

시뮬레이션을 통한 김밥 생산과정의 계절별 미생물적 품질평가

안 애 경 · 이 혜 상[†]

안동대학교 생활과학대학 식품영양학과

A Simulation Study on Microbiological Evaluation of Kimbap Manufacturing Process in Summer and Winter

Ae-Kyung An, Hye-Sang Lee[†]

Department of Food and Nutrition, Andong National University, Andong, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate microbiological quality for each stage of the kimbap manufacturing process in summer and winter. Under the various controlled conditions through the simulation, the time-temperature data were collected and the microbiological quality(including total plate count, coliforms, and fecal coliform count) were evaluated. To determine the expected shelf life of Kimbap, a microbiological analysis according to the length of the storage time was performed. The microbiological analysis on both sanitary and unsanitary utensils was compared. The microbiological quality of the raw materials of Kimbap in summer was not at an acceptable level, but that of the heat-treated raw materials of Kimbap met the requirement according to the standards set by the Natick Research Center. The number of the microorganisms of the unsanitary utensils and the Kimbap made from unsanitary utensils was more than the acceptable criteria. Sanitary management is necessary to prohibit cross-contamination and to manufacture Kimbap safely. Results from storage times and storage temperature conditions(chilled and room-temperature storage) showed that the expected shelf-life of the Kimbap with the room-temperature storage was as less than 3 hours in summer, while it was as 7 - 10 hours in winter. (*Korean J Community Nutrition* 5(2S) : 333~342, 2000)

KEY WORDS : simulation study · microbiological quality · kimbap production.

서 론

단체급식소에서 발생하는 식중독 사고가 매년 증가되고 규모가 대형화되고 있다. 몇 년 전에 일본 전역을 휩쓴 병원성 대장균(*Escherichia coli* O157 : H7)은 초등학교 아동들에게 대규모의 식중독을 일으켰으며(Williams 등 1997), 이 균이 국내에서도 검출된 것(중앙일보 1996)은 우리나라도 결코 식중독의 안전지대가 아니라는 경고로 볼 수 있다. 이들 식중독 사고 중에는 학교, 기숙사, 보육원, 병원,

음식점 등의 단체급식소에서의 취급 부주의로 인한 사고가 많은 비율을 차지하고 있다. 따라서 급식소에서 제공되고 있는 음식에 대한 미생물적 품질과 이에 영향을 미치는 요인을 분석하여 알려줌으로써 사전에 필요한 조치를 취할 수 있도록 하는 예방 체계의 필요성이 인식되어졌다. 식중독 원인식품으로는 어패류와 가공품, 육류와 그 가공품, 곡류 및 복합조리식품 등이 주로 나타났으나, 채소, 과일류도 식중독을 일으킬 수 있는 것으로 확인되었다(김종규 1997). 우리나라는 최근 들어 식중독 환자가 늘어나고 있는데 식품의약품안전청에 따르면 1999년 식중독 건수는 174건, 식중독 환자수는 7천7백64명으로 1995년의 55건, 1천5백84명에 비해 식중독 건수에 있어서 3배, 환자수는 5배가 증가하여 식중독 발생이 대형화되는 추세를 보이고 있으며, 발생시기에 있어서도 과거 주로 5~9월에 집중되었으나 1998년 이후에는 12월과 1월을 제외하고는 연중 식중독 환자가

[†]Corresponding author : Hye-Sang Lee, Department of Food and Nutrition, Andong National University, 388 Songchun-Dong, Andong-Si, Kyungbuk 760-749, Korea
Tel : (054) 850-5493, Fax : (054) 841-1625
E-mail : hslee@andong.ac.kr

발생하였다(식품의약품안전청 2000; 연합뉴스 1999a). 단체 급식시설에서의 식중독이 잇따라 발생함에 따라 일선 중학교들이 급식시설 설치를 꺼려하고 있어 학교급식 확대에 차질이 우려되고 있다(연합뉴스 1999b). 특히 김밥에 의한 식중독 사고도 잇따라 일어나고 있는 실정인데 1999년 11월 16일에는 부산시 사하초등학교 학생 323명이 점심에 호텔에서 먹은 김밥에 의한 식중독 사고로 30여명이 입원하고 백 여명이 결석과 조퇴를 하여 역학조사를 벌인 결과 김밥에서 살모넬라균이 발견되었으며 이 때문에 집단식중독이 발생했다고 부산시보건환경연구원이 밝혔다(연합뉴스 1999c).

김밥은 식중독 발병률이 높은 복합조리식품으로 미생물 오염 가능성이 많기 때문(식품의약품안전청 2000)에 김밥의 생산, 유통단계에 따른 미생물적 품질관리가 중요하다. 이에 관하여 곽동경 등(1996)은 편의점에서 판매되는 김밥 도시락의 생산유통시 품질기준 설정 및 위생관리 프로그램 개발에 관하여 연구한 결과, 조사 대상 업체의 대부분이 재료 준비 단계에서부터 편의점에 이르기까지 위험온도대에서 장시간 방치되어 온도 소요시간 관리가 필요하다고 하였다. 최근 연구로는 이혜상·류승연(1998)의 대학교 급식 시설에서의 계절별 김밥의 생산 과정에 대한 미생물 품질

평가 자료가 있다. 이 연구는 대학급식시설에서 김밥 생산 시 온도-소요시간, 미생물검사를 실시하여 위험요인을 분석하였는데 중점 관리점으로 제시된 것은 원재료, 조리단계, 김밥 성형전 재료보관단계, 김밥성형단계였고, 김밥의 미생물적 품질수준은 온도-소요시간, 인적요인 및 기기의 위생상태 등이 복합적으로 작용하여 결정되는 것으로 나타났다. 따라서 각 단계별 변수로서 원재료의 상태와 조리단계에서 74℃ 이상 가열 여부와 비조리 재료의 전처리 과정에서 칼, 도마 등의 기구의 소독여부, 식재료 저장단계에서 실온저장을 하는 경우와 냉장저장을 하는 경우, 김밥 성형 단계에서 기구의 소독 여부 등을 고려할 필요가 있다. 음식의 품질 중 가장 중요한 것은 미생물적 안전성 문제인데, 단체급식에 이용되는 김밥은 생산에서 급식까지 위험 온도대에 노출되며 또한 대량 조리로 이루어지기 때문에 식재료의 저장, 열처리, 냉장보관, 배분단계 등에서 철저한 온도 및 시간 통제가 요구된다.

따라서 이 논문에서는 선행연구(이혜상·류승연 1998) 결과를 바탕으로 한 걸음 더 나아가 모의 실험을 통해 소요시간-온도조사, 미생물 검사를 실시하여 음식의 미생물적 품질과 이에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 한다.

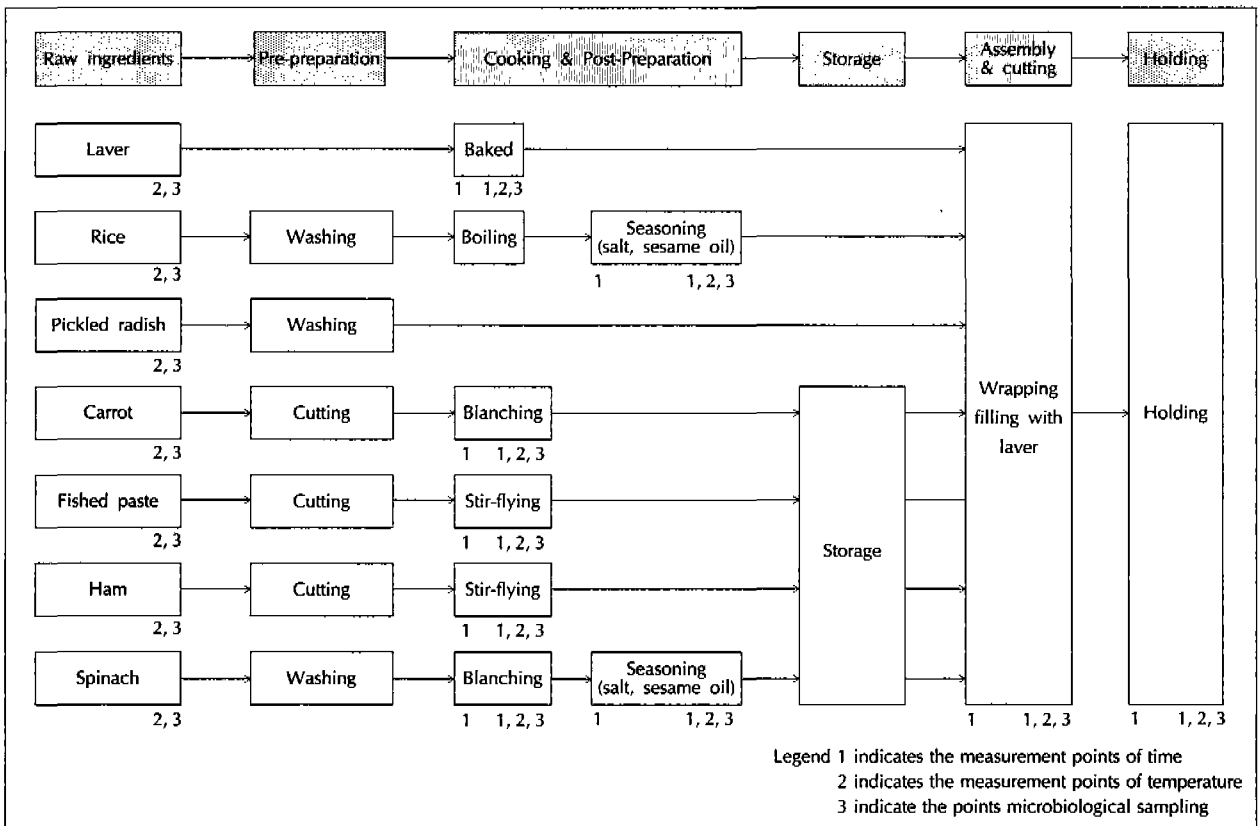


Fig. 1. Flow chart for production of Kimbap.

조사대상 및 방법

1. 연구대상 및 기간

본 실험인 모의실험은 선행 연구(이혜상·류승연 1998)를 통한 생산공정에 따라 직접 김밥을 제조하였으며, 이를 대상으로 온도-소요시간 측정과 미생물 분석을 하였다. 모의 실험은 계절별로 나누어 겨울실험은 1997년 12월 24일부터 1998년 1월 13일까지, 여름실험은 1998년 7월 3일부터 7월 22일까지 예비실험과 3회 반복 실험을 실시하였다.

2. 연구 내용 및 방법

1) 모의 실험(Simulation)을 통한 김밥의 생산

온도-소요시간 측정 및 미생물 분석지점은 이혜상·류승연(1998)의 연구를 기초로 결정하였다. Fig 1은 김밥의 생산공정 흐름도로 온도-소요시간의 측정단계 및 미생물 분석을 위한 시료 채취단계를 보여준다.

(1) 전처리단계(pre-preparation)

김밥에 사용되는 모든 재료는 조리 하루 전날 대형유통매장에서 구입, 배달하였다. 당근은 손질된 것을 이용하였으며 각 재료는 냉장고(4℃)에 보관하였다.

(2) 조리단계(cooking)

조리단계를 거치는 재료인 시금치, 당근, 어묵, 햄은 가열조건을 74℃ 이상으로 설정하여 조리하였다. 단, 어묵의 경우, 부적절한 조리온도로 조리했을 때의 미생물변화를 관찰하기 위해 가열조건을 74℃ 이상과 54℃로 각각 설정하여 조리하였다.

(3) 성형전 저장단계(storage)

김밥 성형 전 재료저장 단계에서는 냉장저장과 실온저장으로 조건을 달리하여 각각 0, 3, 6시간 경과시의 시료를 채취하여 미생물검사를 실시하였다. 겨울에는 냉장저장(4℃)은 냉장고에, 실온저장(20℃)은 배양기(incubator)에 보관하였으며 여름에는 냉장저장(4℃)은 냉장고에 실온저장은 실온(30±3℃)에 방치하였고 이 때 보관 용기는 소독된 것으로 사용하였다.

(4) 성형단계(assembly)

김밥 성형단계에서는 사용기구 및 용기의 오염이 미생물적 품질에 미치는 영향을 규명하기 위해 칼, 도마, 김발을 5분 이상 열탕소독(100℃) 하고 1회용 위생장갑을 착용해서 위생적으로 제조하는 경우와 선행연구(이혜상·류승연 1998)의 급식소에서 3시간 이상 사용하고 소독하지 않은

칼, 도마, 김발, 1회용 위생장갑을 이용하여 비위생적으로 제조하는 경우로 나누어 실험하였다.

(5) 김밥보관저장단계(holding)

위생·비위생적으로 제조한 김밥을 겨울에는 incubator(20℃)에서, 여름에는 실온(30±3℃)에 보관하면서 각각 0, 3, 7, 10시간 경과되는 지점에서 시료를 채취하여 온도 측정과 미생물 검사를 실시하였다.

2) 소요시간과 온도상태

김밥생산을 위한 각 단계의 소요시간, 식품의 온도 및 주위 환경의 온도상태를 시계와 표준온도계(Omega heat-prober digital thermometer with type K thermocouple, Model 871)를 사용하여 측정하였다. 소요시간은 각 단계의 시작과 끝나는 지점을 측정하였으며, 식품의 온도 상태는 각 단계의 끝나는 시각에 각 식품의 중심부를 측정하였다.

3) 미생물 검사

Fig. 1에 표시한 각 단계에서 시료를 약 20g씩 sterile sampling bag에 채취하여 즉시 얼음을 채운 ice box에 담아 보관하였다가 즉시 실험실로 운반하여 분석하였으며, 음식 채취시 사용되는 도구 및 용기와 실험과정에서 이용되는 배지 및 기구는 121℃ 1기압에서 15분간 가압 가열하여 무균 처리하였다. 운반 후 표준평판균 수, 대장균군 수 및 분변성 대장균군 수 분석을 위해서는 각 시료 20g에 0.1% 생리식염수 180ml를 사용하여 Stomacher Lab-blender 400 (Seward Medical Limited, London, UK)으로 2분간 중속으로 균질화 시켰으며, 각 시료는 멸균한 0.1% 생리식염수로 희석시킨 후 표준 방법(FDA 1987; Speck 1984)을 사용하여 분석하였다. 김밥 생산에 사용되었던 기구 및 용기에 대해서는 swab방법(Harrigan & McCance 1976)으로 미생물 검사를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 생산단계별 온도-소요시간 측정 및 미생물 검사

1) 겨울철 온도-소요시간 측정 및 미생물 검사

겨울실험의 김밥 생산단계별 온도-소요시간 측정 및 미생물 실험 분석결과를 Table 1에 제시하였다. 구매했던 김밥 원재료의 검수시 내부온도는 김, 단무지, 어묵, 당근, 햄, 시금치 각각 11℃, 5℃, 6℃, 9.5℃, 6.5℃, 10.5℃이었다. 어묵과 햄은 FDA(1996)에서 제시한 냉장식품 적정온도기준인 5℃이하에 미치지 못하였으나 겨울이라 기온이 낮기 때문에 급격한 온도상승은 없었으며 검수 후 즉시 전처리 하

Table 1. Measurements for time and temperature and a microbiological evaluation of Kimbap during production phases in winter and summer

Phases/Food items	Winter					Summer				
	Time	Temp.	Total plate count	Coliforms	Fecal coliforms	Time	Temp.	Total plate count	Coliforms	Fecal coliforms
	(min)	(°C)	[log(CFU ^a /g)]	[log(MPN ^b /g)]	[log(MPN/g)]	(min)	(°C)	[log(CFU/g)]	[log(MPN/g)]	[log(MPN/g)]
I. Raw ingredients										
Laver	N.A ^c	11.0	6.73	- ^d	-	N.A	30.8	6.65	-	-
Pickled radish	N.A	5.0	1.18	-	-	N.A	11.5	2.99	<0.48	-
Fished paste	N.A	6.0	4.11	-	-	N.A	20.0	4.04	-	-
Carrot	N.A	9.5	2.62	0.90	-	N.A	21.3	5.38	4.16	1.78
Ham	N.A	6.5	3.28	<0.48	-	N.A	15.0	6.16	2.79	-
Spinach	N.A	10.5	6.78	3.58	-	N.A	23.3	6.54	5.14	-
II. Cooking & Post-preparation										
Rice(After seasoning)	6	65.0	2.56	-	-	4	52.8	2.70	-	-
Laver(Baking)	1	55.0	2.54	-	-	1	65.3	5.63	-	-
Fished paste(Stir-frying)	5	82.5	2.29	-	-	4	76.3	2.93	-	-
(Stir-frying)	4	54.0	3.62	-	-	3	54.0	3.07	0.95	-
Carrot(Stir-frying)	6	70.5	1.83	-	-	6	78.5	2.34	-	-
Ham(Stir-frying)	6	73.0	2.72	-	-	7	83.3	4.04	-	-
Spinach(Blanching)	2	N.A.	3.16	-	-	3	N.A	3.62	1.76	-
(After seasoning)	2	19.0	3.08	-	-	1	24.8	3.88	3.07	-
III. Assembly										
Kimbap : Control	3	27.5	4.95	-	-	3	38.5	4.46	1.80	-
: With 54°C fished paste	3	27.0	4.91	-	-	3	36.5	4.84	2.07	-
: Under unsanitary condition	3	18.0	5.42	-	-	3	39.3	5.64	3.74	0.60
: Baked in pan	3	28.0	3.55	1.00	-	3	40.5	4.28	1.95	-
: With Baked laver	3	28.0	2.97	-	-	3	36.5	4.32	1.87	-

a : Colony forming unit b : Most probable number c : Not attained d : Not detected

였다. 조리실 실내온도는 17°C이었다.

조리단계에서 어묵의 경우는 Bobeng & David(1978)가 제시한 식중독을 방지하기 위한 조리기준 74°C이상에서 가열하는 경우와 이혜상·류승연(1998)의 연구에서 실제 급식소에서 행하고 있는 대로 음식내부온도가 54°C가 되도록 부적절하게 가열하는 경우로 나누어 가열하였다. 당근과 햄은 74°C이상으로 가열하였으나 겨울이라 실내 온도가 17°C로 낮았고 양이 적었기 때문에 평형을 이루는 온도는 당근 70.5°C, 햄 73°C이었으며, 시금치는 온도 변화가 너무 심하여 측정하기가 어려웠다.

FDA(1996)의 위생 관리지침에서 위험온도 범주인 5~60°C에서 식품의 안정성을 유지할 수 있는 최대시간이 4시간이며, 그 중에서 15°C~38°C사이의 온도 내에서는 절대로 2시간 이상을 방치해서는 안된다는 기준과 비교해 볼 때 김밥 성형 후 김밥의 내부온도는 27.5°C로서 위험 온도대에 속하므로 2시간이내에 소비를 하는 것이 바람직하다.

김밥 생산단계별 미생물 분석 결과를 살펴보면, 구입한 원재료의 미생물 분석 결과, 표준평판균 수는 단무지, 당근, 햄의 경우 1.18log CFU/g, 2.62log CFU/g, 3.28log CFU/g

로 Snyder(1995)가 제시한 급식소에서의 원재료 구입기준인 4log CFU/g 이하이므로 "Good"의 등급에 속하여 미생물적 품질이 우수하였으며, 어묵은 4.11log CFU/g로 "Average"의 등급에 속하였고, 김과 시금치는 6.73log CFU/g, 6.78log CFU/g로 "Poor"의 등급에 속하여 생산초기부터 위험요인을 안고 있었다. 김의 경우 열처리를 거치지 않고 김밥을 생산하는 경우가 많은 것으로 미루어 볼 때 김밥 식중독의 주 오염원으로 추측되었으며 김밥의 세균 수를 줄이기 위해서는 김의 생산부터 위생적으로 이루어져야 할 것이다. 대장균군 수는 시금치가 3.58log MPN/g검출되어 Buckalew 등(1996)이 제시한 조리하지 않은 식품의 대장균군 수 3log MPN/g 미만을 초과한 상태여서 생산초기부터 위험을 안고 있었다. 모든 원재료에서 분변성 대장균군 수는 검출되지 않았다. 어묵의 원재료 표준평판균 수는 4.11log CFU/g이었으나 74°C 이상으로 조리한 경우는 표준평판균 수 2.29log CFU/g로 더 많이 줄어들었고 54°C로 부적절하게 가열 조리한 경우는 3.62log CFU/g로 적게 줄어든 것으로 보아 적절한 조리온도가 중요함을 알 수 있었다. 시금치는 원재료의 경우 표준평판균 수 6.78log CFU/g,

대장균군 수 3.58log MPN/g로 Buckalew 등(1996)가 제시한 조리 이전 재료의 미생물 한계기준치인 표준평판균 수, 대장균군 수 6log CFU/g, 3log MPN/g미만을 초과하여 위험요인이 있었으나 열처리 후에는 표준평판균 수 3.16log CFU/g, 대장균군은 음성으로 감소되어 가열한 식품 미생물 한계기준치인 5log CFU/g, 2log MPN/g미만을 만족하는 수준이 되었다.

김밥 성형단계에서는 김밥을 3가지로 생산하였다. 위생적으로 생산한 김밥, 비위생적으로 생산한 김밥, 부적절하게 가열한 어묵을 이용한 김밥이다. 이 중에서 비위생적으로 생산한 김밥만 표준평판균 수가 5.42log CFU/g로서 Buckalew 등(1996)이 제시한 급식단계음식의 표준평판균 수 5log CFU/g를 초과하여 불량한 상태였고, 나머지는 모두 만족할 만한 수준이었다. 이는 각 재료를 조리한 직후에 김밥을 생산했기 때문에 미생물의 증식이 크지 않았기 때문으로 보인다.

2) 여름철 온도-소요시간 측정 및 미생물 검사

여름실험의 김밥 생산단계별 온도-소요시간 측정 및 미생물 실험 분석결과를 Table 1에 제시하였다. 구매한 김밥 원재료의 검수시 내부온도는 김, 단무지, 어묵, 당근, 햄, 시금치 각각 30.8℃, 11.5℃, 20℃, 21.3℃, 15℃, 23.3℃이었다. 조리실 실내온도는 30℃로 전처리시 실내온도는 위험온도대인 5~60℃이므로 전처리 후 바로 조리하지 않는 식품은 반드시 냉장해야 한다(Bryan 1993).

조리단계에서 모든 재료는 Bobeng & David(1978)가 제시한 식중독을 방지하기 위한 조리기준 74℃이상에서 가열하였다.

김밥의 생산단계별 온도-소요시간 측정결과는 냉장식품인 어묵과 햄의 온도가 냉장식품적정온도기준인 5℃ 이하를 벗어난 것을 제외하면 각 단계별 기준이 준수된 양호한 상태 하에서 음식이 생산되어졌음을 제시한다.

김밥 생산단계별 미생물 분석 결과를 살펴보면, 원재료의 경우 표준평판균 수는 김 6.65log CFU/g, 단무지 2.99log CFU/g, 어묵 4.04log CFU/g, 당근 5.38log CFU/g, 햄 6.16log CFU/g, 시금치 6.54log CFU/g로 분석되어 단무지만 Snyder(1995)가 제시한 급식소에서의 원재료 구입기준인 4log CFU/g 이하이므로 "Good"의 등급에 속하였고, 김·어묵·당근·햄·시금치는 모두 "Average"의 등급에 속하여 미생물적 품질이 저하된 상태였다. 대장균군 수는 당근과 시금치에서 4.16log MPN/g, 5.14log MPN/g이 검출되어 Buckalew 등(1996)가 제시한 조리하지 않은 식품의 대장균군 수 3log MPN/g 미만을 초과한 상태였다.

분변성 대장균군 수는 당근에서 1.78log MPN/g검출되었으며 다른 원재료에서는 검출되지 않았다.

전처리 및 조리단계에서 소금과 참기름으로 양념을 한 밥은 표준평판균 수가 2.70log CFU/g이었으며 대장균군 수와 분변성 대장균군 수는 검출되지 않아 미국 육군 Natick 연구소(Silverman 등 1976)에서 제시한 조리한 음식의 미생물 기준인 5log CFU/g 미만으로 만족할 만한 상태였다. 어묵은 74℃ 이상으로 조리한 경우는 표준평판균 수 2.93log CFU/g으로 줄어들었고 대장균군과 분변성 대장균군은 검출되지 않았으나, 54℃로 부적절하게 가열 조리한 경우는 표준평판균 수 3.07log CFU/g로 적게 줄어들었으며 대장균군 수는 0.95log MPN/g로 적절한 조리온도가 중요함을 알 수 있었다. 햄은 표준평판균 수 6.16log CFU/g, 대장균군 수 2.79log MPN/g에서 74℃로 가열했을 때 표준평판균 수는 2log cycle 정도 감소하였으며 대장균군은 검출되지 않았다. 시금치는 원재료의 경우 표준평판균 수 6.54log CFU/g, 대장균군 수 5.14log MPN/g으로 Buckalew 등(1996)가 제시한 조리 이전 재료의 미생물 한계기준치인 표준평판균수, 대장균군 수 6log CFU/g, 3log MPN/g미만을 초과하여 위험요인을 안고 있었으나, 열처리 후에는 표준평판균 수 3.62log CFU/g, 대장균군 수 1.76log MPN/g로 감소되어 가열한 식품 미생물 한계기준치인 5log CFU/g, 2log MPN/g미만을 만족하는 수준이 되었으며 소금과 참기름으로 양념한 시금치는 표준평판균 수 3.88log CFU/g, 대장균군 수 3.07log MPN/g로 되어 중요관리점이 되었다.

김밥 성형단계에서는 겨울실험과 마찬가지로 비위생적으로 생산한 김밥만 표준평판균 수가 5.64log CFU/g, 대장균군 수 3.74log MPN/g, 분변성 대장균군수 0.60log MPN/g이 검출되어 Buckalew 등(1996)이 제시한 급식단계음식의 표준평판균 수 5log CFU/g, 대장균군 수 2log MPN/g을 초과하여 불량한 상태였다.

2. 재료저장방법에 따른 미생물 변화 분석

일반적으로 김밥을 생산할 때 각 재료를 조리한 후 즉시 생산하지 않고 수요에 따라 김밥을 생산하는 경우가 많다. 이 때 조리된 김밥재료를 어느 정도의 온도에서 어느 정도 저장할 수 있는지를 파악하는 것이 필요하다. Table 2는 조리된 김밥재료의 저장방법과 저장시간에 따른 미생물 변화를 분석한 결과를 제시한다. 김밥생산에 사용되는 식재료를 냉장(4℃)·실온(겨울 : 20℃, 여름 : 30℃)에 각각 0, 3, 6시간 저장하여 미생물 분석을 한 결과, 미국 Natick 연구소(Silverman 등 1976)에서 제시한 기준 한계치와 비교하면

겨울 실험에서는 표준평판균 수는 냉장·실온 저장한 조리된 어묵, 당근, 햄, 시금치는 모두 한계기준치인 5log CFU/g 이하로서 만족할만한 수준이었으며, 냉장 저장시는 실온저장보다 미생물 증식이 적게 일어났으나 뚜렷한 차이는 없었다. 하지만 실온(20℃)에서 3시간 동안 저장한 재료로 생산한 김밥은 표준평판균 수가 5.46log CFU/g로 검출되어 급식단계음식의 한계기준치인 5log CFU/g를 초과한 반면, 냉장고에서 6시간 저장한 식재료로 생산한 김밥의 경우는 4.95log CFU/g로 한계기준치를 만족하는 수준이었다. 대장균군 수와 분변성 대장균군 수는 각 저장 온도대의 전 시간대에 걸쳐 하나도 검출되지 않았다. 이 결과로 볼 때 겨울에도 김밥을 생산할 때는 조리된 재료를 냉장고(4℃)에 저

장하고 조금씩 꺼내어 사용하되 냉장고 저장시간은 6시간 이내로 제한하여야 함을 알 수 있었다.

여름 실험에서는 조리된 식재료의 저장방법에 따라 미생물 증식이 뚜렷하게 다르게 나타나 3, 6시간 동안 냉장 저장한 재료들로 생산한 김밥의 경우에는 표준평판균 수가 4.61log CFU/g, 4.97log CFU/g로서 한계기준치 보다 아래였으나, 실온(30℃)에 방치해 둔 경우의 재료들로 김밥을 생산한 경우에는 3시간에 5.20log CFU/g, 6시간에 5.32log CFU/g로 한계기준치를 넘어서고 있었으며 대장균군 수는 실온저장은 3시간 지점부터 냉장저장은 6시간 저장부터 기준치를 넘어섰다. 각각의 재료들을 살펴보면 어묵의 경우 냉장 저장 때는 0, 3, 6시간 저장함에 따라 각각 2.93log

Table 2. Microbiological evaluation of the cooked food items during storage at 4 and 20(or 30)℃ in winter and summer

Food items	Winter					Summer			
	Storage time	Storage temp.	Total plate count	Coliforms	Fecal coliforms	Storage temp.	Total plate count	Coliforms	Fecal coliforms
	(hr)	(℃)	[log(CFU ^a /g)]	[log(MPN ^b /g)]	[log(MPN/g)]	(℃)	[log(CFU/g)]	[log(MPN/g)]	[log(MPN/g)]
Kimbap	0	20	4.95	- ^c	-	30	4.46	1.80	-
	3		5.46	-	-		5.20	2.82	-
	6		5.22	-	-		5.32	4.92	-
	0	4	4.95	-	-	4	4.46	1.80	-
	3		4.81	-	-		4.61	1.90	-
	6		4.95	-	-		4.97	4.06	-
Fished paste	0	20	2.29	-	-	30	2.93	-	-
	3		2.99	-	-		3.83	0.76	-
	6		2.69	-	-		7.09	-	-
	0	4	2.29	-	-	4	2.93	-	-
	3		2.85	-	-		2.52	-	-
	6		2.61	-	-		2.91	-	-
Carrot	0	20	1.83	-	-	30	2.34	-	-
	3		-	-	-		3.00	1.04	-
	6		0.70	-	-		6.40	0.36	-
	0	4	1.83	-	-	4	2.34	-	-
	3		0.70	-	-		1.85	-	-
	6		1.10	-	-		3.89	-	-
Ham	0	20	2.72	-	-	30	4.04	-	-
	3		3.39	-	-		3.65	0.95	-
	6		3.30	-	-		3.51	0.95	-
	0	4	2.72	-	-	4	4.04	-	-
	3		3.37	-	-		3.76	-	-
	6		3.09	-	-		3.03	-	-
Spinach	0	20	3.16	-	-	30	3.62	1.76	-
	3		2.33	-	-		4.75	3.63	-
	6		4.51	-	-		6.29	5.50	-
	0	4	3.16	-	-	4	3.62	1.76	-
	3		2.96	-	-		3.99	2.37	-
	6		3.28	-	-		3.99	3.43	-

a : Colony forming unit b : Most probable number c : Not detected

CFU/g, 2.52log CFU/g, 2.91log CFU/g로 거의 표준평판균 수의 변화가 없었으며 한계기준치를 만족하는 수준이었고, 실온에서 6시간 저장한 경우는 2.93log CFU/g에서 7.09log CFU/g로 4log cycle 정도 증가하여 위험한 상태였다. 당근을 냉장 저장했을 때는 6시간까지 만족할만한 수준이었으며, 실온 저장 때는 6시간 경과했을 때에 표준평판균 수가 6.40log CFU/g로 기준치를 초과하였다. 햄은 미생물 변화가 뚜렷하게 없었으며, 시금치는 냉장 저장 때는 별 변화가 없었으나 실온 저장 때 6시간 저장부터 표준평판균 수가 6.29log CFU/g로 기준치를 초과하였고, 대장균균 수는 3, 6시간 저장에 검출되어 기준치를 초과하였다. 이것으로 볼 때 여름의 경우에는 재료저장이 실온(30℃)에서 이루어져서는 안되며, 냉장(4℃)에서도 3시간 이내로 단축시켜야 함을 알 수 있었다.

3. 기구 및 용기에 대한 미생물 분석

모의 실험(Simulation)으로 행한 김밥생산에 사용된 기구 및 용기에 대한 미생물 분석 결과를 Table 3에 제시하였다. Harrigan & McCance(1976)는 기구, 설비 및 용기에 대한 미생물적인 수준을 평가하였는데, 그에 따르면 표준평판균 수는 cm²당 5미만(0.70log CFU/cm²)은 만족할 만한 수준이고, 5~25(0.70~1.40log CFU/cm²)는 시정을 필요로 하며, 25이상(1.40log CFU/cm²)일 때는 즉각적인 조치를 강구하여야 한다고 하였다. 또한 대장균균 수는 100cm²당 10이하(1log MPN/100cm²)가 되어야하며, 분변성 대장균균은 하나도 분리되지 않아야 양호한 수준이라고 하였다.

김밥생산에 사용되어진 모든 기구와 용기를 소독하여 사용한 위생적인 기구의 경우 겨울실험에서는 표준평판균 수, 대장균균 수, 분변성 대장균균 수가 모두 음성으로 나왔으며, 여름실험에서도 표준평판균 수는 모두 0.48log CFU/cm² 미만으로 만족할 만한 수준이었으며 대장균균 수와 분변성 대장균균 수는 검출되지 않았다. 이 수준은 선행연구(이해

상·류승연 1998)의 사용하기 전 기구의 미생물 수준에 비하여 더 낮은 수준이었다.

김밥생산에 사용되는 기구와 용기들을 소독하지 않고 사용하는 경우는 단체급식소에서 사용되는 기구와 용기들을 이용해서 미생물분석을 실시하였다. 겨울실험의 경우 표준평판균 수는 일회용 위생장갑 2.60log CFU/cm², 칼 <0.48 log CFU/cm², 도마 1.72log CFU/cm², 김발 3.49log CFU/cm²으로 분석되어, Harrigan & McCance(1976)가 제시한 기준에 의하면 일회용 위생장갑, 도마, 김발은 1.40 log CFU/cm² 이상으로 즉각적인 조치를 강구하여야 하는 상태였으며, 칼은 cm²당 0.70log CFU/cm² 미만으로 만족할 만한 수준이었다. 대장균균 수는 모든 기구에서 Harrigan & McCance(1976)가 제시한 기준인 1log MPN/100cm² 이하로 검출되었다. 분변성 대장균균 수도 모든 기구에서 하나도 검출되지 않았다. 여름실험의 경우는 표준평판균 수는 일회용 위생장갑 3.88log CFU/cm², 칼 4.11log CFU/cm², 도마 6.26log CFU/cm², 김발 3.48log CFU/cm²으로 분석되어 즉각적인 조치를 강구하여야 하는 아주 불량한 상태였으며, 대장균균 수는 일회용 위생장갑 4.65log MPN/100cm², 칼 4.38log MPN/100cm², 도마 6.39log MPN/100cm², 김발 3.36log MPN/100cm²가 검출되었으며, 도마와 김발에서는 분변성 대장균까지도 검출되었다. 여름실험에서 비위생적인 도구 중에 가장 문제가 큰 것은 도마로 판명되었고 이는 선행연구(이해상·류승연 1998)와 일치한다.

실제 단체급식소에서 김밥을 생산한 경우에는 재료준비 단계부터 기구에 의한 교차오염이 일어날 수 있으며 김밥의 조리과정 특히 열처리를 거치지 않는 야채류 재료들의 미생물적 오염과 칼, 도마의 사용용도에 따른 분리사용이 되지 않는 경우 칼과 도마가 사용되는 모든 생산단계에서의 교차오염이 일어날 수 있다. 또한 김발을 사용하여 작업할 경우

Table 3. Micorbiological evaluation of food equipments used for Kimbap manufacturing

Season	Equipment	Total plate count [log(CFU/cm ²)]		Coliforms [log(MPN ² /100cm ²)]		Fecal coliforms [log(MPN/100cm ²)]	
		Sanitation	Unsanitation	Sanitation	Unsanitation	Sanitation	Unsanitation
Winter	Sanitary gloves	- ^c	2.60	-	<0.48	-	-
	Knife	-	<0.48	-	-	-	-
	Cutting board	-	1.72	-	0.99	-	-
	Kimbal	-	3.49	-	0.99	-	-
Summer	Sanitary gloves	<0.48	3.88	-	4.65	-	-
	Knife	<0.48	4.11	-	4.38	-	-
	Cutting board	<0.48	6.26	-	6.39	-	3.43
	Kimbal	<0.48	3.48	-	3.36	-	1.35

a : Colony forming unit b : Most probable number c : Not detected

완성된 김밥이 직접 닿는 작업대 표면의 위생상태가 불량할 수 있으며, 작업자의 손에 의한 오염도 고려되어야 하겠다. 수작업시 일회용 위생장갑을 착용하더라도 작업 중 교체를 거의 하지 않는 경우, 김밥 마는 작업구역에서 다른 작업구역으로 이동하여 다른 기기와 접촉한 후 다른 장갑으로 교체하지 않고 다시 작업을 하는 경우도 많아서 일회용 위생장갑을 비위생적으로 사용하는 경우가 많다. 따라서 작업전후의 철저한 기기 세척 및 소독, 종업원의 위생적인 기기 취급 및 감독자의 철저하고 합리적인 위생관리 통제 등이 시급히 요청되며 실제로 실천되어야 할 것으로 사료된다.

4. 모의실험을 통한 김밥 저장기한의 설정

김밥을 생산한 후 얼마동안 저장할 수 있을까? 본 연구에서는 적절한 세척과 소독을 하여 위생적인 칼, 도마, 김발, 1회용 장갑을 사용하여 김밥을 제조한 경우와 적절한 세척과 소독을 하지 않은 급식소에서 사용하던 칼, 도마, 김발, 1회용 장갑을 사용하여 비위생적으로 생산하였을 경우 저장기간에 의한 미생물적 품질의 변화를 관찰하기 위하여 저장기간에 따른 미생물 분석을 실시하였다.

김밥의 품질지표로 선정된 항목들은 표준평판균 수, 대장균군 수, 분변성 대장균군 수이며, 이들 품질 지표 항목에 대한 한계 기준치(Silverman 등 1976)는 각각 5log CFU/g, 2log MPN/g, <0.48log MPN/g 이다.

저장기간동안 김밥의 미생물 변화 분석 결과를 Fig. 2에 제시하였다.

겨울실험에서 김밥의 내부온도는 18℃~27.5℃로서 위험 온도 범주에 속하였다. 위생적인 김밥의 경우, 김밥생산 직후의 표준평판균 수 4.95log CFU/g, 대장균군 수와 분변성

대장균군 수는 검출되지 않았으나 저장시간이 7시간이 경과하면서 미생물수가 증가하였으며 10시간 경과 시에는 표준평판균 수 5.20log CFU/g로 기준치인 5log CFU/g 미만을 초과하였으며 대장균군 수와 분변성 대장균군 수는 기준치를 만족하는 수준이었다. 비위생적인 김밥의 경우, 표준평판균 수는 0, 3, 7, 10시간 경과됨에 따라서 5.42log CFU/g, 5.19log CFU/g, 5.56log CFU/g, 5.93log CFU/g로 증가하였으며 처음부터 기준치를 넘어서고 있었다. 대장균군 수는 3, 7, 10시간 경과됨에 따라서 0.51log MPN/g, 0.63log MPN/g, 1.33log MPN/g 검출되었으며, 분변성 대장균군 수는 검출되지 않았다.

여름실험에서 김밥의 내부온도는 30.3℃~39.3℃이었으며, 위생적으로 제조한 김밥의 경우 표준평판균 수는 0, 3, 7, 10시간이 경과함에 따라서 4.46log CFU/g, 4.49log CFU/g, 6.04log CFU/g, 7.26log CFU/g로 증가하여 7시간 지점부터 한계기준치인 5log CFU/g미만을 넘어서고 있었다. 대장균군 수는 0, 3, 7, 10시간 경과됨에 따라서 1.8 log MPN/g, 3.2log MPN/g, 5.8log MPN/g 7.2log MPN/g이 검출되어 3시간 지점부터 기준치를 넘어서고 있었으며, 분변성 대장균군 수는 검출되지 않았다. 비위생적으로 제조한 김밥의 경우 표준평판균 수는 0, 3, 7, 10시간이 경과함에 따라서 5.64log CFU/g, 6.60log CFU/g, 8.02log CFU/g, 8.43log CFU/g로 증가하여 처음 생산직후부터 한계기준치인 5log CFU/g미만을 넘어서고 있었으며 급격하게 증가하였다. 대장균군 수는 0, 3, 7, 10시간 경과됨에 따라서 3.7log MPN/g, 4.9log MPN/g, 6.2log MPN/g, 7.5log MPN/g이 검출되어 생산직후부터 2log MPN/g미만 기준치를 넘어서고 있었으며, 분변성 대장균

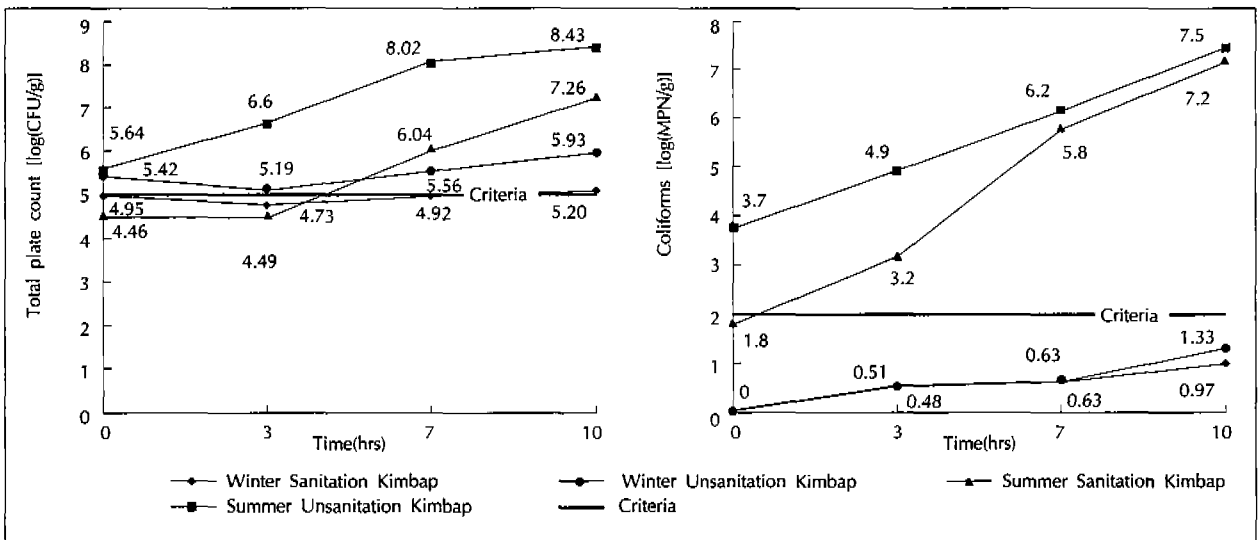


Fig. 2. Changes of Total plate count and coliforms in Kimbap during holding at 0, 3, 7, and 10hrs.

균 수는 검출되지 않는 것이 원칙이나 0, 3, 7, 10시간이 경과함에 따라 0.60log MPN/g, 3.58log MPN/g, 3.00log MPN/g, 3.82log MPN/g이 검출되었다.

이 실험결과로부터 식품공전(1994)상 김밥 유통기간 7시간은 겨울에는 미생물 증식이 적기 때문에 적합하나, 여름에는 표준평판균 수가 7시간 지점부터 기준치를 넘어서고 있으나 3시간 지점에서 대장균군 수가 기준치를 넘어서고 있어서 실온에서의 7시간 저장은 적합하지 않은 것으로 사료되며, 비위생적인 기구를 사용해서 생산한 김밥의 경우 표준평판균 수가 처음 생산 직후부터 5log CFU/g 이상이 검출(허용 기준치 초과)되어 위험요인을 안고 있었으며 위생김밥에 비해 시간이 경과함에 따라서 더 많은 미생물이 증식하였다. 따라서 김밥 생산과정의 위생적인 처리가 중요할 뿐 아니라 위생적으로 생산된 김밥이라 하더라도 저장기간을 잘 준수하는 것 역시 중요하다.

요약 및 결론

본 연구는 모의 실험을 통해 김밥 생산과정을 반복 운영함으로써 생산 조건이 미생물 품질에 미치는 영향을 규명하고 저장기간 중의 미생물적 품질 평가를 통해 합리적인 저장기한을 설정하여 김밥의 미생물적 품질 보증을 위한 기초 자료를 구축하고자 수행하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 김밥의 온도-소요시간 측정 결과, 원재료 중 냉장식품인 어묵과 햄의 온도가 기준이상으로 높았다.
- 2) 김밥의 생산단계별 미생물 분석 결과, 여름실험의 경우 원재료 중 당근·햄·시금치에서 겨울실험의 경우 김·시금치에서 표준평판균 수와 대장균군 수가 기준을 넘었으나 가열처리를 거치면서 가열한 식품 미생물 한계기준치인 5log CFU/g, 2log MPN/g 미만을 만족하는 수준이 되었다.
- 3) 조리된 김밥재료저장방법에 따른 미생물 변화를 분석한 결과, 금방 조리한 식재료의 경우 겨울실험에서는 미생물 증식이 적게 일어나 뚜렷한 차이가 없었으나 3시간 실온(20℃) 저장한 재료로 생산한 김밥은 표준평판균 수가 기준을 초과하였다. 여름실험 결과는 어묵·당근은 실온(30℃) 저장에서는 3시간 이후, 냉장(4℃)저장에서는 6시간 이후에 표준평판균수와 대장균군수가 기준치를 초과하였으며, 시금치의 경우는 3시간 냉장·실온 저장에서 둘 다 대장균군 수가 기준치를 초과하였다. 저장된 재료로 생산한 김밥은 실온저장에서는 3시간 지점에서, 냉장저장에서는 6시간 지점에서 미생물기준치를 초과하였다.
- 4) 기구 및 용기에 대한 미생물 분석결과, 실제 급식소에

서 사용하던 기구와 용기는 여름실험의 경우 모든 기구에서 기준치보다 많이 검출되었고 특히 도마의 경우에 가장 오염이 많은 것으로 나타났으며, 겨울실험의 경우도 칼을 제외한 나머지 기구의 미생물수는 기준치보다 높게 나타났다.

5) 모의 실험을 통해서 김밥의 저장기한을 설정하고자, 김밥을 위생·비위생적인 기구로 나누어 생산하여 보관기간 경과에 따라서 미생물 추이를 관찰해본 결과, 비위생적인 기구를 사용해서 생산한 김밥의 경우는 표준평판균 수가 처음 생산 직후부터 허용 기준치를 초과하여 검출돼 위험요인을 안고 있었으며 또한 위생김밥에 비해 시간이 경과함에 따라서 더 많이 증식하였다. 한편 위생김밥이라고 해도 겨울의 경우에는 식품공전상 김밥 유통기간인 7시간이 지나도 미생물 증식이 한계범위를 넘지 않았으나 여름에는 3시간 지점부터 대장균군 수가 기준치를 넘어서고 있었다.

본 연구의 결과를 근거로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

- 1) 김밥 생산과정 중 검수, 원재료 보관, 조리후 재료저장, 김밥성형후 보관단계에서 온도 통제를 철저히 하고, 위험온도범주(5~60℃)에서 방치하는 시간을 최소화하여 4시간 이내로 줄이도록 하여야겠다. 특히 조리된 재료의 저장온도냉장저장이 필수적이다.
- 2) 김밥 식재료 중 잠재적으로 위대한 식품인 경우 생산단계에서 통제하여 김밥을 생산함으로써 미생물적 품질을 향상시켜야 한다.
- 3) 김밥생산시의 기기, 설비 및 도구에 대한 위생적인 관리가 시급히 요청된다. 이를 해결하기 위해서는 특히 칼, 도마 등의 용도별, 생산단계별로 철저히 분리 사용되어야 하고 각 단계에서 사용되는 기기류는 사용 전후에 세척 및 소독이 합리적인 방법으로 반드시 시행되어야 하며, 종업원의 위생적인 취급습관이 가능하도록 수세시설을 적절히 설치하여야 하겠다.
- 4) 김밥의 저장기한 설정에 직접적인 영향을 주는 요소는 생산단계에서의 미생물적 품질 수준과 보관온도이므로, 본 연구에서 제시한 보관온도와 저장 기한을 기초로 하여 더욱 체계적이고 과학적인 평가를 하여야 하겠다.
- 5) 본 연구 결과를 기초로 하여 개발된 모니터링을 위한 도구가 실제로 활용될 수 있도록 하기 위한 방안모색이 필요하며, 김밥 생산 과정에서 품질관리에 관한 교육을 종업원을 대상으로 실시하여야 할 것이다.

참고문헌

- 곽동경·김성희·박신정·조유선·최은희(1996): 편의점 판매용 김밥 도시락 생산 및 유통과정의 품질개선을 위한 연구. 한국식

- 품위생학회지 11(3) : 177-187
 김종규(1997) : 식중독 발생의 사례를 통해 본 집단급식의 문제점 분석. *한국식품위생학회지* 12(3) : 240-253
 이혜상·류승연(1998) : 대학생 대상 급식시설의 김밥 생산과정에 따른 계절별 미생물적 품질평가. *한국조리과학회지* 14(4) : 367-374
 식품공전(1994) : pp.730-733
 식품의약품안전청(2000) : 99년 식중독 발생 현황. *국민영양* 216 : 47
 연합뉴스(1999a) : 인터넷 연합뉴스 1999년 12월 27일. 식중독 발생 전수, 환자 해마다 크게 늘어.
 연합뉴스(1999b) : 인터넷 연합뉴스 1999년 12월 3일. 중학교 급식시설 설치 기피.
 연합뉴스(1999c) : 인터넷 연합뉴스 1999년 11월 21일. 초동생 집단 식중독 김밥이 원인.
 Bobeng BJ, David BD(1978) : HACCP models for quality control of entree production in hospital foodservice systems. I. Development of hazard analysis critical control point models. *J Am Diet Assoc* 73(5) : 524-529
 Bryan FL(1993) : HACCP-Street vending in developing countries. *Food Australia* 45(2) : 80-84
 Buckalew J J, Schaffner DW, Solberg M(1996) : Surface sanitation and microbiological food quality of a university foodservice operation. *J Food System* 9 : 25-39
 FDA(1987) : *Bacteriological Analytic Manual*, 5th ed., Washington, D.C : AOAC
 FDA(1996) : *The 1995 Food Code, Recommendation of the U.S. Department of Health and Human Services*. U.S. Public Health Service. Washington, D.C.
 Harrigan WF, McCance ME(1976) : *Laboratory methods in food and dairy microbiology*, N.Y. : Academic Press. Inc. LTd.
 Silverman GT, Carpenter DF, Munsey DT, Rowley DB(1976) : Microbiological evaluation of production procedures for frozen foil pack meals of the central preparation facility of the Frances E. Warren Air Force Base, Technical Report 76-37-FSL, U.S. Army Natick Research and Development Command, Natick, Mass.
 Snyder OP(1995) : HACCP-TQM for retail and food service operations, In : Pears, A.M. and Dutson, T.R. eds. *HACCP in Meat, Poultry and Fish Processing*. Chapman & Hall. Glasgow.
 Speck ML(1984) : *Compendium of Method for the Microbiological Examination of Foods*, 2nd ed., Washington, D.C : American Public Health Association
 Williams LD, Hamilton PS, Wilson BW, Estock MD(1997) : An outbreak of *Escherichia coli* O157 : H7. *J Environ Health* 59(9) : 9-14