J. Fd Hyg. Safety 19(1), 49–54 (2004)

Food MicroModel®과 황색포도상구균의 모니터링 자료를 활용한 시중 유통 김밥의 최대섭취유효시간 산정

이효민† · 이근영 · 윤은경 · 김현정 · 강윤숙* · 이동하* · 박종석* · 이순호* · 우건조* · 강승호** · 양기화 · 양지선

*국립독성연구원 위해도평가과, 식품의약품안전청 식품미생물과**
*이화여자대학교 통계학과***

Computation of Maximum Edible Time using Monitoring Data of *Staphylococcus aureus* in Kimbap and Food MicroModel

Hyomin Lee†, Gunyoung Lee, Eunkyung Yoon, Hyenjeong Kim, Yunsook Kang*, Dongha Lee*, Jongseok Park*, Soonho Lee*, Gunjo Woo*, Seungho Kang, Jisun Yang and Kihwa Yang**

Division of Risk Assessment, National Institute of Toxicological Research and
**Division of Food Microbiology, Korea Food and Drug Administration Seoul 122-704, Korea,*
***Statistics Ewha Womans University, Seoul, 120-750, Korea*

ABSTRACT – The prevention of infectious disease from contaminated foods is very important in public health. Quantitative microbial risk assessment has been used in advance countries to achieve the safety of public health against hazardous microbial causing contaminated foods. This study was conducted to estimate maximum edible time without producing enterotoxin from *Staphylococcus aureus* in Kimbap selling at different domestic store using Food MicroModel and monitoring data and to compute maximum edible time by temperature with 99th percentile safety probability based on only restaurant data. For estimating maximum edible time, model operation conditions like reaching time at 2×10^7, which enterotoxin was known as producing point from *S. aureus*, temperature of 28~30 ^oC, pH 5.2, NaCl 0.22%, a_w(water activity) 0.99, and intaking one serving size of 171 g in Kimbap were considered. Estimated maximum edible times by regarding outdoor temperature in summer were 3.9~4.6 hrs in restaurant, 6.7~7.9 hrs in department store and 7.4~8.7 hrs in convenient store. Based on restaurant data, estimated maximum edible times with 99th percentile safety probability by temperature were 1.9 hrs in 30^{o}C and 17.7 hrs in 15^{o}C.

Key words: Enterotoxin, *Staphylococcus aureus*, Food MicroModel

세균이 증식한 식품을 섭취함으로써 급성 위장염 등을 주요 증상으로 하여 건강장해를 일으키는 것을 세균성 식중독(bacterial foodborne disease)이라 한다.[1] 식중독의 15~20%는 원인 물질이 불분명하지만 과거의 식중독 발생에 기인한 역학조사결과에 따르면 대부분 세균에 기인하는 것으로 보고되고 있어 식중독 규명에 있어서 세균이 차지하는 비중은 매우 크다고 할 수 있다. 식품의약품안전청에서 매년 수행하고 있는 식중독 발생현황조사결과에 따르면[2,3,4] 식중독 발생빈도가 높았던 주요 원인 균은 살모넬라균(*Salmonella* spp.), 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 장염비브리오균(*Vibrio parahaemoliyticus*) 순으로 나타났다(Table 1). 이들 중 황색포도상구균은 외국의 식중독 발생현황 결과와 비교해 보면 국내에서 발생빈도가 높으며, 이 균의 식중독 원인 식품은 육류, 어패류 및 그 가공품에 이어 복합조리식품(김밥, 도시락) 순 이었다(Fig. 1). 황색포도상구균은 화농성질환 및 식중독의 원인 균으로서 식품 위생상 중요하게 다뤄지고 있는 세균이며 저항성이 강하여 공기, 토양 등의 자연계에 광범위하게 분포하고 있을 뿐 아니라 식품으로의 오염경로도 매우 다양하다.[5] 특히 시중에서 유통되는 김밥이 황색포도상구균에 의한 식중독으로 자주 문제되고 있어, 소비자에게 안전한 김밥을 공급하기 위한 안전관리방안이 요구된다.

위해성 평가 연구는 1970년대 초반 미국 EPA에서 환경오염물질 관리를 위해 시작되었으며 1980년대 후반부터 농약류 등을 대상으로 식품관리를 위한 식품 위해성 평가 방법

†Author to whom correspondence should be addressed.

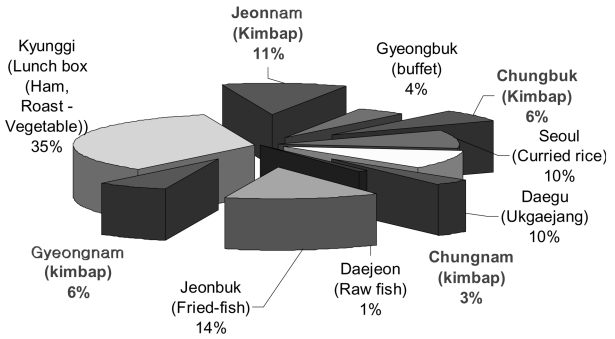

Fig. 1. The exposure contribution of Kimbap to the total occurred outbreaks in 20001)

연구가 수행되었다. 미생물의 노출평가를 정량화 할 수 없다고 하는 어려움을 극복하여 최근에 미국 FDA와 USDA의 협력으로 활발한 방법론 연구가 수행되고 있으며, FAO/WHO에서도 최근에 미생물 위해성 평가 방법을 제시하여 과학적인 식품미생물 관리를 요구하고 있다.[6] FAO/WHO에서 제안하고 있는 미생물 위해성 평가는 위험성 확인, 노출평가, 용량-반응평가, 위해도 결정 등 4단계로 진행되나, 노출평가와 용량-반응평가 방법은 일반적인 화학물질의 위해성 평가 방법과는 다르다.[7]

Table 1. Annual data of food poisoning outbreaks caused by foodborne pathogens

Causing bacteria	2000[2]		2001[3]		2002[4]	
	H[a]	P[b]	H[a]	P[b]	H[a]	P[b]
	104	7,269	93	6,406	78	2,980
Salmonella	30	2,591	13	561	25	589
Staphylococcus aureus	9	824	10	363	8	370
Vibrio parahaemolyticus	14	235	13	254	10	188
The others[c]	16	942	18	1,848	9	551
Not detected	35	2,677	39	3,380	26	1,282

H[a]: number of outbreaks
P[b]: number of patients
The others[c]: *E. coli*, parasite, natural toxin(mushroom toxin) etc.

본 연구에서는 4단계의 미생물 위해성 평가 과정 중 노출평가에 해당하는 내용으로, 김밥 중 황색포도상구균의 enterotoxin을 생성하는 2×10^7의 균수를 근거로 식중독으로부터 안전할 수 있는 김밥의 최대섭취유효시간을 산정하였다. 구체적인 연구 목적으로는 첫째, 전국 4개 대도시(서울, 부산, 대전, 광주)를 중심으로 시중에서 유통되는 김밥 중 황색포도상구균의 모니터링 자료와 Predicitve Food MicroModel[8,9]을 활용하여 일반 성인이 유통 형태별로 구매한 김밥 섭취 시 황색포도상구균에 기인한 식중독으로부터 안전할 수 있는 최대섭취유효시간을 산정하고자 하였고, 둘째 확률적 개념의 안전관리 목표치 제시를 위하여 여름철 분식점에서 구매한 김밥 중 황색포도상구균의 모니터링 자료를 근거로 99% 안전 확률에서 온도별 최대섭취유효시간을 산출하고자 하였다.

연구방법

김밥 중 오염도 자료

시중에서 유통되는 김밥 중 황색포도상구균의 오염도를 파악하기 위하여 2000년 1월부터 2000년 9월까지 서울, 부산, 대전, 광주지역을 중심으로 분식점, 백화점, 편의점 등 유통판매 형태별로 조사된(총 214건) 모니터링 자료를[5] 활용하였다(Table 2, 3).

Table 3. Isolation rate of *Staphylococcus aureus* by season and store in Kimbap[5]

Season	Store	No. of isolates/ sample(%)	Mean (isolated number)
Winter	Department store	6/21(28.6%)	97.59
(Jan~Feb)	Restaurant	28/63(44.4%)	708.61
	C.S.[a]	2/21(9.5%)	9.43
Summer	Department store	3/10(30%)	29.7
(July~Sep)	Restaurant	31/79(39.2%)	1085
	C.S.[a]	3/20(15%)	23.25

C.S [a] : Convenient store

Table 2. Prevalence of *Staphylococcus aureus* from Kimbap purchased at different regions in Korea[5]

Region	No. Isolates/sample(%)			Total summary
	Restaurant	C.S.[a]	Department	
Seoul	17/32(53.1)	1/9(11.1)	3/11(27.3)	21/52(40.4)
Busan	13/36(36.1)	0/10(0.0)	2/8(25.0)	15/54(27.8)
Daejeon	16/37(43.2)	2/11(18.2)	3/9(33.3)	21.57(36.8)
Gwangju	13/33(39.4)	5/41(12.2)	1/7(14.3)	16/51(31.4)
Isolation Rate to Total (%)	59/138(42.8)	5/41(12.2)	9/35(25.7)	73/214(34.1)

C.S[a]: Convenient store

김밥 중 *S. aureus*의 균농도에 따른 Enterotoxin의 생성능 확인 자료

황색포도상구균에 의한 식중독은 독소형 식중독으로 균이 존재하더라도 enterotoxin이 생성되지 않으면, 식중독을 유발하지 않으므로, 균농도에 따른 독소 생성능을 확인하고자 김밥에 균을 일정 농도가 되도록 spiking한 후 35°C에서 균증식에 따른 독소 생성능을 확인한 실험결과를 활용하였다(Table 4).

미생물 증식 예측 Model 활용

김밥의 황색포도상구균은 Food MicroModel®을 사용하여 유통과정 중 다양한 외부적 환경변화에 따른 성장률을 예측하였다.[8,10] Food MicroModel®은 Gompertz Model을 활용하여 염도, 수분활성도, 온도, pH등을 변화 시켰을때 미생물의 성장률을 예측할 수 있다.

$$\log(N) = A + C_{exp}^{-exp\,(-B\,(t\,-M))}$$

log(N) : 시간 t에서의 미생물 수에 대한 로그값 (log cfu/g)

A : 초기균수에 대한 로그값 (log10 cfu/g)

C : 균의 증식속도(log cfu/g)

B : 특정시간 M에서의 성장속도

M : 최대증식속도에 도달하는 시간 ((log cfu/g)/h)

Table 4. Identification for producing point of enterotoxin from *Staphylococcus aureus* in Kimbap

Sampling time(h)	Colony count (cfu/g)*	Toxin present (±)
0	1.4×10^5	-
1	1.4×10^5	-
2	2.1×10^5	-
4	7.8×10^6	-
6	2.0×10^7	+
8	9.7×10^7	+
10	1.1×10^8	+

*35°C, pH 5.4 and NaCl 0.22%

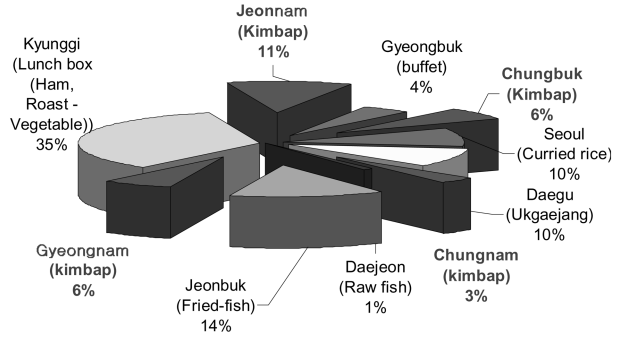

Fig. 2. Growth curves of *Staphylococcus aureus* by Food MicroModel®(pH 5.4, NaCl 0.22%, aw 0.99)

판매형태별 유통된 김밥의 최대섭취유효시간 산정

전국 4개 대도시(서울, 부산, 대전, 광주)를 중심으로 시중에서 유통되는 김밥 중 황색포도상구균 모니터링 자료와 환경조건별 미생물 변화를 예측하는 Food MicroModel®을 활용하여(Fig. 2, Table 5) 김밥 중 황색포도상구균으로 인한 식중독이 발생하지 않는 최대섭취유효시간을 산정하였다. 최대섭취유효시간 산정을 위해 성인 한사람이 섭취한 김밥 한 줄의 양은 171 g이라 하고, 김밥에서 황색포도상구균의 enterotoxin이 생성되는 균수는 2×10^7으로 고려하였다. Food MicroModel®에는 여름철의 환경조건을 고려하여 온도는 28~30°C, pH 5.4, NaCl 0.2%, a_w(water activity) 0.99의 조건을 적용하여 균의 generation time을 산출하였다.

판매형태별 유통된 김밥에서 식중독을 일으킬 수 있는 황색포도상구균의 오염 균수는 수식(1)에 따라 성인이 김밥 한 줄 섭취 할 때 반드시 식중독이 일어난다(P=1)고 가정하여 산정하였다.

$$P = \frac{\text{섭취한 오염 균수} \times 171\ \text{g(김밥 섭취량)} \times \text{검출률(\%)}}{2\times10^7\text{(장독소 생성 균수)}} = 1 \quad (1)$$

수식 (1)에서 초기오염균수는 분식점(n=79), 백화점(n=10), 편의점(n=20)의 여름철 황색포도상구균 모니터링자료(검출률 각각 39.2%, 30%, 15%)로 부터 평균 오염 균수 1,085 CFU/g, 29.7 CFU/g, 23.3 CFU/g를 적용하여, 식중독을 일으킬 수 있는 균수를 산출하였다. 수식(2), (3)에 의해 초기균수에서 식중독을 일으킬 수 있는 균수로 증식되기 전까지 걸리는 시간을 산출하여, 이를 최대섭취유효시간으로 적용하였다.

$$\text{초기오염균수} \times 2^d = \text{섭취한 오염균수} \quad (d = \text{세대수}) \quad (2)$$

$$\text{최대섭취유효시간} = \text{오염 균수의 세대수} \times \text{균증식 시간} \quad (\text{균증식 시간} = \text{generation time}) \quad (3)$$

Table 5. Growth kinetics of *Staphylococcus aureus* in Kimbap

Growth condition	Growth Kinetics		
	EGR	GT	LPD
10°C	0.021	14.53	40.9
25°C	0.371	0.81	1.8

EGR: Exponential growth rate($\log_{10}$ cfu/ml)
GT: Generation time (h)
LPD: Lag phase duration (h)

안전 확률 99%에서 여름철 분식점으로부터 구매한 김밥의 온도별 최대섭취유효시간 산정은 여름철 분식점(n=79)에서 황색포도상구균이 검출된 경우(31/79=39.2%) 와 황색포도상구균이 검출되지 않은(48/79=60.8%) 경우의 자료 분포를 고려하여 다음과 같은 수식을 도출하였다. 여름철 분식점에서 구매한 김밥으로부터 황색포도상구균이 검출되지 않을 경우, 검출자료의 point mass distribution을 고려하여 수식(4)를 도출하였다.

$$P(X=0) = 1 \quad (4)$$

(X : 김밥으로부터 검출되는 황색포도상구균의 수)

여름철 분식점에서 구매한 김밥의 황색포도상구균이 검출된 경우, 검출자료의 분포를 고려하여 수식(5)를 도출하였다.

$$Y = \log_{10}(X) - \log_{10}(99) \quad (5)$$

수식(5)의 Y에 지수분포를 적합 시키기 위해 모수 λ를 최대우도추정량으로 추정하여 Y의 확률밀도함수를 수식(6)으로 도출하였으며, 이 지수분포는 카이제곱적합도 검정으로 확인한 결과 황색포도상구균이 검출된 경우를 잘 설명하고 있다.

$$f_y = 2.316\exp(-2.316y) y \geq 0 \quad (6)$$

본 연구에서는 여름철 분식점 김밥에서 황색포도상구균이 검출되지 않는 경우와 검출된 경우를 각각 수식(4)와 (5)에 따른다고 가정하고 온도별 최대섭취유효시간을 산정하였다. 안전 확률 99%는 황색포도상구균으로 인한 식중독 발생이 99% 안전한 확률이라 한다면, 1%는 황색포도상구균으로 인한 식중독 발생가능성을 고려 한 것이다. 여름철 분식점에서 구매한 김밥의 황색포도상구균 자료 중 1%의 식중독 발생 가능성에 대한 균수는 수식(7), (8), (9)에 의해 산정하였다.

1% 식중독 발생 가능성÷ 여름철 분식점 김밥의 황색포도상구균 검출확률 = f_y (7)

$$\int_{\omega}^{\infty} 2.316\exp(-2.316y)\,dy = 0.02551 \quad (8)$$

$$-2.316\omega = \ln(0.02551) \qquad \omega = 1.584 \quad (9)$$

ω 값을 위의 식 (5)에 대입하면,

$$1.584 = \log_{10}(X) - \log_{10}(99) \qquad X = 3798$$

이때 수식(5)에 의해 구해진 는 1% 식중독이 발생할 가능성에 해당하는 김밥 1 g에 검출되는 균수로 김밥 한 줄 양을 곱하여 초기오염균수로 하였다.

안전 확률 99%로부터 여름철 분식점에서 구매한 김밥의 최대섭취유효시간은 1% 식중독 발생할 가능성에 대한 초기 균수로부터 enterotoxin 생성 균수 2×10^7 도달 이전까지 걸리는 시간이며, 온도별 최대섭취유효시간은 Food MicroModel®에서 15~30°C까지 온도의 변화를 주어 산출한 generation time을 고려하여 수식(2), (3)에 의해 산정하였다.

결 과

판매형태별 유통된 김밥의 최대섭취유효시간 산정

여름철 분식점에서 구매한 김밥을 섭취하기 전 30°C에서 방치한 경우, 수식(1)에 의해 식중독을 일으킬 수 있는 균수는 2.98×10^5 이었으며, 초기 오염 균수에서 식중독을 일으킬 수 있는 균까지 성장하는데 걸리는 세대수는 8이었다. 황색포도상구균의 30°C의 generation time인 0.49를 세대수에 곱하면 3.92 시간이 산출되며, 초기 균수에서 식중독을 일으킬 수 있는 균수로 증식되기 전까지 걸리는 시간인 최대섭취유효시간을 3.9시간으로 산정하였다. 이와 같은 방법으로 유통판매 별로 구매한 김밥의 하절기 조건을 고려한 최대섭취유효시간은 다음과 같다. 구입이후 28°C~30°C에서 방치할 경우 분식점은 3.9~4.6시간 후, 백화점은 6.7~7.9시간 후, 편의점은 7.4~8.7시간 후 황색포도상구균의 enterotoxin이 생성하는 것으로 추정되었다. (Table 6)

안전 확률 99%에서 여름철 분식점으로부터 구매한 김밥의 온도별 최대섭취유효시간 산정

안전 확률 99%로부터 여름철 분식점에서 구매한 김밥의 온도별 최대섭취유효시간은 1% 식중독 발생 가능성에 대한 초기 균수로부터 enterotoxin 생성 균수 2×10^7 증식 전까지 걸리는 시간으로 정하고 이를 산정하였다. 수식에 의해 얻어진 1% 식중독 발생 가능성의 초기 균수 64,958에서 2×10^7까지 성장하는데 8번의 세대교체가 일어났다. 온도에 따른 최대섭취유효시간은 온도(15, 18, 20, 23, 25, 28, 30°C) 별 generation time에 1% 식중독 발생 가능성의 초기 균수에서 enterotoxin 생성 균수 2×10^7까지 증식하는데 걸리는 세대수를 곱하여 산정하였다. 99% 안전 확률에서 여름철 분

Table 6. Resulted maximum edible time of Kimbap without producing enterotoxin by store in summer

Store	Maximum edible time (h)
Department Store	6.7~7.9 hrs
Restaurant	3.9~4.6 hrs
C.S.[a]	7.4~8.7 hrs

C.S.[a] : Convenient store

Table 7. Resulted maximum edible time of Kimbap computed at various temperature with 99% safety probability based on data investigated in restaurant

Temp °C	Doubling time of *S. aureus* (h)	Maximum edible time (h)
15°C	4.44	17.7
18°C	2.42	9.6
20°C	1.70	6.8
23°C	1.06	4.2
25°C	0.81	3.2
28°C	0.58	2.3
30°C	0.49	1.9

식점으로부터 구매한 김밥을 30°C에서 방치 할 때 최대섭취유효시간은 1.9시간이었으며 15°C에서 방치 할 때 최대섭취유효시간은 17.7시간이었다(Table 7).

고 찰

본 연구는 시중에서 유통되는 김밥 중 황색포도상구균의 모니터링 자료와 환경조건별 미생물 변화를 예측하는 Food MicroModel®을 활용하여 김밥 중 황색포도상구균으로 인해 식중독이 발생하지 않는 최대섭취유효시간을 산정 하고자 하였으며, 확률적 개념의 안전관리 목표치 제시를 위하여 여름철 분식점을 대상으로 황색포도상구균으로 인한 식중독 발생이 99% 안전한 온도별 최대섭취유효시간을 산정 하고자 하였다.

식품 섭취 시 식품에 존재하는 미생물의 양을 평가하는 것은 식중독을 일으키는 실질적인 미생물의 양을 예측할 수 있기 때문에 매우 중요한 단계이다. 하지만 식품의 조리·보관·운반 등의 다양한 과정을 거치면서 식품에 존재하는 미생물은 외부적 환경 요인에 따라 다양한 성장변화가 나타나기 때문에 주어진 시간 내에 식품의 미생물 수가 얼마나 존재하는지를 결정하는 것은 미생물 위해성 평가에 있어 어려운 점 중의 하나이다.[11,12] 이런 점을 보완하는 모델중의 하나인 Food MicroModel®은 염도, 수분활성도, 온도, pH 등의 다양한 조건에 따라 미생물의 성장률과 사멸률 등의 변화를 예측하는데 활용할 수 있다.[13,14] 본 연구는 외부적 환경 요인에 따라 미생물의 다양한 성장변화를 고려하기 위해 Food MicroModel®을 활용하여 김밥이 황색포도상구균으로 인해 식중독이 발생하지 않는 최대섭취유효시간을 산정하고자 하였다. 연구결과에 의하면 분식점, 백화점, 편의점 등의 김밥이 유통판매 되는 형태에 따라 김밥의 최대섭취유효시간에 차이가 있었으며, 일반적인 여름철 환경 조건만을 고려하여 평가한 것이어서 온도조건이 변화되면 김밥을 섭취할 수 있는 가용섭취 시간이 달라질 수 있음을 확인하였다. 우리나라와의 식생활 패턴이 다른 외국의 경우 황색포도상구균이 공중보건에 위협이 되지 않으며, 황색포도상구균의 위해성 평가에 대한 연구가 없어 본 연구를 수행하는데 어려운 점이 많이 있었다. 특히, 국내에서 김밥의 황색포도상구균에 대한 노출평가는 어느 정도 이루어졌지만 미생물 위해성 평가의 또 하나의 중요한 요소인 건강한 성인 남자 지원자를 대상으로 한 용량-반응연구가 수행되지 않아 황색포도상구균 노출량에 대한 질병발생률을 확인할 수가 없었다. 본 연구에서 황색포도상구균에 의한 식중독은 독소형 식중독으로 균이 존재하더라도 독소가 생성되지 않으면, 식중독을 유발하지 않는다는 사실에 착안하여, enterotoxin이 발생되는 황색포도상구균의 수를 기준 삼아 위해도 평가에 적용하였다. 확률적 개념의 안전관리 목표치 제시를 위하여 오염률이 가장 높은 여름철의 분식점을 대상으로 enterotoxin이 생성되지 않을 안전 확률 99%를 제안하였으며, 이와 같은 결과는 추후 과학적인 결과를 토대로 한 관리에 활용될 수 있을 것이다.

감사의 말씀

본 연구는 2002년도 식품의약품안전청 식중독저감화사업의 지원에 의하여 이루어졌습니다.

국문요약

전국 4개 대도시(서울, 부산, 대전, 광주)를 중심으로 시중에서 유통되는 김밥 중 황색포도상구균의 오염도 자료와 환경조건별 미생물 변화를 예측하는 Food MicroModel®을 활용하여 김밥 중 황색포도상구균으로 인해 식중독이 발생하지 않을 유효기간을 산정 하였다. 분식점(n=79), 백화점(n=10), 편의점(n=20)으로 구분하여 분석한 여름철 평균 황색포도상구균 모니터링자료(검출률 각각 39.2%, 30%, 15%)를 시중에서 유통되는 김밥 중 황색포도상구균의 최대섭취유효시간 산정에 활용하였으며, 모델 운영 시 김밥 중 황색포도상구균으로부터 enterotoxin이 생성되는 균수인 2×10^7에 도달하는데 소요되는 시간을 최대섭취유효시간으로 추정하였다. 하절기의 환경조건을 고려하기 위하여

28°C~30°C 온도 조건하에서, pH 5.4, NaCl 0.2%, aw 0.99의 조건을 적용하였다. 추정된 최대섭취유효시간은 일반적인 성인이 김밥 1인분(171 g)을 섭취하는 것을 기준으로 하였을 때 구입 이후 28~30°C에서 방치할 경우 분식점은 3.9~4.6시간, 백화점은 6.7~7.9시간, 편의점은 7.4~8.7시간이었다. 또한 구매한 김밥이 황색포도상구균에 기인한 식중독으로부터 안전할 최대섭취 유효시간은 99% 안전 확률에서 여름철 분식점 자료를 근거하여 30°C에서 1.9시간이었으며 15°C인 경우는 17.7시간이었다.

참고문헌

1. 박희옥, 김창민, 우건조, 박선희, 이동하, 장은정, 박기환: 최근 한국에서 발생한 식중독 모니터링 및 추이 분석. 한국식품위생안전성학회지, **16**(4), 280-294 (2001).
2. 식품의약품안전청(중앙식중독예방대책본부): 식중독발생 현황 및 그 대책 (2000).
3. 식품의약품안전청(중앙식중독예방대책본부): 식중독발생 현황 및 그 대책 (2001).
4. 식품의약품안전청(중앙식중독예방대책본부): 식중독발생 현황 및 그 대책 (2002).
5. 강윤숙, 윤선경, 좌승협, 이동하, 우건조, 박영식, 김창민: 김밥 중 황색 포도상구균의 분포 조사. 한국식품위생안전성학회지, **17**(1), 31-35 (2002).
6. FDA, USDA, EPA and CDC : Food safety from farm to table : a national food safety initiative. Report to the President (1997).
7. Harry, M. Marks and Margaret E. Coleman : Topics in Microbial Risk Assessment -Dynamic Flow Tree Process. Risk Analysis, **18**(3), 309-328 (1998).
8. ILSI Risk Science Institute Pathogen Risk Assessment Working Group : A Conceptual Framework to Assess the Risks of Human Disease Following Exposure to Pathogens. Risk Analysis, **16**(6), 841-848 (1996).
9. Walls, I., Scott, V. N. and Bernard, D. T : Validation of Predictive Mathematical Models Describing the Growth of *Staphylococcus aureus*. Journal of Food Protection, **59**(1), 11-15(1995).
10. Marks, H.M., Coleman, M.E., JordanLin, C.T., and Roberts, T. : Topics in Microbial Risk Assessment-Dynamic Flow Tree Process. Risk Analysis, **18**(3), 309-328 (1998).
11. Walls, I. and Scott, V.N. : Validation of Predictive Mathmatical Models Describing Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in Raw Ground Beef. Journal of Food Protection, **59**(12), 1331-1335 (1996).
12. Walls, I., and Scott, V. N. : Use of Predictive Microbiology in Microbial Food Safety Risk Assessment. International Journal of Food Microbiology, **36,** 97-102 (1997).
13. Riordan, D,C.R., Duffy G., Sheridan, J.J., Whiting, R.C., Blair, I.S., and Mcdowell, D.A. : Effects of Acid Adaptation, Product pH, and Heating on Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Pepperoni. Environmental Microbiology, **66**(4), 1726-1729 (2000).
14. Abdul-Rauf, U. M., Beuchat, L. R. and AMMAR, M. S. : Survival and Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in Ground, Roasted Beef as Affected by pH, Acidulants, and Temperature. Applied and Environmental Microbiology, **59**(8), 2364-2368 (1993).