염수를 사용하여 시험용액 및 단계 희석액을 조제하였다. 시험용액 및 단계 희석액 10 ml, 1 ml 및 0.1 ml를 멸균된 시험관(Durham 발효관)에 취하고 유당부이온배지(lactose broth, Difco Lab., U. S. A.)를 가하여 35±1°C에서 48±3시간 배양하였다. 여기서 가스가 발생한 발효관의 배양액 1 백금루프량을 EMB 한천평판배지(EMB agar, Difco Lab., U. S. A.)의 평판 위에 획선 도말하고 35±1°C에서 24±2시간 배양하였다. EMB agar 평판에서 발육한 전형적인 집락과 비전형적인 집락 2개씩을 선택하고 각각 lactose broth 및 보통한천사면배지(nutrient agar slant)에 접종하여 35±1°C에서 48±3시간 배양하였다. 이 때 lactose broth에서 가스를 생산한 시료의 nutrient agar slant의 집락을 Gram 염색하여 무아포성 간균이 확인되면 대장균군 양성으로 판정하였다. 이 결과에 따라 최확수표로부터 시료 100 g 또는 100 cm^2중의 균수를 산출하였다.

분변성대장균군 측정을 위하여 대장균군의 추정시험에서 가스가 발생한 lactose broth 발효관의 배양액 1 백금루프량을 EC 발효관에 접종하였다. 이를 44.5±0.2°C의 항온수조에서 24±2시간 배양하고, 가스가 발생한 시험관의 배양액을 EMB agar에 도말하여 분리배양하였다. EMB agar 평판을 35±1°C에서 24±2시간 배양하고, 전형적인 집락에 대하여 대장균군인 것이 확인되면 분변성대장균군으로 판정하였다. 이하 대장균군과 동일한 방법으로 균수를 산출하였다.

대장균 측정을 위하여 분변성대장균군과 동일하게 시험하되 EMB agar 평판배양에서(35±1°C, 24시간) 녹색의 금속성 광택이 나는 집락에 대하여 확인시험하였다. 확인시험은 nutrient agar에 옮겨 35°C에서 24시간 배양한 후 Gram음성 간균임을 확인하고 IMVic 시험을 하여 판정하였다.

(4) 황색포도상구균 측정

시험용액 1 ml를 취하여 10% NaCl이 첨가된 tryptic soy broth(TSB, Difco Lab., U. S. A.) 배지 9 ml에 첨가하여 35~37°C에서 16시간 증균배양하였다. 증균배양액을 난황첨가 만니톨 식염한천배지(mannitol salt-egg yolk agar)에 접종하여 37°C에서 16~24시간 배양한 후, 황색 불투명한 집락(만니톨 분해)으로 집락 주변에 혼탁한 백탁환(난황반응 양성)이 생성된 집락을 의심균주로 선별하여 확인시험하였다. 확인시험 방법은 분리배양된 평판배지상의 집락을 보통한천배지(nutrient agar, Difco Lab., U. S. A.)에 옮겨 37°C에서 18~24시간 배양한 후 Gram양성구균으로 확인되면 coagulase test를 실시하여 응고가 일어나면 양성으로 판정하였다.

(5) 살모넬라균 측정

시험용액 1 ml를 취하여 salmonella shigella agar(SS agar, Difco Lab., U. S. A.)에 접종하여 35°C에서 24시간 배양한 후, 의심되는 집락을 확인시험하였다. 확인시험 방법은 분리배양된 평판배지상의 집락을 nutrient agar에 옮겨 35°C에서 18~24시간 배양한 후, triple-sugar iron(TSI) 사면배지의 사면과 고층부에 접종하고 35°C에서 18~24시간 배양하여 생물학적 성상을 검사하였다. 그리고 유당과 자당 비분해(사면부 적색) 및 가스생성(균열 확인) 양성인 균에 대하여 Gram음성간균임을 확인하였다.

(6) 조리실의 낙하균 및 미생물 측정

조리환경의 청결도로서 조리실의 공중낙하균을 측정하였다. 공중낙하균 측정은 공중낙하세균검사방법[11]에 따라 수행하였다. 보통한천배지(nutrient agar, Difco Lab., U. S. A.)를 멸균하고 15 ml를 취하여 멸균된 Petri dish(9 × 1.5 cm)에 분주하고 24시간동안 방치하여 건고시켰다. 이를 조리실내의 일정 측정장소(높이 60~70 cm)에 놓고 주의하여 뚜껑을 열고 15분간 노출시킨 후 뚜껑을 덮었다. 이를 32°C에서 48시간 배양한 후 형성된 집락수를 계수하였다.

조리실에서 다른 미생물(대장균군, 분변성대장균군, 황색포도상구균 및 살모넬라균) 검사를 위하여 낙하균 계수를 마친 Petri dish에서 분리 배양하는 방법을 선택하였다. 이를 위한 시험용액 조제를 위하여 낙하균 배지와 멸균생리식염수를 1:10의 비율로 섞고 균질화하였다. 이를 시험원액으로 하여 각 미생물을 앞에서와 같은 방법으로 측정하였다.

결과 및 고찰

김밥 원재료의 미생물 오염도

김밥의 주/부재료로는 김, 쌀, 햄, 당근, 계란, 어묵, 단무지, 참기름, 소금, 깨, 그리고 오이 등이 사용되었다. 그 중에서 가열처리된 재료는 김, 쌀, 햄, 당근, 어묵 및 계란 등이었다. 이들 김밥 원재료의 미생물 검사를 실시한 결과는 Table 1 및 Table 2와 같다.

가열처리된 원재료 중에서 밥, 햄, 당근 및 어묵의 표준평판균은 위생적 조건에서는 10~10^3 CFU/g 수준으로 보통의 조리조건의 10^2~10^3 CFU/g 수준에 비하여 낮았다. 이들 재료의 대장균군은 위생적 조건에서는 <10 MPN/100 g 수준으로 역시 보통의 조리조건에서의 <10~10^2 MPN/100 g 수준에 비하여 뚜렷하게 낮았다. 가열재료 중 계란지단의 경우 햄, 당근 및 어묵 등의 다른 가열재료와는 달리 보통의 조리조건과 위생적 조리조건에서 표준평판균이 같은 수준(10^3 CFU/g 수준)을 보였다. 햄, 당근 및 어묵은 먼저 썰어서 볶아지나, 계란은 먼저 지단으로 부치고 난 다음 썰게 되는 과정에서 손이나 도마와 칼 등의 조리기구로부터의 교차오염이 일어나는 것으로 보인다.

Table 1. Microbiological quality of raw materials of kimbap in normal condition

Food item/materials	Aerobic plate count [log(CFU/g)]	Total coliforms [log(MPN/100 g)]	Fecal coliforms [log(MPN/100 g)]
Heated materials			
Bap (cooked rice)	3.47±0.10[2)]	<0.30	-
Fried egg	3.44±0.09	1.28±0.19	-
Fried ham	2.43±0.09	<0.30	-
Fried carrot	3.55±0.05	<0.30	-
Fried fish paste	3.18±0.02	2.03±0.11	1.46±0.17
Roasted laver	3.54±0.16	<0.30	-
Unheated materials			
Roasted sesame[1)]	3.97±0.16	2.33±0.14	1.89±0.12
Sesame oil	-	-	-
Salt	-	-	-
Pickled radish	1.69±0.15	1.25±0.30	-
Cucumber	5.84±0.11	4.20±0.10	2.09±0.20

E. coli, *Salmonella*, and *S. aureus* were not detected in all samples. -: Not detected.
[1)]Roasted sesame was purchased and used. [2)]Mean±S.E. of four samples

Table 2. Microbiological quality of raw materials of kimbap in clean, sanitized condition

Food item/materials	Aerobic plate count [log(CFU/g)]	Total coliforms [log(MPN/100 g)]	Fecal coliforms [log(MPN/100 g)]
Heated materials			
Bap (cooked rice)	2.62±0.27[2)*]	<0.30	-
Fried egg	3.25±0.10	<0.30*	-
Fried ham	1.89±0.16*	<0.30	-
Fried carrot	2.96±0.05*	<0.30	-
Fried fish paste	2.66±0.16*	<0.30*	-
Roasted laver	3.43±0.07	<0.30	-
Unheated materials			
Roasted sesame[1)]	3.83±0.15	1.90±0.10*	1.58±0.19
Sesame oil	-	-	-
Salt	-	-	-
Pickled radish	1.29±0.12	1.14±0.26	-
Cucumber	5.25±0.08	3.21±0.19*	1.25±0.30*

E. coli, *Salmonella*, and *S. aureus* were not detected in all samples. -: Not detected.
[1)]Roasted sesame was purchased and used. [2)]Mean±S.E. of four samples
*: Significantly different compared with the value of normal condition ($p<0.05$).

가열재료 중 밥의 경우 표준평판균은 위생적 조건에서는 10^2 CFU/g 수준으로 보통의 조리조건의 10^3 CFU/g 수준에 비하여 낮았으며, 대장균군은 위생적 조건과 보통의 조리조건에서 모두 <10 MPN/100 g 수준이었다. Nichols 등[12]에 의하면 영국의 음식점에서 판매되는 밥 4,162건 중 94%가 일반호기성세균이 적합한 수준(<10^6 CFU/g)이라고 하였다. 본 연구에서는 밥의 표준평판균이 이보다 훨씬 낮은 편인데, 이는 조리 후 그대로 식힌 밥을 바로 채취하여 검사하였기 때문으로 생각된다.

가열재료 중 구운 김의 경우 보통의 조리조건이나 위생적 조리조건에서 표준평판균은 10^3 CFU/g 수준, 대장균군은 <10 MPN/100 g 수준, 그리고 분변성대장균군은 검출되지 않았다. 마른 김에는 해수, 공기 및 제조 과정 중의 2차 오염 등에 의하여 10^6 CFU/g 내외의 미생물이 분포하는데, 이는 김을 굽는 과정에서도 잘 사멸되지 않는 것으로 보고된바 있다.[13] 그러나 본 연구에서는 구운 김의 미생물 수준이 이에 비하여 매우 낮았다. 즉, 직화 열처리는 김의 미생물 오염도를 상당히 낮출 수 있음을 보여주었다. 본 연구의 두 조리조건에서 김의 미생물 수준이 비슷한 것으로부터 이를 뒷받침한다. 우리가 김밥을 만들 때에 생김을 사용하는 경우가 많으나, 위생안전성 향상을 위해서는 이렇게 직화에 굽는 것이 좋을 것으로 생각된다.

소금과 참기름을 제외한 비가열재료에서는 위생적 조리조건과 보통의 조리조건에서 표준평판균은 비슷한 수준(10~10^5 CFU/g 수준)이었다. 이들 재료의 대장균군은 위생적 조건에서는 <10~10^3 MPN/100 g 수준으로 보통의 조리조건에서의 <10~10^4 MPN/100 g 수준에 비하여 낮았으며, 분변성대장균군도 위생적 조리조건에서(불검출~10 MPN/100 g 수준)는 보통의 조리조건에서 (불검출~10^2 MPN/100 g 수준) 보다 낮은 편이었다.

이렇게 원재료의 미생물 오염도는 위생적 조리조건에서 보통의 조리조건에 비하여 전반적으로 낮았다. 두 조리조건에서 모두 가열재료의 미생물 오염도가 비가열재료의 미생물 오염도에 비하여 낮은 것으로 보아 열처리가 미생물 오염도를 낮추는데 유효함을 확인할 수 있었다. 또 이와 같은 결과는 가열재료보다는 비가열재료가 김밥의 미생물 오염원으로 더 많이 기여할 수 있음을 나타내는 바이다.

한편 비가열재료 중 단무지는 다른 재료들에 비하여 비교적 낮은 10 CFU/g 수준의 표준평판균수를 보였다. 그럼에도 단무지는 위생적 조리조건이나 보통의 조리조건에서 모두 대장균군이 10 MPN/100 g 수준으로 다른 재료들에 비하여 비교적 높게 나타났다. 강 등[14]에 의하면 김밥 재료중 단무지에서 총균수가 10^3~10^6 CFU/g으로 검출되어 본 연구보다 높은 수준이었으나 김 등[15]에 의하면 단무지에서는 일반호기성세균이 10 CFU/g 이하로 검출되었고 대장균군은 검출되지 않았다고 하였다. 단무지는 높은 염도와 산성도 등으로 인하여 미생물의 성장이 억제될 것으로 생각되었으나, 본 연구에서 사용한 단무지에서는 보통의 조건이나 위생적 조건에서 이렇게 대장균군이 비슷하게 높게 검출되었다. 이 단무지는 봉합 포장된 시판제품이었는데, 이로부터 단무지 제조 및 포장과정에서 오염이 추측되었다.

비가열재료 중 깨의 경우 시중에 판매되는 것은 대개 볶아진 것으로서 이미 열처리되어 봉합된 것이므로 미생물 오염이 거의 없을 것으로 기대되었으나, 두 조리조건에서 표준평판균 10^3 CFU/g 수준, 대장균군 10~10^2 MPN/100 g 수준, 그리고 분변성대장균군도 10 MPN/100 g 수준으로 나타났다. 또 위생적 조건과 보통의 조리조건에서 깨의 표준평판균과 분변성대장균군이 비슷한 수준을 보였다. 그러므로 깨를 볶은 후 취급과정과 용기 등에서 오염이 있었던 것으로 추측되었다. 김밥 조리시에 대개 깨를 손으로 집어 뿌리는 방법을 취하기 때문에, 이로 인하여 깨의 오염도가 증가되거나 교차오염이 일어날 수 있다고 생각된다.

비가열재료 중 특히 오이의 경우 다른 재료들에 비하여 미생물 오염도가 높은 편이었다. 또 보통의 조리조건이나 위생적 조리조건에서 표준평판균이 모두 10^5 CFU/g 수준이었으며, 대장균군 10^3~10^4 MPN/100 g 수준, 그리고 분변성대장균군 10~10^2 MPN/100 g 수준이었다. 김 등[15]에 의하면 오이의 박피 처리 이후에도 약 10^3 CFU/g의 일반세균과 10 CFU/g의 대장균군이 검출되었다고 하였다. 일반적으로 오이와 같은 채소류는 수분이 비교적 많고 영양분이 적어 미생물의 성장에 유리하지 않을 것으로 생각되고, 또 본 연구에서 조리 중 특별히 외부의 미생물 유입이 없었으므로 오이에서 이렇게 높은 수준의 표준평판균 및 대장균군이 검출된 것은 주로 토양에서 유래한 미생물의 오염으로 보인다. 따라서 조리 중 오이의 철저한 세척 및 박피 등의 처리가 요망된다. Albrecht 등[16]은 샐러드 바의 원재료 채소의 오염도가 표준평판균 5.51~6.63 CFU/g, 대장균군 4.81~6.30 CFU/g이었다고 보고하였다. Fang 등[17]은 신선한 채소를 사용한 즉석식품에서 대장균군이 검출되었으며 채소류가 미생물 오염의 주요 원인이 될 수 있다고 하였다. 김밥 조리에서도 비가열 채소류의 전처리 과정이 김밥의 위생적 품질에 상당히 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각되었다.

조리자 손의 미생물 오염도

김밥조리에 참여한 조리자의 손에서 swab method에 의하여 시료를 채취하여 미생물 검사를 실시한 결과는 Table 3 및 Table 4에서 보는 바와 같다. 조리자의 손은 보통의 조리조건에서는 표준평판균 10^4 CFU/g 수준, 대장균군 10^4

Table 3. Microbiological quality of utensils and hands of food handlers in normal condition

Utensils/hands	Aerobic plate count [log(CFU/cm^2)]	Total coliforms [log(MPN/100 cm^2)]	Fecal coliforms [log(MPN/100 cm^2)]
Knives	5.34±0.18[1)]	4.48±0.22	4.26±0.26
Cutting board	6.59±0.14	5.50±0.10	4.48±0.20
Kimbal (bamboo mat)	4.30±0.10	3.04±0.06	-
Hands	4.51±0.26	4.01±0.12	1.27±0.22

E. coli, *Salmonella*, and *S. aureus* were not detected in all samples. -: Not detected.
[1)]Mean±S.E. of four samples.

Table 4. Microbiological quality of utensils and hands of food handlers in clean, sanitized condition

Utensils/hands	Aerobic plate count [log(CFU/cm^2)]	Total coliforms [log(MPN/100 cm^2)]	Fecal coliforms [log(MPN/100 cm^2)]
Knives	3.62±0.07[1)]*	2.76±0.20*	1.30±0.09*
Cutting board	3.47±0.10*	3.41±0.10*	2.59±0.12*
Kimbal (bamboo mat)	2.45±0.24*	<0.30*	-
Hands	2.39±0.15*	<0.30*	-

E. coli, *Salmonella*, and *S. aureus* were not detected in all samples. -: Not detected.
[1)]Mean±S.E. of four samples.
*: Significantly different compared with the value of normal condition ($p<0.05$).

MPN/100 g 수준, 그리고 분변성대장균군 10 MPN/100 g 수준이었으나 위생적 조건에서는 표준평판균 10^2 CFU/g 수준, 대장균군 <10 MPN/100 g 수준, 그리고 분변성대장균군은 검출되지 않았다. 이로부터 위생적 조건에서는 조리자가 손씻기를 비교적 잘 수행한 것으로 보인다. 또 이는 조리자의 손씻기가 손의 미생물 오염을 감소시키는데 효과가 큼을 단적으로 보여주는 결과이다.

조리환경의 미생물 오염도

김밥조리에 사용된 조리기구(칼, 도마 및 김발)에서 swab method에 의하여 시료를 채취하여 미생물 검사를 실시한 결과는 Table 3 및 Table 4와 같다. 조리기구의 경우에 위생적 조리조건에서는 보통의 조리조건에 비하여 미생물 오염도가 현저하게 낮았다. 즉, 표준평판균, 대장균군 및 분변성대장균군은 위생적 조리조건에서 각각 10^2~10^3 CFU/cm^2 수준, <10~10^3 MPN/100 cm^2 수준 및 불검출~10^2 MPN/100 cm^2 수준이었으나, 보통의 조리조건에서는 각각 10^4~10^6 CFU/cm^2 수준, 10^3~10^5 MPN/100 cm^2 수준 및 불검출~10^4 MPN/100 cm^2 수준이었다. 조리기구 중 특히 도마에서 표준평판균과 대장균군이 가장 높은 수준이었으나, 위생적 조리조건에서는 보통의 조리조건에서 비하여 도마에서 이들 미생물이 가장 많이 감소하였다. 이러한 결과들은 일상의 조리작업에서 삶은 행주로 도마 등의 조리기구를 닦아내는 것만으로도 미생물 오염도를 낮추는데 크게 기여할 수 있음을 보여주는 결과이다. Tessi 등[18]에 의하면 학교급식소의 주방에서 사용하는 칼에서 표준평판균이 0.68 log CFU/g, 그리고 나무 도마에서는 표준평판균이 4.30 log CFU/g, 대장균군이 1.17 log CFU/g 수준으로 검출되었다고 하였다. 그들의 결과는 본 연구결과에 비하여 미생물 오염도가 낮은 편이었는데, 이는 학교급식소라서 위생관리가 비교적 철저한 때문일 것이다. 그런데 Kaneko 등[19]에 의하면 즉석식품을 조제하는 공장에서 칼의 표준평판균수는 4.3~5.4 log CFU/cm^2, 대장균군은 2.6~3.6 log CFU/cm^{2}이었으며, 도마의 표준평판균수는 5.6~5.7 log CFU/cm^2, 대장균군은 3.7~4.4 log CFU/cm^{2}이라고 하여 본 연구의 보통의 조리조건에서와 비슷한 수준이었다.

한편 본 연구에서 김밥을 조리한 조리실의 공중낙하균을 측정한 결과 20~30 CFU/15 min로 이는 비교적 청정한 것으로 판정되었다.[11] 조리실의 공중낙하균을 측정한 연구로서 김[20]은 22.5~26.5 CFU/15 min, 그리고 김과 이[21]는 9.6~12.6 CFU/15 min였다고 보고하여 본 연구의 조리실 공기와 비슷한 수준이었다. 또 본 연구에서 낙하균으로부터 분리배양한 시료에서 다른 미생물은 검출되지 않아 조리실의 환경은 비교적 양호하다고 판단되었다.

김밥의 미생물 오염도와 중요관리점

보통의 조리조건과 위생적 조리조건에서 김밥을 조리하여 완성품의 미생물 검사를 행한 결과는 Table 5와 같다. 보통의 조리조건에서 완성된 김밥은 표준평판균 10^6 CFU/g 수준, 대장균군 10^4 MPN/100 g수준, 그리고 분변성대장균군 10 MPN/100 g 수준이었다. 이에 비하여 위생적 조건에서 완성된 김밥은 표준평판균 10^4 CFU/g 수준, 대장균군 10^2

Table 5. Comparison of microbiological quality of kimbap prepared in normal condition or clean, sanitized condition

Microbes	Kimbap	
	Normal condition	Clean, sanitized condition
Aerobic plate count [log(CFU/g)]*	6.07±0.14[1)]	4.67±0.10
Total coliforms [log(MPN/100 g)]*	4.18±0.20	2.47±0.12
Fecal coliforms [log(MPN/100 g)]*	1.29±0.16	<0.30

E. coli, *Salmonella*, and *S. aureus* were not detected in all samples.
[1)]Mean±S.E. of four samples.
*: Significant difference was found between the two different conditions ($p<0.05$).

MPN/100 g 수준, 그리고 분변성대장균군 <10 MPN/100 g 수준이었다. 즉, 김밥의 표준평판균과 대장균군이 위생적 조건에서는 보통의 조리조건에 비하여 1/100 수준이었다. 그러나 위생적 조리조건에서 완성된 김밥에서도 분변성대장균군이 검출되었다. 이는 비가열재료나 조리기구, 또는 조리자의 손으로부터 교차오염이 있었음을 시사하는 결과이다. 몇몇 선행연구들에서도 즉석식품들에서 조리 작업 중에 상당한 교차오염이 다양하게 일어나고 있음을 제시하였다. 즉, Moore 등[22]은 스테인리스 스틸 접촉표면에서 즉석식품에 병원성 세균이 교차오염되었다고 하였다. 또 Zhao 등[23]은 닭고기에 오염된 10^6 CFU/g의 미생물이 교차오염에 의하여 도마, 손 및 채소에로 10^3~10^5 CFU/g까지 전파됨을 보고하였다. Chen 등[24]은 손, 식품, 그리고 주방의 접촉표면에서의 미생물 전파율은 0.0005%~100%로 변동이 많음을 보고하였다. 곽 등[25]은 편의점에 김밥 도시락을 납품하는 업체에서 기기 및 기구의 위생관리가 제대로 이루어지지 않아 교차오염이 우려되었다고 하였다.

한편 강 등[14]에 의하면 실험실에서 직접 조리한 김밥의 총세균수는 1.57×10^7 CFU/g이었다. Fang 등[17]에 의하면 타이완의 편의점과 수퍼마켓에서 판매되고 있는 김밥에서 표준평판균과 대장균군이 각각 3.30~8.60 log CFU/g 및 2.30~6.11 log CFU/g으로 검출되었다. 김밥의 미생물 수준이 연구자별로 이렇게 차이가 있는 것은 원재료의 구성이나 보관조건이 다른 때문일 것이다. 한편 강 등[26]은 국내의 분식점, 백화점 및 편의점에서 판매되는 김밥 214건에서 황색포도상구균을 시험한 결과 34.1%에서 검출되었다고 보고하였으며, Fang 등[17]은 타이완의 편의점과 수퍼마켓에서 판매되고 있는 김밥에서 *E. coli* 및 *S. aureus*가 각각 2.97~5.15 log CFU/g 및 2.30~5.00 log CFU/g 수준으로 검출되었다고 보고하였다. 이들 보고와는 달리 본 연구에서 조리한 김밥에서는 대장균, 포도상구균 및 살모넬라균이 검출되지 않아 원재료나 조리자 및 조리환경으로부터 이들 병원성균의 오염은 없었던 것으로 생각되었다.

이상의 결과로부터 김밥의 미생물 품질에 영향을 미치는 요인으로 원재료 중 특히 비가열재료의 초기 미생물 오염 정도가 우선 위해요소로 주목되었다. 다음으로 조리기구(칼, 도마 및 김발)의 위생적 처리가 오염된 미생물을 제거하는데 상당히 효과적이었으므로 조리기구의 미생물 오염도 또한 위해요소임을 알 수 있었다. 한편 위생적 조건에서 완성된 김밥에서 아직 대장균군과 분변성대장균군이 검출된 것으로 미루어 오염된 원재료나 조리기구 또는 조리자의 손을 통한 교차오염이 있었을 것으로 추측된다. 따라서 복합조리식품으로서 손이 많이 가는 김밥을 조리함에 있어서는 조리자의 손의 오염과 교차오염 또한 위해요소로 간주해야 할 것이다. 본 연구에서 보통의 조리조건과 위생적 조리조건에서 조리실의 공중낙하균은 비슷한 수준이었으며 외부로부터 특별히 미생물 유입이 없었으므로 비가열재료의 취급과 처리, 조리기구의 위생처리, 조리자의 손 위생관리 등이 중요관리점으로 관리되어야할 것으로 판단된다.

국문요약

본 연구에서는 보통의 조리조건과 위생적 조리조건에서 김밥을 조리하였을 때에, 각 조리조건하에서의 식자재(원재료), 조리자의 손, 조리환경(조리기구 및 조리실), 그리고 완성된 김밥의 미생물 품질을 살펴보고 이를 토대로 김밥조리과정 중의 중요관리점(CCPs)을 관찰하였다. 김밥과 그 원재료, 조리자의 손, 그리고 조리기구(칼, 도마 및 김발)의 표준평판균, 대장균군, 분변성대장균군, 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라균 등의 미생물을 식품공전에 준하여 측정하였으며 조리실의 미생물 오염도를 평가하였다. 모든 시료에서 대장균, 황색포도상구균 및 살모넬라균은 검

출되지 않았으며 표준평판균, 대장균군 및 분변성대장균군은 보통의 조리조건에서보다 위생적 조건에서 현저하게 낮았다. 김밥 원재료 중 비가열재료에서는 가열재료보다 표준평판균 및 대장균군수가 많이 검출되었다. 두 조건에서 조리실의 공중낙하균은 모두 양호한 수준이었다. 위생적 조리조건에서 만든 김밥은 보통의 조리조건에서 만든 김밥에 비하여 표준평판균과 대장균군이 1/100 수준이었으나 아직 분변성대장균군이 검출되었다. 따라서 비가열재료, 조리기구 및 조리자의 손의 미생물 오염, 그리고 조리 중의 교차오염이 김밥 미생물 오염의 주요 근원으로 지적되며, 비가열재료의 취급, 조리기구의 세척과 소독 및 조리자의 손씻기 단계가 CCPs로 제시된다.

참고문헌

1. 보건사회부: 식품공전 (1993).
2. 보건사회부: 식품공전 (1994).
3. 보건사회부: 식품공전 (1996).
4. Korea Food and Drug Administration. Available at: http://www.kfda.go.kr. Accessed April, 20 (2004).
5 식품의약품안전청: 식중독발생현황통계 및 예방대책 (2004).
6. Marriott, N. G., Robertson G.: Essentials of food sanitation, Chapman & Hall, p. 53 (1997).
7. 한국영양학회 영양정보센터: 음식영양소 함량자료집, 중앙문화사, p. 48 (1998).
8. 식품의약품안전청: 식품공전 (2002).
9. 이용욱, 박석기. 식품위생미생물시험법, 신광출판사, pp. 98-102 (1996).
10. Harrigan, W. F. and McCance, M. E.: Laboratory methods in food and dairy microbiology, Academic Press, New York (1976).
11. 최한영, 박석기, 길충남, 유일광: 환경위생실험, 신광문화사, pp. 67-69 (1993).
12. Nicols, G. L, Little, C. L., Mithani, V., and de Louvois, J.: The microbiological quality of cooked rice from restaurants and take-away premises in the United Kingdom, *J. Food Prot.*, **62**, 877-882 (1999).
13. Ahn, H. J., Yook H. S., Kim, D. H., Kim, S. and Byun, M. W.: Identification of radiation resistant bacterium isolated from dried laver (*Porphyra tenera*), *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **30**, 193-195 (2001).
14. 강국희, 최선규, 김경민, 김혜란, 고애경, 박신인: 김밥 세균 오염의 원인 규명을 위한 연구, *한국식품위생안전성학회지* **10**(3), 175-180 (1998).
15. 김동호, 송현파, 김재경, 김정옥, 이현자, 변명우: 김밥 제조 공정에서의 미생물 오염도 평가 및 감마선 조사를 이용한 김밥의 보존안정성 향상, *한국식품영양과학회지* **32**(7), 991-996 (2003).
16. Albrecht, J. A., Hamouz, F. L., Sumner, S. S., and Melch, V., Microbiological evaluation of vegetable ingredients in salad bars, *J. Food Prot.*, **58**, 683-685 (1995).
17. Fang, T. J., Wei, Q-K., Liao, C-W., Hung M-J., and Wang T-H.: Microbiological quality of 18°C ready-to-eat food products sold in Taiwan, Int. *J. Food Microbiol.*, **80**, 241-250 (2003).
18. Tessi, M. A., Aringoli, E. E., Pirovani, M. E., Vincenzini A. Z., Sabbag, N. G., Costa, S. C., Garcia, C. C., Zannier M. S., Sliva, E. R., and Moguilevsky, M. A.: Microbiological quality and safety of ready-to-eat cooked foods from a centralized school kitchen in Argentina, *J. Food Prot.*, **65**, 636-642 (2002).
19. Kaneko, K-I., Hayashidani, H., Takahashi, K., Shiraki, Y., Limawongpranee, S., and Ogawa, M.: Bacterial contamination in the environment of food factories processing ready-to eat fresh vegetables, *J. Food Prot.*, **62**, 800-804 (1999).
20. 김종규: 일부 학교급식소 조리실의 위생관리에 관한 조사연구, *한국환경위생학회지*, **29**(2), 87-88 (2003).
21. 김종규, 이경민: 일부 초등학교급식소의 환경위생관리에 관한 연구, *대한보건협회학술지*, **29**(3, 4), 259-268 (2003).
22. Moore, C. M., Sheldon, B. W., and Jaykus L-A.: Transfer of *Samonella* and *Campylobacter* from stainless steel to romaine lettuce, *J. Food Prot.*, **66**, 2231-2236 (2003).
23. Zhao, P., Zhao, T., Doyle, M. P., Rubino, J. R., and Meng., J.: Development of a model for evaluation of microbial cross-contamination in the kitchen., *J. Food Prot.*, **61**, 960-963 (1998).
24. Chen, Y. K., Jackson, M., Chea F. P., and Schaffner, D. W.: Quantification and variability analysis of bacterial cross-contamination rates in common food services tasks. *J. Food Prot.*, **64**, 72-80 (2001).
25. 곽동경, 김성희, 박신정, 조유선, 최은희: 편의점 판매용 김밥 도시락 생산 및 유통과정의 품질개선을 위한 연구, *한국식품위생안전성학회지* **11**(3), 177-187 (1996).
26. 강윤숙, 윤선경, 좌승협, 이동하, 우건조, 박영식, 김창민: 김밥 중 황색포도상구균의 분포조사, *한국식품위생안전성학회지* **17**(1), 31-35 (2002).