J. Fd Hyg. Safety 11(3), 189 - 196(1996)

모의실험을 통한 편의점 판매용 김밥 도시락의 유통기한 예측

곽동경† · 김성희
연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

The Prediction of the Shelf-life of Packaged Meals (Kim Pab) Marketed in Convenience Stores Using Simulation Study

Tong-Kyung Kwak† and Sung-Hee Kim
Department of Foods & Nutrition, College of Human Ecology, Yonsei University

ABSTRACT — Based on microbiological-chemical test results under simulated time-temperature conditions, total plate count, coliform and volatile basic nitrogen were selected as effective quality indicators for estimating probable shelf-life of Kim Pab dosirak marketed in convenience stores, and shelf-life at each storage temperature was calculated from regression equation between effective quality indicator standard limit and storage time. Estimated shelf-lives of Kim Pab Dosirak were 27, 3 and 2 hours respectively under 10°C, 20°C and 30°C. Because shelf-life was especially affected by initial values, regression analysis between initial effective quality indicator values and storage hours was performed for the estimation of probable shelf-life of Kim Pab during storage at 10, 20 or 30°C.

Key words □ Convenience store(CVS), Kim Pab Dosirak, Simulation, Microbiological-chemical test, Effective quality indicator, Shelf-life, Prediction.

국민의 생활수준이 향상되고, 사회구조가 다양하게 변화함에 따라 우리의 생활양식은 편의, 간편성을 추구하게 되었다. 이에 따라 1980년대 말에 국내에 소개된 편의점은 연중무휴의 24시간 영업체계를 그 특성으로 하여 핵가족화로 인한 구매단위의 소형화, 심야활동 인구의 증가와 맞벌이 부부, 독신자들의 증가로 인해 그 신장율이 가속화되고있는 실정이다. 최근들어 편의점에서 판매되고 있는 편의식품의 판매율은 급격한 상승세를 보이고 있고, 특히 도시락의 이용율은 또한 꾸준한 증가추세에 있다.

국내의 도시락 업체를 대상으로 한 연구들을 살펴보면 크게 기기 및 생산설비에 관한 연구,[1,2] 생산 및 유통과정시의 품질관리에 의한 연구,[3-6] 도시락 식단 및 영양가 조사에 관한 연구[7,8]로 대별되는데, 이 중 신 등[5]은 도시락 유통과정의 미생물적 품질관리를 위한 연구에서 실제 유통시간이 9~12시간이 되므로 매우 문제가 되며, 미생물의 생육속도를 감안해 유통 소요시간을 단축해야한다고 지적하였으나, 유통기한의 기준을 설정하지는 못하였다. 현재 도시락은 식품공전[9]에서 일반 도시락 및 햄버거의 경우는 여름철(6~9월)에는 10시간, 기타 계절(1~5월, 10~12월)에는 12시간, 김밥의 경우는 계절에 상관없이 7시간을 각각 권장 유통기한으로 정하고 있지만, 유통 온도와의 관계 등 구체적인 지침이 제시되지 못하여 소비자 안전 측면에서의 문제 뿐만 아니라 유통기한이 지난 도시락의 폐기 문제 등 제조업체와 행정부서 사이에 갈등의 소지가 되고있는 실정이다. 도시락의 유통기한에 관련된 연구는 서울 YMCA 사회문제부[10]에서 1992년에 편의점 9개 업체에서 공통적으로 판매중인 도시락류와 제빵류의 표시 및 유통실태를 조사한 것 이외에는 아직 보고된 바 없으며, 다만 두유음료,[11] 게맛살[12] 등 가공식품의 유통기한 설정에 관한 연구가 국내에서 제한적으로 실시되고 있다. 한편, 외국에서는 식품생산 후 유통과정이 매우 중요한 중점관리 기준으로 인식되고 있으며, 이때의 중점관리점(CCP)을 효과적으로 monitoring하고 관리하기 위한 도구로써 시간-온도지표(time-temperature indicators, TTIs)가 매우 중요한 역할을 하고 있으며, 이를 이용한 보다 실제적인 유통기한 설정에 관한 연구들이 보고된 바 있다.[13-16] 또한, 최근에는 강 등[6]이 식당가 및 일반가게에 납품된 김밥을 대상으로 김밥 및 그 재료의 총균수, 대장균군수 등을 조사

† Author to whom correspondence should be addressed.

한 결과 가게에 배달될 때에 이미 허용 기준치를 넘어섰으며, 김밥 세균 오염의 주요 원인 재료로는 김, 시금치나물, 당근, 소세지 등 이었다고 밝힌 바 있다. 따라서, 본 연구에서는 편의점에서 판매되고 있는 도시락류 중 특히, 김밥을 대상으로 모의 저장성 실험(simulation)을 통해 미생물적 및 화학적 품질지표 변화를 이용하여 유통기한을 예측해 보고자 하였다.

재료 및 방법

시료 및 모의실험(simulation)조건

실험대상 시료로는 동일 편의점에 김밥을 납품하는 전보[17]와 동일 업체인 A, B 2개 업체를 대상으로 각 업체에서 생산 주문량이 가장 많은 품목인 김초밥(A업체), 쇠고기 김밥(B업체) 각 12개씩을 포장직후 1시간 이내로 실험실로 운반하여 3가지 온도대에서 48시간 동안 저장하면서 화학적, 미생물적 품질상의 변화를 분석하였다. 저장온도 조건은 현행 냉장유통 온도대인 10°C, 상온 방치시 봄, 가을을 예상한 20°C, 여름을 예상한 30°C의 3가지로 하였고, 분석 시점은 포장직후, 저장후 7시간, 12시간, 18시간, 24시간, 48시간 되는 6개 시점으로 하였다. 본 연구를 위한 예비조사는 1993년 4월 1일부터 1993년 4월 10일까지, 본 조사는 1993년 4월 16일부터 1993년 6월 5일까지 실시하였다.

분석항목 및 방법

1) 화학적 품질변화

(1) pH 측정

김밥 한덩이를 칭량하여 10배의 증류수를 넣고 Stomacher Lab-blender 400(Seward Medical limited, London, UK)으로 균질화 시킨 후 pH meter(Backman)로 측정하였다.

(2) 산가(Acid Value) 측정

김밥의 산가는 한국 식품공업협회 식품공전법[9]상의 미량확산(Conway)법에 의하여 측정하였다.

(3) 휘발성 염기질소(Volatile Basic Nitrogen)

휘발성 염기질소 함량 측정은 한국 식품공업협회 식품공전[9]상의 미량 확산(Conway)법에 의하여 측정하였다.

2) 미생물적 품질변화

A, B 업체에서 포장직후의 김밥 각 12개를 ice box에 담아 1시간 이내로 실험실로 운반하여 모의실험 온도조건에서 저장하면서 표준평판균수, 대장균군수 및 분변성 대장균군수를 분석하였다. 실험과정에서 사용되는 배지 및 기구는 121°C 1기압에서 가압가열하여 무균처리하였으며, 운반 후 분석을 위해서는 각 시료 20 g에 0.1% peptone water 180 ml를 부어 Stomacher Lab-blender 400(Seward Medical Limited, London, UK)으로 2분간 증속으로 균질화시킨 후 채취한 각 시료 10 ml에 멸균한 0.1% peptone water 90 ml로 희석시킨 후 표준방법[18,19]을 사용하여 분석하였고, 각 실험은 2회 반복 실시하였다.

3) 유통기한 계산 및 예측

유통기한을 예측하기 위해 저장성 실험에 의한 화학적 성분과 미생물적 품질상의 변화를 측정하여, 저장 온도별 저장시간에 따른 각 품질지표의 변화율 및 변화율의 상관성의 유의성을 비교 분석하였다. 또한, 각 품질지표 항목간의 상관성을 비교 검토하여 각 제품에 대한 유통기한 설정을 위한 유효 품질지표 항목을 설정하고, 이들의 한계 기준치를 정하였다. 유효 품질지표로 결정된 항목에 대해 각 저장 온도대에서의 시료 각각의 분석값(Y), 저장시간(X)과의 회귀식을 산출하기위해 Y값에 각 유효 품질지표의 한계 기준치를 대입하여 그때의 저장가능시간(X)을 산출하여 이를 유통기한의 예측일로 정하였다. 또한, 이와같이 각 저장 온도대에서 각 유효 품질지표의 초기값(a)을 달리하였을 때, 각 유효 품질지표의 한계 기준치(Y)에 도달하기까지의 시간, 즉 유통가능기한(X)을 산출한 후, 다시 각 유효 품질지표의 초기값(X)과 유통가능기한(Y)과의 회귀식을 도출하여 생산 직후의 도시락의 품질상태(X)에 따른 유통가능기한(Y)을 예측할 수 있도록 하였다. 이때의 모든 통계처리는 SPSS PC+ Package[22]를 이용하여 상관관계분석, 단순회귀분석을 수행하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

모의실험(Simulation)을 통한 김밥의 저장성 평가결과

1) 화학적 품질변화

(1) pH의 변화

저장시간에 따른 A업체의 김초밥, B업체의 쇠고기 김밥의 pH변화를 각 저장온도별로 Table 1에 표시하였다. 포장직후의 pH는 김초밥은 5.41, 쇠고기 김밥은 5.32 이었고, 생산 후 7~48시간 까지의 평균치는 A, B 업체가 각각 10°C 저장시 5.60±0.27, 5.88±0.11, 20°C 저장시 5.00±0.52, 5.05±0.38, 30°C 저장시 5.19±0.67, 4.79±0.26 등으로 pH 5.0~5.9 범위에 속하므로 미생물 증식에 적합한 pH 환경을 가졌다고 할 수 있었다.

(2) 산가의 변화

저장시간에 따른 A업체의 김초밥, B업체의 쇠고기 김밥의 산가의 변화를 각 저장 온도별로 Table 1, 2에 표시하였

Table 1. pH, acid value, V.B.N. and microbiological evaluation of Kim Cho Pab under simulated time and temperature conditions after packaging to service for establishment A

Storage temp. (°C)	Storage time (hr.)	Total plate count [log(CFU[1]/g)]	Coliform [log(MPN[2]/g)]	Fecal coliform [log(MPN[2]/g)]	pH	Acid value (KOH ml/g)	Volatile basic nitrogen (mg%)
Packaging		4.65	<0.48	<0.48	5.41	1.12	1.21
10	7	4.80	<0.48	<0.48	5.31	1.03	1.00
	12	5.49	<0.48	<0.48	5.29	0.94	5.54
	18	6.88	<0.48	<0.48	5.84	2.12	7.13
	24	7.32	<0.48	<0.48	5.76	0.94	5.42
	48	7.86	<0.48	<0.48	5.78	3.72	6.04
20	7	5.65	<0.48	<0.48	5.69	1.41	1.20
	12	7.72	2.56	2.56	5.04	1.13	4.54
	18	8.29	3.48	3.48	5.19	0.57	8.57
	24	8.60	3.78	3.78	4.83	0.90	8.86
	48	8.86	4.97	4.97	4.27	1.93	8.57
30	7	6.94	3.63	3.18	5.58	3.86	1.00
	12	8.21	3.86	3.48	4.98	3.84	4.03
	18	8.33	4.18	3.88	5.86	0.90	8.55
	24	8.68	5.04	4.18	4.35	0.96	10.08
	48	N.A.[3]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[1]: Colony Forming Unit, [2]: Most Probable Number, [3]: Not Applicable

Table 2. pH, acid value, V.B.N. and microbiological evaluation of Beef Kim Pab under simulated time and temperature conditions after packaging to service for establishment B.

Storage temp (°C)	Storage time (hr.)	Total plate count [log(CFU[1]/g)]	Coliform [log(MPN[2]/g)]	Fecal coliform [log(MPN[2]/g)]	pH	Acid value (KOH ml/g)	Volatile basic nitrogen (mg%)
Packaging		5.16	1.95	1.96	5.32	1.02	3.02
10	7	5.16	2.81	2.36	5.96	1.32	3.55
	12	5.92	3.30	2.36	5.93	0.71	3.52
	18	7.16	4.38	3.32	5.81	0.85	6.52
	24	8.09	5.04	4.79	5.72	0.33	8.06
	48	8.95	5.04	4.79	5.96	0.20	8.13
20	7	5.78	3.28	3.08	5.13	1.13	2.25
	12	7.62	4.66	3.68	4.93	0.99	5.54
	18	8.53	5.38	3.88	4.96	0.28	3.38
	24	8.92	5.38	4.32	4.59	0.71	6.04
	48	9.11	6.04	6.04	5.62	0.85	7.52
30	7	6.66	3.28	3.18	5.08	0.94	3.87
	12	7.90	4.46	4.04	4.73	0.99	5.71
	18	8.58	5.46	4.04	4.46	0.42	8.18
	24	9.60	6.04	4.30	4.90	0.73	13.53
	48	N.A.[3]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[1]: Colony Forming Unit, [2]: Most Probable Number, [3]: Not Applicable

다. 포장 직후의 산가는 A, B업체가 각각 1.12, 1.02로 나타났고, 생산 후 7~48시간 까지의 평균치는 A, B업체가 각각 10°C 저장시 1.75±1.21, 0.68±0.04, 20°C 저장시 1.19±0.52, 0.79±0.33, 30°C 저장시 2.39±1.69, 0.77±0.26 등으로 나타났다. 김밥 생산의 경우 김밥 겉면에 참기름을 바르고 재료 중에 달걀 부친것, 쇠고기 볶은것 등에 유지가 사용되는데, 보통 참기름의 산가 품질기준은 5.0이고, 유지의 기준은 1.0 등임에 비추어 볼 때, B업체는 거의가 1.0 이하 이었고, A업체는 30°C 저장시 3.86까지 나타나서 유지류의 보관과정에서 더 많은 주의가 요구된다고 할 수 있었다. 김밥의 경우, 다양한 재료가 포함되며 사용유지 또한 동일한 종류가 아니므로 품질기준을 적용시키기 모호하였다. 또한, 산가와 미생물적 품질상태와의 관계에서 어떤 일관성이 보이지 않았으므로 김밥의 유통기한 결정에 직접적인 영향을 끼치는 것으로는 해석하기 어려웠다.

(3) 휘발성 염기질소의 변화

저장기간에 따른 A업체의 김초밥, B업체의 쇠고기 김밥의 휘발성 염기질소의 변화를 각 저장 온도별로 Table 1, 2에 표시하였다. 휘발성 염기질소는 육제품이나 어육제품의 신선도를 평가하는 방법으로 사용되고 있는데, A업체의 김초밥에는 햄, B업체의 쇠고기 김밥에는 쇠고기가 포함되어 있으므로 이것을 대상으로 하였다. 한국식품공업협회가 정한 식품공전[9]에서는 fresh한 식육 가공품의 휘발성 염기질소의 범위를 15 mg%로 제시하고 있는데, 생산 후 7~48시간 까지의 평균치가 A, B 업체가 각각 10°C에서는 5.03±2.35, 5.96±2.30, 20°C에서는 6.35±3.39, 4.95±2.12, 30°C에서는 5.92±4.16, 7.82±4.19 등으로 대부분 기준치 미만으로 나타났으며, 30°C 저장 24시간의 경우 A, B업체가 각각 10.08, 13.53 등으로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 저장온도와 시간이 증가함에 따라 증가하는 양상을 보여주었지만 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다.

2) 미생물적 품질상태의 변화

Solberg 등[21]이 제시한 조리한 음식에 대한 표준평판균수의 기준치인 10^5과 비교해 볼 때, 포장 직후부터 A업체의 김초밥은 4.44×10^4, B업체의 쇠고기 김밥은 1.44×10^5으로 이미 기준치를 넘어섰거나 유사한 수준으로 나타났다. 저장온도 및 시간대 별로는 김초밥이 10°C저장시 7시간 지점에서만 6.30×10^4으로 기준치 이내에 포함되었으며, 초기 미생물 수치가 많을수록 또한 저장온도가 높을수록 미생물 증식속도가 빨라졌다. 즉, B업체의 경우 포장 직후에 표준평판균수가 A업체 보다 더 많아서 증식속도도 더 빨랐고, 두 업체 모두 저장온도가 높을수록 증식속도도 더욱 증가하는 것으로 나타났다. 대장균군수 및 분변성 대장균군수는 포장 직후에 A업체는 3미만, B업체는 91, 94로 각각 나타났으며, A업체는 10°C 저장시에는 48시간까지 3미만으로 양호한 수준이었으나, 20°C 저장 12시간, 30°C 저장 7시간 이후부터는 각각 (3.60×10^2, 3.60×10^2), (4.30×10^3, 1.50×10^3) 등으로 기준치를 넘어섰으며, B업체는 각 저장 온도대의 모든 시간대에서 기준치를 훨씬 넘어섰다(Table 1, 2). 결국, A, B 업체 모두 생산단계에서 이미 미생물 수치가 위험수준까지 증식되어 이것이 이어져 저장기간 중 증식속도가 가속화 된 것으로 보였다. 김밥은 Snyder[21]가 제시한 4그룹의 일반적인 생산과정 중 4번째 그룹인 조리한 재료와 비조리 재료를 섞어서 포장하는 과정과 유사한데, Snyder는 이 생산과정이 위험인자에 가장 노출이 많이 되는 단계라고 지적한 바 있다. 즉, 조리한 재료와 비조리 재료가 섞여지면서 재오염의 가능성이 많아지게 되는 것이다. 그러므로, 김밥 생산과정에서의 미생물적 품질상태가 유통과정상의 품질에 직접적이고 지대한 영향을 끼치게 되므로 각 재료의 전처리, 가열처리, 보관 및 방치과정에서 특별한 주의가 요청된다.

3) 품질지표의 항목별 변화율 및 상관성 비교를 통한 유효 품질지표 설정

각 저장온도에서 저장시간에 따른 품질지표별 변화율(b)을 Table 3에서 살펴보면, 김초밥과 쇠고기 김밥의 경우 pH와 산가는 저장온도에 따라 변화율(b)이 일정한 경향을 나타내지 않았으나, 표준평판균수, 대장균군수, 분변성 대장균군수 및 휘발성 염기질소 함량 등은 저장온도가 높아짐에 따라 대체로 비례적으로 증가하는 경향을 나타내었고, 특히, 20°C와 30°C 사이에서는 변화율의 증가폭이 큰 것으로 나타났다. 또한, 각 저장온도에서 저장시간에 따른 품질변화에 대한 변화율(b)의 상관성(r)에서는 표준평판균수, 대장균군수, 분변성 대장균군수 및 휘발성 염기질소가 유의적으로 높은 상관성을 나타내었으나, 김초밥의 경우 10°C 저장시에는 대장균군 및 분변성 대장균군이 검출되지 않았다. 저장온도에 따른 변화율(b)의 상관성(r)이 높아지는 항목은 김초밥의 경우는 휘발성 염기질소 함량, 그리고 쇠고기 김밥의 경우는 대장균군수와 휘발성 염기질소인 것으로 나타났다. 품질지표 항목별로 상호관련성이 있는 것을 Table 4에 표시하였다. 김초밥과 쇠고기 김밥의 경우 유사한 결과를 나타내었는데, 표준평판균수와 대장균군수, 분변성 대장균군수 및 휘발성 염기질소 간에 통계적으로 아주 유의한 ($p<0.001$) 상관성($r=0.7823\sim0.9946$)을 나타내었다. 따라서, 유통기한 예측시 유효 품질지표로 설정가능한 항목은 표준평판균수, 대장균군수, 분변성 대장균군수 및 휘발성 염기질소 함량인 것으로 사료되었다.

4) 김밥의 유통기한(shelf-life) 예측

Table 3. Regression equation of indicators of Kim Pab during storage at 10, 20 or 30°C

Indicator Items	Storage Temp. (°C)	Kim cho Pab			Beef Kim Pab		
		r[1]	a[2]	b[2]	r	a	b
Total plate count [log(CFU/g)]	10	0.91**	4.83	0.07	0.94**	5.14	0.09
	20	0.81*	5.78	0.08	0.83*	6.02	0.08
	30	0.91*	5.39	0.16	0.99**	5.35	0.18
Coliform [log(MPN/g)]	10	-	-	-	0.86*	2.58	0.06
	20	0.91**	0.83	0.10	0.85*	3.04	0.08
	30	0.90*	1.40	0.17	0.99**	2.10	0.18
Fecal coliform [log(MPN/g)]	10	-	-	-	0.93**	2.01	0.07
	20	0.91**	0.83	0.10	0.98***	2.38	0.08
	30	0.88*	1.34	0.14	0.92*	2.35	0.09
pH	0	0.69	5.37	0.01	0.50	5.65	0.01
	20	-0.92**	5.56	-0.03	0.30	4.97	0.01
	30	-0.94	5.61	-0.03	-0.70	5.20	-0.02
Acid Value (KOH ml/g)	10	0.84*	0.64	0.06	-0.84*	1.12	-0.02
	20	0.50	0.92	0.14	-0.30	0.93	-0.01
	30	-0.31	2.76	-0.05	-0.69	1.05	-0.02
Volatile basic nitrogen (mg%)	10	0.65	2.55	0.10	0.86*	3.26	0.12
	20	0.78*	2.38	0.17	0.84*	2.77	0.10
	30	0.95**	-0.19	0.42	0.94**	1.65	0.41

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, [1]: Correlation coefficient, [2]: Regression Equation $Y=a+bX$; Y=value of quality indicators X=storage time.

Table 4. Correlation coefficients between quality indicators of Kim Pab items

Kim Pab items	Indicator	Indicator	Correlation
Kim Cho Pab	TPC[1]	Coliform	0.7823***
		Fecal coliform	0.7921***
		V. B. N.	0.7874***
	Coliform	Fecal coliform	0.9946***
		V. B. N.	0.5445*
	Fecal Coliform	V. B. N.	0.5569*
Beef Kim Pab	TPC	Coliform	0.9676***
		Fecal coliform	0.8788***
		V. B. N.	0.7649***
	Coliform	Fecal coliform	0.8821***
		V. B. N.	0.7374***
	Fecal Coliform	V. B. N.	0.6290**

[1]: Total plate counts, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

(1) 각 유효 품질지표의 한계 기준치 설정

유효 품질지표로 선정된 각 항목들의 저장시간에 따른 변화값으로부터 직선의 회귀식을 유도하여 유통기한을 예측할 수 있으며, 이를 위해 반드시 각 유효 품질지표의 한계 기준치를 설정해 주어야 하는데, 표준평판균수, 대장균군수 및 분변성 대장균군수 등은 Solberg 등[21]이 조리한 음식에 대해 제시한 각각의 기준치인 10^5 CFU/g, 10^2 MPN/g, <3 MPN/g(즉, 하나도 검출되지 않는 것)을 기준으로 하였다. 그런데, 이 중 분변성 대장균군수의 경우는 검출 유무만으로 품질판정이 되므로 유효 품질지표에는 포함되지만 유통기한 예측시 유도되는 회귀식의 변수로는 적합치가 않으므로 제외시키기로 하였다. 또한, 휘발성 염기질소 함량의 경우는 한국식품공업협회가 정한 식품공전[9]에서 fresh한 식육 가공품의 휘발성 염기질소의 범위를 15 mg%로 제시하고 있으나 본 연구에서는 앞에서 상관성이 있는 것으로 밝혀진 유효 품질지표들 중 한계 기준치가 정해진 표준평판균수, 대장균군수와의 단계별 투입방법에 의한 다중회귀분석(stepwise multiple regression)을 실시하여 도출하였다. 이를 위해 가장 상관성이 높은 유효 품질지표(X), 휘발성 염기질소 함량(Y)과의 관계식을 구한 후, 이 회귀식에 이미 제시된 표준평판균수 및 대장균군수의

Table 5. Estimation of V.B.N limits by regression equation of selected microbial indicator

Kim Pab items	Independent Variable	Regression equation[1]	r^2	Estimated V.B.N. limits[2]
Kim Cho Pab	Total plate count	Y=-7.23+1.75X	0.62***	1.52
Beef Kim Pab	Total plate count	Y=-5.33+1.49X	0.59***	2.12

[1]: Y=V.B.N. value, X=Total plate count, [2]: mg%, *** p<0.001

Table 6. Estimation of shelf-life of Kim Pab during storage at 10, 20 or 30°C based on regression equation of TPC, Coliform and V. B. N.

Quality indicators	Storage temp. (°C)	Regression equation[1]	r^2	Estimated shelf-life (hr)
Total plate	10	Y=4.98+0.07X	0.86**	0.1
count	20	Y=5.90+0.08X	0.67*	-11
[log(CFU/g)]	30	Y=5.37+0.16X	0.93**	-2
Coliform	10	Y=1.17+0.03X	0.[illegible]	27
[log(MPN/g)]	20	Y=1.77+0.09X	0.77*	3
	30	Y=1.60+0.18X	0.91**	2
V.B.N.	10	Y=2.91+0.11X	0.66*	-8
value	20	Y=2.58+0.14X	0.75*	-6
(mg%)	30	Y=0.73+0.43X	0.92**	2

[1]: Y=value of quality indicators, X=storage time
* p<0.05, ** p<0.01

기준 한계치를 대입하여 그 때의 휘발성 염기질소 함량치(Y)를 계산하여 그 값을 휘발성 염기질소 함량의 기준 한계치로 설정하였다(Table 5). 그 결과, 김밥은 약 2 mg%로 계산되었다.

(2) 유통기한의 계산 및 예측

유통기한 예측시 계산에 필요한 유효 품질지표로 결정된 표준평판균수, 대장균군수 및 휘발성 염기질소 함량에 대해 저장성 실험을 통한 각 저장 온도대에서의 각각의 분석값(Y), 저장시간(X)과의 관계의 회귀식을 산출하였으며(Table 6), 이 회귀식에 앞에서 제시한 각 유효 품질지표의 한계 기준치(Y)를 대입하고, 그때의 저장시간(X)을 도출하여 이를 유통기한 예측일로 계산하였다. 그런데, A, B 2개 업체를 대상으로 저장성 실험을 하였으므로, 표준평판균수, 대장균군수 및 휘발성 염기질소 등 3개의 변수에 대해 A, B 두 집단간의 독립성 검증을 하기위해 t-test를 실시한 결과, 두 집단은 평균과 분산이 유의적인 차이가 없었으므로, 동일한 집단으로 보아도 무방할 것으로 판단되었다(Table 7). 그러므로, 3개의 각 변수에 대한 A, B 업체의 평균값을 구하여, 이를 이용하여 각 저장 온도대 별로 저장시간(X)과

Table 7. T-test results between A and B establishments on the selected quality indicators

Quaility indicators	Kim Cho Pab(A)	Beef Kim Pab(B)
	Mean±SD[1]	Mean±SD
Total plate count [log(CFU)/g]	7.21±1.44	7.54±1.49
T-value	-0.61(p=0.549)	
Coliform [log(MPN)/g]	4.74±3.13	4.70±2.96
T-value	0.03(P=0.975)	
V.B.N. value (mg%)	5.45±3.21	5.92±2.92
T-value	-0.42(p=0.677)	

[1]: Standard Deviation

각 변수의 분석값(Y)사이의 관계를 회귀식으로 산출하여 Table 6에 제시하였다. 이와같이 유도된 회귀식 중 통계적인 유의성이 있는 것에 각 유효 품질지표의 한계 기준치를 대입하여 각 저장 온도별 유통기한을 구하면, 10℃ 저장시는 -8~27시간, 20°C 저장시는 -11~3시간, 30°C 저장시는 -2~2시간으로 각각 나타났다. 그런데, 각 저장 온도대별로 유통가능기한의 예측값의 범위가 음수로 나타난 것은 각 유효 품질지표 항목의 초기값 즉, 포장 직후의 값이 표준평판균수 4.91[log(CFU/g)], 대장균군수 0.98[log(MPN/g)], 휘발성 염기질소함량 2.12 mg% 등으로 표준평판균수와 휘발성 염기질소 함량은 한계 기준치에 근접했거나 이미 넘어선 상태였고, 대장균군수와 휘발성 염기질소 함량도 한계 기준치에 근접했거나 이미 넘어선 상태였고, 대장균군수는 한계 기준치를 훨씬 못미치는 수준이었기 때문인 것으로 사료되었다. 특히, 10°C 저장시 최대 27시간까지로 유통기한 예측값이 산출된 것은 B업체의 경우 10°C 저장시에는 대장균군이 하나도 검출되지 않았기 때문인 것으로 판단되었다. 그러므로, 최소값을 기준으로 했을 때 현재의 김밥의 품질상태에서의 유통가능기한은 이론적으로는 각 저장 온도대에서 모두 이미 유통기한이 지난 것으로 예측해 볼 수 있다. 그러나, 유통기한을 나타낼 때, 음수로 한다는 것은 무리가 따르므로, 각 온도대에서의 유통기한 계산 결과가

Table 8. Regression equations for the estimatation of shelf-life of Kim Pab during storage at 10, 20 or 30°C based on initial load of quality indicators

Storage temp. (°C)	Quality indicators	Regression	r^2
10	TPC[1]	Y=71.24-14.23X	0.99***
	Coliform[2]	Y=66.80-33.40X	0.99***
	V.B.N. value[3]	Y=18.20-9.00X	0.99***
20	TPC	Y=62.86-12.54X	0.99***
	Coliform	Y=22.20-11.00X	0.99***
	V.B.N. value	Y=14.20-7.00X	0.99***
30	TPC	Y=29.48-5.86X	0.99***
	Coliform	Y=11.60-5.86X	0.99***
	V.B.N. value	Y=4.60-2.40X	0.97**

[1]: Total plate count[log[CFU/g)], [2]: Unit[log(MPN/g)], [3]: Volatile basic nitrogen(mg/%) Y = Probable shelf life X = Initial load of indicator, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

모두 양수로 나온 유효 품질지표인 대장균군의 한계 기준치를 기준으로 할 경우를 채택하여 김밥의 유통기한을 결정하기로 하였다. 그러므로, 김밥을 10°C, 20°C 그리고 30°C에서 각각 저장했을 때의 유통기한 예측일은 27시간, 3시간 그리고 2시간이라고 할 수 있다. 따라서, 초기값 즉, 생산 직후의 품질상태가 유통가능기한에 미치는 영향이 지대하므로 생산시의 철저한 미생물적 품질관리가 선행되어야만이 유통기한을 연장할 수 있을 것으로 판단되었다.

(3) 초기 품질수준에 따른 유통기한 예측

현 제품상태에서의 유통가능기한은 Table 6에 제시된 저장시간(X)과 유효 품질지표 분석값(Y)의 회귀식(Y=a+bX)을 이용하여, 각 저장 온도대에서의 초기값(a)에 포장 직후의 유효 품질지표값을 대입하여 유통가능기한을 이론적으로 예측해 볼 수 있다. 즉, Y값을 표준평판균수, 대장균군수 및 휘발성 염기질소의 기준한계치인 5 log[CFU/g], 2 log[MPN/g], 2 mg%로 고정한 후, 초기값(a)에는 각 유효 품질지표의 변수 범위인 0~5(0,1,2,3,4,5), 0~2(0,0.5,1, 1.5,2), 0~2(0,0.5,1,1.5,2)의 수치를 대입하여 이때의 X값을 각각 구한 다음 이 값을 다시 Y로 하고, 초기값(a)을 X로 하는 생산 직후의 품질상태와 유통가능기한과의 회귀방정식을 도출하였다(Table 8). 이렇게 도출된 회귀식에 각 품질지표의 초기값(X)을 대입하면 각 저장 온도대에서의 유통가능기한(Y)을 산출할 수 있게된다. 유도된 식은 Table 8 에 제시하였고, 품질지표를 표준평판균주, 대장균수 및 휘발성 염기질소로 하고, 각 저장 온도(10°C, 20°C, 30°C)에서의 이들 품질지표의 초기값과 유통가능기한과의

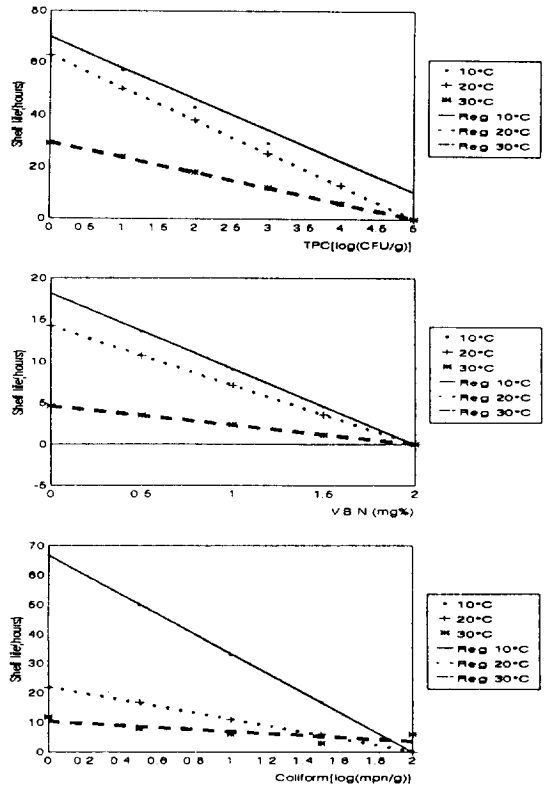

Fig. 1. Estimation of shelf-life of Kim Pab during storage at 10, 20, or 30°C based on initial load of quality indicators.

관계를 회귀선으로써 Fig. 1에 도시하였다. 이렇게 도출된 식을 이용함으로써 얻을 수 있는 품질관리시의 잇점은 생산 직후의 표준평판균수, 대장균군수 및 휘발성 염기질소 함량을 측정하면, 각 저장온도(10°C, 20°C, 30°C)에서의 유통가능기한을 예측해 볼 수 있다는 것이다. 따라서, 식품위생 검사시나 도시락 업체 자체내에서 품질관리의 한 수단으로 이를 활용한다면 좀 더 과학적이고, 객관적인 품질관리 접근방식을 수립할 수 있으리라 사료되었다. 향후 보다 정확한 유통기한 예측의 근거를 마련하기 위해서는 시료수와 실험횟수를 늘려 지속적이고 광범위한 연구를 수행할 필요성이 제기된다.

감사의 말씀

본 연구는 1993년도 한국 식품연구소의 용역 연구 지원비에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

국문요약

동일 편의점 납품 김밥 도시락 2개 업체에서 생산한 김밥을 대상으로 10°C, 20°C, 30°C 조건하에서 모의 저장성 실험을 하였다. 분석시점은 포장 직후, 저장 후 7, 12, 18, 24, 48시간이되는 6개 시점이었고, 분석항목으로는 미생물적 및 화학적 품질변화를 검사하였다. 저장성 실험결과, 유통기한 예측시 이용되는 유효 품질지표 항목으로는 표준평판균수, 대장균군수 및 휘발성 염기질소 등이 설정되었다. 이들의 변화값과 저장시간의 함수로부터 현재 품질상태에서의 유통가능기한이 각 유통 온도대별로 예측되었다. 그 결과, 현 생산체계에서 생산된 김밥의 유통가능기한은 각각 최소 범위를 기준으로 했을 경우, 10°C 저장시는 27시간, 20°C 저장시는 3시간 그리고 30°C 저장시는 2시간 등으로 계산되었다. 이와같이 유통기한 계산결과는 생산 직후의 초기 품질상태에 따라 영향을 받게되므로, 초기 품질상태로부터 유통가능기한을 예측할 수 있는 회귀식을 도출하였다. 따라서, 유통기한의 기준은 생산과정중의 소요시간-온도상태, 개인 및 기기 위생상태에 따른 미생물적 품질과 재료 조성 그리고 유통과정시의 온도에 따라 결정되는 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. 박형우, 고하영, 박노현, 강홍삼, 모수미: 운격지 단체급식을 위한 포장용 도시락 생산설비의 최적화 연구. 한국식문화 학회지, **3**, 89-93 (1988).
2. 박형우, 고하영, 강홍삼, 신동화: 국내 도시락 생산업체의 기기류 현황 분석. 한국 식문화 학회지, **2**, 163-167 (1987).
3. 계승희, 윤석인, 곽동경: 서울 · 경기지역 도시락 제조업체의 구조 및 생산 실태조사. 한국 식문화 학회지, **3**, 293-299 (1988).
4. 계승희, 윤석인, 박희순, 심우찬, 곽동경: 서울 · 경기지역 도시락 제조업체의 위생실태 및 도시락 생산의 품질개선을 위한 연구. 한국 식품위생학회지, **3**, 117-129 (1988).
5. 신성원, 류경, 곽동경: 도시락 유통과정의 미생물적 품질관리를 위한 연구. 한국 식품위생학회지, **5**, 85-98 (1990).
6. 강국희, 최선규, 김경민, 김혜란, 고애경, 박신인: 김밥 세균 오염의 원인 규명을 위한 연구. 한국 식품위생안전성학회지, **10**, 175-180 (1995).
7. 한국식품개발연구원: 한국인을 위한 식생활 정립에 관한 연구(우리나라 도시락 제조업의 현황과 시판 도시락의 식단 및 영양가 조사). 월간식당, 216-227 (1993).
8. 한국식품개발연구원: 한국인을 위한 식생활 정립에 관한 연구(우리나라 도시락 제조업의 현황과 시판 도시락의 식단 및 영양가 조사. 월간식당, 174-183 (1993).
9. 한국 식품공업협회: 식품공전, 1995.
10. 서울 YMCA 사회문제부, 편의점 판매 도시락, 제빵류 유통기한 표시상태 불량제품 많아. 소비자, 40-43 (1992).
11. 박길동, 두유음료 캔제품 유통기한 설정 연구, 한국식품연구소, 연구보고서, 1992.
12. 게맛살 유통기한 설정에 관한 연구, 한국식품연구소, 연구보고서, 1991.
13. Singh, R.P. and Wells, J.H., Use of time-temperature indicators to monitor quality of frozen hamburger, *Food Technol.*, **39**, 42 (1985).
14. Taoukis, P.S., B, Fu and T.P. Labuza, time-temperature indicators, *Food Technol.*, **45**, 70-82 (1991).
15. Taoukis, P.S. and T.P. Labuza, Applicability of time-temperature indicators as shelf life monitors of food products, *J. Food Sci.*, **54**, 783-788 (1989).
16. Taoukis, P.S. and T.P. Labuza, Reliability of time-temperature indicators as food quality monitors under non-isothermal conditions, *J. Food Sci.*, **54**, 789-792 (1989).
17. 곽동경, 김성희, 박신정, 조유선, 최은희, 편의점 판매 도시락(김밥) 생산 및 유통과정의 품질개선을 위한 연구, 한국식품위생 · 안전성학회지, **11**, 1996.
18. Speck, M.L., Compendium of Method for the Microbiological Examination of Foods, 2nd ed., Washington D.C.: American Public Health Association, 1984.
19. FDA, Bacteriological Analytic Manual, 5th ed., Washington D.C.: AOAC, 1987.
20. 김범종, 채서일, SPSS/PC+ 사용법과 통계분석 기법 해설, 학현사, 1994.
21. Solberg, M., Buckalew, J.J., Chen, C.M., Schaffner, D. W., O'Neil, K., McDowell, J., Post, L.S., and Boderck, M., Microbiological safety assurance system for food-service facilities. *Food Technol.* **44**, 68-73 (1990).