

국내외기술정보

식품의 미생물관리와
보존성 향상기술

김 명 호
표준화연구부

1. 서 론

식품은 사람의 영양원으로서 중요하지만, 한편으로 세균, 곰팡이, 효모 등의 미생물에게도 영양원으로 이용되므로 미생물이 식품중에서 증식하여 품질의 저하와 식중독을 초래할 우려가 있다.

이를 피하기 위해 식품을 제조하는 환경적 측면에서의 대책으로 식품공장의 Sanitation(위생관리) 또는 HACCP방식(위해분석 및 중요관리점방식)에 의한 미생물 위해관리 등이 실시되어 식품의 미생물오염을 최소한으로 감소시키려는 노력이 이루어지고 있다. 그러나, 식품의 미생물오염을 완전히 배제하기는 어려워서 경미한 미생물오염이라도 제조후의 유통과정과 가정에서의 관리가 불충분한 경우에는 식품의 부패 및 식중독 발생의 원인이 된다.

오염균수의 감소를 위해서는 레토르트 살균이 가장 효과적이지만, 품질과 맛에 대한 영향이나 작업효율성 등을 고려하면 모든 식품에 적용하기는 어려우므로 통상적인 가열살균을 통해 미생물대책을 수립할 필요가 있다. 한편, 최근의 소비자는 소금함량이 낮은 식품과 감미도를 낮춘 식품을 선호하는 경향이 있으므로 소금과 설탕의 첨가농도를 낮춘 식품이 증가하고 있다. 그렇지만 소금과 설탕은 보존성에도 관여하므로 감소시킨 만큼 다른 것으로 보완할 필요가 있다. 또한, 합성보존료보다는 천연첨가물이 선호되는 경향을 보이지만, 천연 첨

가물의 보존효과는 합성보존료보다 떨어지는 것이 대부분이므로 그 보존력의 차이를 다른 방법으로 보완할 필요도 있다.

이러한 경향을 고려할 때 식품의 미생물관리를 통한 보존성향상의 중요성이 크게 증대되는 실정이다.

식품보존을 위한 미생물대책은 살균과 증식억제로 대별되며, 증식억제는 식품 그 자체를 미생물이 증식하기 어려운 환경으로 변화시키는 것과 식품의 보존 환경을 미생물이 증식하기 어렵게 변화시키는 것으로 나누어지며, 각각에는 여러가지 방법이 있다.

식품의 보존성향상을 위한 미생물대책

1. 식품 : 가열살균, 초고온살균, 화학제살균 등
2. 증식억제 (환경변화)
 - a. 식품자체 : pH조절, 수분활성, 미생물억제물질, 식품첨가물 등
 - b. 보존환경 : 보존온도, 탈산소, 가스치환 등

2. 가열살균

煮沸, 蒸煮, 焙燒 등의 가열에 의해 부패의 원인이 되는 미생물의 단백질을 열변성시켜 그 미생물을 사멸시키는 방법으로, 세균독소의 파괴와 포자낭층같은 기생충을 사멸시키고, 식품중의 효소도

파괴함으로써 식품의 경시적 변화를 방지하게 된다.

각종 세균의 열사멸조건은 아포비형성균의 경우에는 저온·단시간이고, 아포형성균은 고온·장시간이다(표 1). 아포균은 내열성을 가지므로 통조림 식품에서는 *Botulinus*균의 아포를 사멸시킬 목적

으로 121.1℃에서 3분간 또는 120℃에서 4분간의 가열(레토르트 살균)이 실시된다.

이 레토르트 살균은 내열성 아포균을 살균할 목적으로 개발된 것으로 고압술을 사용하여 100℃ 이상의 가열을 한다. 오래전부터 통조림 및 병조림

표 1. 각종 미생물의 열 사멸조건

미 생 물 종 류	가 열 배 지	온도(℃)	D값(분)
<i>Staphy. aureus</i>	식염수	60	0.79
<i>Staphy. aureus</i>	육제품	60	4.9 ~ 8.2
<i>Strept. faecalis</i>	식염수	60	4.93
<i>E. coli</i>	식염수	60	0.27
<i>Sal. senftenberg</i>	육제품	60	9.2 ~ 13.3
<i>Ps. aeruginosa</i>	식염수	55	1.0
<i>Moraxella-Acinetobacter</i>	마쇄우유	70	6.6
<i>B. subtilis</i> #	인산완충액, 0.9% 식염수	121	0.44 ~ 0.54
<i>B. licheniformis</i> #	우유	100	2.8 ~ 2.9
<i>B. coagulans</i> #	인산완충액	110	6.1
<i>B. coagulans</i> #	인산완충액 (pH 7.0)	121.1	3.3
<i>B. coagulans</i> #	토마토주스 (pH 4.5)	121.1	0.33
<i>B. stearothermophilus</i> #	인산완충액	121.1	5.1
<i>B. stearothermophilus</i> #	우유단백질처리 (pH 6.4)	121.1	3.56
<i>B. stearothermophilus</i> #	대두단백질처리 (pH 6.5)	121.1	3.64
<i>B. stearothermophilus</i> #	증류수	121.1	13.1
<i>B. stearothermophilus</i> #	우유	121.1	6.5
<i>C. sporogenes</i> PA 3679 #	인산완충액 (pH 7.0)	121.1	1.3 ~ 2.6
<i>C. botulinum</i> type A #	인산완충액 (pH 7.0)	110	1.4 ~ 2.8
<i>C. botulinum</i> type B #	인산완충액 (pH 7.0)	110	1.2
<i>C. botulinum</i> type E #	계살	82.2	0.49 ~ 0.74
<i>C. botulinum</i> type F #	인산완충액 (pH 7.0)	82.2	0.25 ~ 0.84
<i>C. perfringens</i> type A #	인산완충액	115.6	0.60 ~ 0.81
<i>Asp. niger</i>	식염수	56	7.9
<i>Asp. fumigatus</i>	식염수	61	6.4
<i>Asp. parasiticus</i> 分生子	인산완충액 (pH 7.0)	60	20 ~ 35초
<i>Asp. flavus</i> 分生子	인산완충액 (pH 7.0)	60	7.7 ~ 588초
<i>Can. albicans</i>	식염수	50	15.3
<i>Sacch. cerevisiae</i>	인산완충액 (pH 4.5)	60	0.11 ~ 0.32
<i>Sacch. cerevisiae</i> 의 포자	인산완충액 (pH 4.5)	60	8.2 ~ 22.2

주) # : 아포

식품에 사용되어 왔지만, 레토르트파우치의 개발에 따라 카레 및 쌀밥 등의 살균에도 사용되게 되어 레토르트 식품으로서의 신제품이 쏟아져 나오고 있다. 畑中들은 가열조건의 차이에 따른 균수감소에 대해 *in vitro* 시험을 하였다(표 2). 그 결과, 63℃에서 30분간 가열한 경우 균수가 거의 대수직선

적으로 감소하였지만, 가열전의 균수가 많으면 보다 고온으로 가열하여도 균수감소에 큰 차이가 없었다고 밝혔다. 이보다 가열처리의 효과를 높이기 위해서는 식품을 가열처리하기 전에 오염균수를 가능한 한 낮추는 것이 중요할 것으로 생각된다.

표 2. 가공식품에서 분리된 유산균 *Lactobacillus* sp.의 열저항성

58℃ 30분		63℃ 30분		68℃ 30분	
공정 전	가열 후	공정 전	가열 후	공정 전	가열 후
1.7×10^3	3.3×10^3	1.7×10^8	2.2×10^2	1.7×10^8	8.3×10
		1.3×10^7	1.1×10^3	1.3×10^7	1.5×10^3
		1.4×10^6	1.7×10^3		
		3.0×10^4	1.1×10		
		2.3×10^3	1		
		9.4×10	<1		
표준균수 (<i>L.bulgaricus</i>)		1.8×10^7	3.3×10^4	1.8×10^7	1.1×10^3
표준균수 <i>E.coli</i>		1.1×10^7	1.1×10^4	1.7×10^8	3.3×10^3

주) 균수 : CFU/ml

식품을 가열처리할 경우, 가열에 따른 품질에 대한 영향을 고려해야 하므로 가열온도에도 한계가 있다. 예를 들면, 우유의 살균에는 통상 135~150℃에서 4초간 가열처리하는 초고온 살균법(UHT)이 채용되고 있지만, 이의 기본은 크림층이

형성되지 않으며, 품질저하를 초래하지 않는 63℃에서 30분간 가열하는 저온살균(Pasteurization)이다. 이 가열조건에서는 아포균이외의 대부분의 세균이 사멸되지만 아포균까지는 살균할 수 없으므로 살균처리후 우유를 냉장보관할 필요가 있다(그림 1). 식품의 가열살균에서도 이 저온살균의 사고방식이 응용되어 우유 이외에도 과일쥬스, 식육제품, 부식류 등의 폭넓은 분야에서 사용되고 있다.

식품을 가열살균할 경우에는 식품의 중심온도를 소정 온도까지 확실히 상승시켜야 한다.(그림 2)

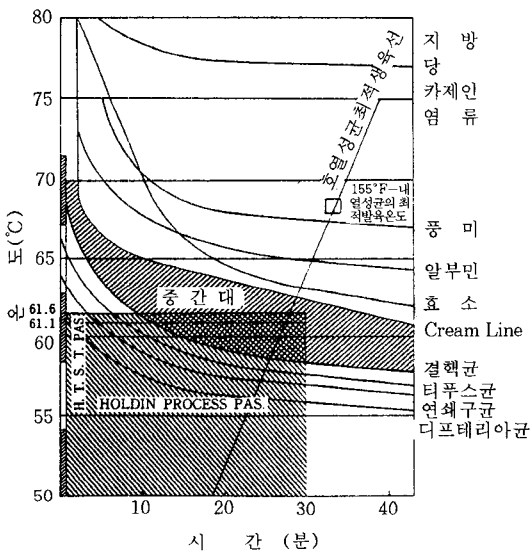


그림 1. 우유살균시 온도와 시간의 관계(North, 1912)

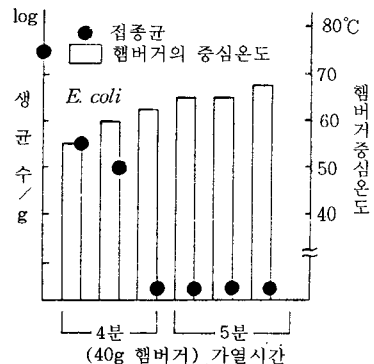


그림 2. 가열온도와 시간에 따른 햄버거중의 대장균변화

에 냉동닭고기 햄버거의 중심온도 차이에 따른 대장균의 변화예를 나타냈으며, 중심온도 약 60℃이하에서 4분간 가열한 경우 대장균이 생존하였고, 이보다 높은 온도에서는 대장균이 검출되지 않았다. 이처럼 중심온도의 상승이 불충분한 경우에는 식품중에 오염미생물이 생존하여 사고를 일으킬 가능성이 높아진다.

가열살균은 식품오염미생물을 감소시키는 가장 유효한 수단이지만, 煮沸 등과 같은 통상적인 가열로는 *Bacillus*屬 등의 내열성균에 대한 효과가 불충분하다. 식품의 물성에 대한 영향을 고려할 경우에도 가열온도에 한계가 있으므로 내열성균이 잔존되는 결점을 안고 있다. 이를 보완하기 위해 냉장보관, 항균성물질의 첨가, pH 및 수분활성의 조절 등의 처리를 병용하고 있다.

3. 초고압처리

이 방법은 영양성분, 색상, 향 등에 거의 영향을 미치지 않고, 자연적인 풍미를 유지하는 살균방법으로서 야채음료, 젤리, 잼 등에서 실용화되고 있다.

초고압처리는 비아포형성균 및 곰팡이, 효모를 가압하여 사멸시키지만, *Bacillus*屬과 *Clostridi*

*um*屬의 아포형성균에는 명확한 살균효과를 보이지 않는다. 그러나 조사결과, 가압처리시 60℃이상의 온도를 가하면 아포도 살균가능한 것으로 밝혀지고 있다. 한편 소금농도가 5%이상인 경우 살균효과가 저하되는 것으로 알려져 있다. 또한 식품위생법에서 『63℃에서 30분 가열 또는 이와 동등한 가열을 하도록』 규정되어 있는 식품에 응용하기 위해서는 살균효과가 63℃에서 30분간 가열한 것과 동등하다는 것을 증명할 필요가 있을 것이다.

4. 식품첨가물에 의한 살균

아채등과 같은 식품의 표면살균에 차아염소산나트륨과 알코올제제가 사용되고 있다. 차아염소산나트륨은 가격이 싸므로 널리 사용되고 있지만, 단백질 등의 유기물질에 의해 살균 효과가 충분히 발휘될 수 없는 경우가 있어서 그 효과에 한계가 있다. 알코올제제는 주정을 주원료로 하고, 살균효과를 높이기 위해 식품첨가물(각종 유기산, 지방산도노글리세린, 글리신, 향신료 등)을 부원료로 사용하여 제조되며, pH를 산성에서 알칼리성으로 조정한다.

차아염소산나트륨과 알코올제제에 의한 생오징어의 살균예를 <표 3>에 나타냈다.

표 3. 대장균이 부착된 생오징어에 대한 Killbacto B의 살균효과

약 제 명	농 도	검사항목	침지시간(분)			
			1/3	2/3	1	5
Killbacto B	100%	대장균군	—	—	—	—
		일반세균	6.5×10^3	2.6×10^3	1.3×10^2	5.2×10^2
	75%	대장균군	—	—	—	—
		일반세균	8.8×10^3	1.3×10^3	1.1×10^2	8.2×10^2
	50%	대장균군	2.5×10	1.2×10^2	6.0×10	1.0×10
		일반세균	1.8×10^4	1.9×10^4	9.0×10^4	4.5×10^4
	25%	대장균군	6.5×10	1.5×10	2.0×10	1.0×10
		일반세균	1.8×10^4	1.9×10^4	9.0×10^4	4.5×10^4

약 제 명	농 도	검사항목	침지시간(분)			
			1/3	2/3	1	5
염 소	200 ppm	대장균군				3.1×10^2
		일반세균				4.9×10^4
수 세		대장균군				6.0×10^2
		일반세균				5.6×10^4

주) 생오징어를 *E.coli*의 균액에 30초간 침지시켜 균을 접종
 균수는 CFU/g, -는 미검출, 염소농도는 차아염소산나트륨으로 조절

5. pH 조정(제)

세균의 대부분은 pH6 ~ 7부근이 최적생육 pH이며, 식품의 pH를 낮게 함으로써 세균의 생육을 억제할 수 있다. 이의 대표적인 사례가酢절임으로, 마요네즈, 소스류, 초밥 등에서 식초가 보존성향상을 위해 첨가되고 있다. 또한, 김치, 피클류와 단무지, 염장한 절임류는 유산균의 증식에 따른 유산생

성에 의해 pH가 낮아져서 저장성이 증대되고 있다. 이처럼 식품에 식초 등의 산성물질을 첨가하면 식품의 pH가 저하되는 동시에 초산 등과 같은 유기산의 항균력에 의해 보존성이 향상되지만(표 4), 보다 간편하게 사용할 수 있으면서도 식품의 맛에 대한 영향을 줄이기 위한 것이 식품첨가물인 pH조정제이다. 여기에는 유기산 등의 산류 및 그 염류, 탄산염류 및 피린(pyridine)산 염류가 주요 제제로서 사용되고 있다(표 5). 畑中들이 pH 조

표 4. 초산에 의한 소스의 보존효과

초 산 농도(%)	30℃에서의 보존기간(일)					
	(균수는 효모 CFU/g)					
	0	10	20	30	40	50
1.0	1.5×10	4.4×10^4	9.5×10^5			
1.25	2.7×10	3.0×10	9.8×10^4	8.4×10^5		
1.5	4.3×10	<10	<10	4.9×10	3.2×10^3	3.8×10^5

주) 시료는 초산무첨가 제품임.

표 5. pH 조정제로 사용되는 산의 종류 및 그 염류, 탄산염류 및 피린산염류

아디핀산	호박산	빙초산	인산2수소칼륨
구연산(무수·결정)	호박산1나트륨	개미산	DL-주석산수소나트륨
구연산3나트륨	호박산2나트륨	개미산1나트륨	L-주석산수소나트륨
글로코노델타락톤	초산나트륨(무수결정)	DL-사과산	탄산칼륨(무수)
클루론산	이산화탄소	DL-사과산나트륨	탄산수소나트륨(무수결정)
DL-주석산	젖산	인산	피로린산2수소나트륨
L-주석산	L-주석산나트륨	젖산나트륨	인산수소2칼륨
DL-주석산나트륨	인산수소2나트륨(무수결정)		인산2수소나트륨(무수결정)
· 화학적합성품이외의 첨가물			
이타콘산	α-케토글루탈산	피탄산	

정제의 사용실태를 알기위해 편의점에서 판매되고 있는 절임반찬류 및 밥류를 구입하여 조사한 결과를 보면 76개 품목중 33개 품목(43.4%)에 초산나트륨 표시가 들어있었고, 76품목중 42품목(55.2%)에서 pH조정제를 사용한 것으로 나타나 pH조정제가 식품보존을 위해 중요한 위치를 차지하고 있음을 알 수 있었다.

한편, pH 조정제와 유기산에 의한 식품보존효과 는 1~2일 정도의 짧은 연장효과밖에 없어서 유

통기한이 짧은 식품과 미생물이 증식하기 어려운 식품에 사용하는 것이 적합하다.

이하에서 식품에의 사용예를 들어 설명하기로 한다. 초산나트륨, 아디핀산, DL-사과산, 구연산으로 조성된 pH 조정제(IM-3)를 감자샐러드에 첨가한 경우, 30℃로 보존한 무첨가구가 1일만에 10⁶CFU/g으로 증가하였음에 비해 pH 조정제 0.3% 첨가시에는 3일만에 10⁵CFU/g으로 되어서 2일간의 연장효과가 인정되었다(표 6).

표 6. 감자샐러드의 pH조정제에 의한 보존효과

시 험 구	pH	보 존 기 간(日)			
		0	1	2	3
무 첨 가	5.34		>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
IM-3 0.3%	5.07	1.3 × 10 ³ #	3.3 × 10 ³	4.8 × 10 ³	1.3 × 10 ⁵
	0.05		3.4 × 10 ³	5.3 × 10 ³	1.0 × 10 ⁴

주) # : 일반세균수(CFU/g), 보존온도 : 30℃

IM-3 : 초산Na, 아디핀산, DL-사과산, 구연산제제

이처럼 pH 조정제는 초산 등과 같은 유기산의 항균력과 pH 저하작용에 의해 식품의 보존성을 향상시킨다.

또한, pH 조정제(유기산)는 보존료와 같이 작용하여 상승효과를 가져오는 경우가 있다.

예로써, 酸性 방부제인 솔빈산에 pH 조정제를

사용하면 솔빈산은 pH가 낮아질수록 비해리분자가 증가하여 균체의 막투과성이 높아져서 보다 항균력이 강해지고(표 7), 반대로 높아질수록 이온화 분자가 증가하여 항균력이 떨어진다(표 8).

표 8. 솔빈산의 곰팡이에 대한 최소 발육억제 농도(%)와 pH

표 7. 각 pH별 유기산의 비해리분자 비율

유 기 산	pH				
	3	4	5	6	7
초 산	98.5	84.5	34.9	5.1	0.54
안 식 향 산	93.5	59.3	12.8	1.44	0.144
구 연 산	53.0	18.9	0.41	0.0006	(0.001)
젖 산	86.6	39.2	6.05	0.64	0.064
프로피온산	98.5	87.6	41.7	0.67	0.71
솔 빈 산	97.4	82.0	30.0	4.1	0.48

(Judie D. Dziezak, 1986)

시 험 균 주 명	pH			
	3.0	5.0	7.0	9.0
<i>Aspergillus niger</i>	0.04	0.08	0.10	+
<i>Penicillium citrinum</i>	0.02	0.08	0.08	0.20
<i>Chaetominum globosum</i>	0.01	0.06	0.10	+
<i>Alternaria solani</i>	0.005	0.02	0.08	+

주) + : 증식억제불가

솔빈산에 pH 조정제(유기산)를 병용시켜 비엔나 소시지를 침지시킨 예를 (표 9)에 나타냈다.

표 9. 비엔나소시지를 유기산과 슬빈산액에 침지한 경우의 보존효과

	부패 판정	온도 30℃에서의 보존기간(일)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
대 조 구 pH5.98	-	10	10	7	5										
	+			2	2	1									
	++			1	2	4									
	+++				1	5									
개 미 산 + 슬 빈 산 pH5.60	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	7	4
	+												2		2
	++													3	1
	+++														3

주) - : 부패없음, +, ++, +++ : 부패있음

6. 수분활성

수분활성(Water Activity : Aw)이란 식품중의 수분이 미생물의 증식에 이용될 수 있는지의 여부를 나타내는 것으로, 수분활성을 제어함으로써 식품의 보존성을 연장시킬 수 있다.

수분활성을 조정하는 방법으로 대표적인 것은 건조, 염장, 당절입이 있다. 건조는 식품 중의 결합수와 자유수중 미생물이 이용하는 자유수를 줄이는 것으로, 흡습성이 높은 식품에서는 건조후의 흡습방지대책이 불충분할 경우 다시 자유수가 증가되어

미생물의 증식을 초래한다. 당절입 및 염장은 자유수를 용액으로 흡수하여 미생물이 이용할 수 없게 하거나, 또는 자유수에 용해된 설탕이나 소금 때문에 삼투압이 높아져서 미생물세포가 파괴되기 때문으로 생각된다. 식품중에서의 미생물증식 판단기준으로 고형식품에서는 수분활성도, 액체식품에서는 삼투압이 이용되고 있다.

소금과 설탕 등을 고농도가 아닌 저농도, 즉 조미를 위한 농도로만 사용하여도 수분활성과 삼투압의 변화가 일어난다. 각종 첨가물 1%당 수분활성저하치를 <표 10>에 나타냈지만 식염, 유기산의 나트륨염 및 당류에는 수분활성 조정작용이 있고,

표 10. 첨가량 1%당 수분활성 저하치

첨가물 종류	佐 藤	里 見	첨가물 종류	佐 藤	里 見
소 금	-0.00812(100)	-0.0062(100)	프로필렌 글리콜	0.00200(24.6)	
구연산나트륨		-0.0047(75.8)	솔비톨	-0.00195(24.0)	
아스콜빈산		-0.0041(66.1)	우유단백질		-0.0013(21.0)
초산나트륨		-0.0037(59.7)	글 리 신	-0.00140(17.2)	
사과산나트륨	-0.00400(49.2)		젓 산	-0.00085(10.5)	
젓산나트륨(90%)	-0.00400(49.2)		지 방		-0.00062(10.0)
글리세린	-0.00357(44.0)	-0.0030(48.4)	맥 아 당	-0.00073(9.0)	
포 도 당		-0.0024(38.7)	건조난백	-0.00029(3.5)	
유 당		-0.0022(35.5)	감자전분	-0.00014(1.7)	
설탕		-0.0019(30.6)			

주) 里見의 결과는 고기에 첨가한 경우임.

조리차원의 사용농도에서도 수분활성치가 저하된다. 삼투압의 저하작용은 소금이 가장 크고, 다음으로 에틸알코올, 초산나트륨 등과 같은 유기산의 나트륨염, 유기산, 당류의 순으로서 수분활성의 조정과 같은 경향을 나타냈다.

표 11. 부식류의 수분활성과 보존성

종 류	Aw	수분	염분	당분	Brix	보존 일수	종 류	Aw	수분	염분	당분	Brix	보존 일수
머위줄임(1)	0.97	80.1	5.1	4.6	18	2일	머위줄임(2)	0.83	54.1	12.1	12.2	35	15
죽순甘藷	0.94	69.8	4.1	12.2	20	2	곤포말이(2)	0.80	52.2	11.4	10.7	54	12
곤포말이(1)	0.93	67.3	6.2	8.6	21	5	퐁치튀김	0.76	25.9	5.9	23.1	52	15
야채甘藷	0.91	52.9	5.2	15.3	34	3	조갯살줄임	0.73	32.0	9.6	19.7	50	18
赤 貝	0.85	42.1	5.6	10.2	37	8	오징어튀김	0.69	24.2	2.8	29.7	59	<30
장어구이	0.83	27.9	3.2	19.2	46	10	찢은오징어	0.65	28.8	6.2	23.7	69	<30

7. 미생물억제물질

pH 조정 및 수분활성의 향에서 밝혔듯이 유기산, 특히 초산, 설탕, 염류에는 미생물 증식을 억제하는 작용이 있다. 한편, 소비자의 저염화식품 선호경향으로 식품의 소금농도가 낮아지는 경향이 있고, 설탕도 소비자의 건강지향으로 감미를 억제하려는 노력이 진행되어 설탕 사용량이 감소되고 있다. 소금과 설탕의 사용량 감소에 따른 보존성 저하를 보완하기 위해 당알코올 등의 대체가 이루어지고 있다. 그래서 이들의 미생물증식 억제효과에 대해 알아보기로 한다.

가. 유기산, 초산

식품의 보존성 향상을 위해 식초절임류를 필두로 마요네즈, 소스류, 초밥 등에 식초가 사용되고 있다. 초산 등의 유기산에는 pH 저하작용과 함께 항균작용이 있고, 유기산은 술빈산과 마찬가지로 비해리분자가 많을수록 항균력이 강하다고 말할 수

있다. 수분활성과 보존성에 대해 부식류 및 줄임류(佃煮)에 대해 조사한 결과는 <표 11>과 같으며, 소금과 당분을 조절하여 수분활성을 저하시킴으로써 보존가능일수가 연장되었음을 알 수 있다.

있다. 각 pH에서 비해리분자가 많은 것은 초산, 호박산, 유산, 사과산, 구연산, 주석산의 순이고, 유기산중에서는 특히 초산이 비해리분자가 많으므로 이의 식품보존효과가 우수하다.

나. 소 금

옛날부터 식품의 보존을 목적으로 염장이 이용되어 왔다. 예를 들어 육제품의 대부분은 가공의 첫번째 공정으로 염지를 하지만, 이는 옛날에는 보존용 염장육을 만들기 위한 것이 오늘날까지 계속 이어져온 것이다. 염지는 부패세균, 식중독균의 발육억제뿐만 아니라, 기생충에 대한 대책으로서도 효과가 있다. 식육을 염지하면 육중의 toxoplasma는 염지후 3~18일만에 검출되지 않으며, trivina도 염지 40일만에 거의 사멸된다.

소금의 미생물에 대한 작용은 살균이 아니라 발육억제에 의한 것으로, 주로 소금에 의한 탈수효과, 삼투압의 변화, 이에 따른 미생물세포로부터의 수분유출에 의한 증식저해로 생각된다.

소금 첨가농도의 차이에 따른 보존효과의 예로써 간장의 실험결과를 <표 12>에 나타냈다. 소금

농도 9%인 생간장에 간장에서 분리한 효모를 접종시킨 것은 단기간에 효모가 증식되었지만, 소금농도를 15~18%로 높이면 효모의 증식이 억제되었다. 소금의 미생물억제작용은 식육가공제품, 장류, 소스류, 버터, 치즈, 부식류 등에 응용되고 있다.

다. 설 탕

잼, 양금, 양갱, 젤리, 건포도, 당침과육 등은 다량의 설탕을 첨가하여 저장성을 높이고 있다. 염지와 마찬가지로 삼투압의 변화, 수분활성의 저하에 따라 오염미생물의 증식을 억제하게 된다(표 13

표 13. 팔랑금의 당 농도에 따른 세균의 변화

Brix	설 탕 (%)	수 분 (%)	보 존 기 간 (일)			
			0	1	3	7
46	51.8	37.2	<5	<5	5.6×10^5	$>10^7$
41	49.2	40.3	<5	<5	6.8×10^6	$>10^7$
39	46.6	43.5	<5	4.0×10	$>10^7$	$>10^7$
35	41.4	49.8	<5	2.0×10^2	$>10^7$	$>10^7$

라. 당알코올

최근 새로운 당질 감미료로서 당알코올이 주목을 받고있다. 이는 원료인 전분을 효소처리로 액화·당화시켜 만드는 것으로, sorbitol, maltitol이 대표적이다. 이들은 감미가 적으면서 순한 맛을 가

참조).

표 12. 간장의 소금농도에 따른 효모의 증식

간장중의 NaCl(%)	보 존 기 간 (일)														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
8.7	-	±	+												
16.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	+
18.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

주) 접종효모 : 醬油분리주 *Saccharomyces* sp.,
보존온도 : 30℃
판정기준 - : 효모 증식불가 ± : 효모형태가 부유, + : 효모증식
供試간장 : 생간장(소금농도 8.7%)

지며 저칼로리 물질이고, 동시에 (표 14)와 같이 세균의 영양원이면서 부식성이 낮고 발효되기 어렵다는 특징이 있다. 또한 당알코올에는 삼투압과 수분활성의 조정효과도 있으므로 이들 특성을 살려 설탕과 소금을 줄일 때의 보존성유지를 위해 당알코올로 대체하는 것이 검토되고 있다.

표 14. 각종 미생물의 당 및 당알코올 이용성(1% 첨가시)

供 試 菌 種	당		당 알 코 올					
	포도당	설 탕	맥아당	솔비톨	MU-75	MU-65	MU-50	MU-45
<i>Escherichia coli</i>	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Lactobacillus brevis</i>	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Bacillus cereus</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Streptococcus mutants</i>	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Hansenula anomala</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus niger</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Cladosporium herbarum</i>	+	+	+	-	-	-	-	-

주) + : 증식에 이용, - : 증식에 이용하지 않음

〈표 15〉는 Sponge Cake중의 설탕을 다른 당으로 대체한 경우의 수분활성을 조사한 것으로서 당의 종류에 따라 수분활성이 변했고, 그 중에서도 Solbitol이 가장 낮게 나타났다.

또한 설탕과 같은 감미도를 나타내는 당알코올(MU-45)로 대체한 소시지에 유산균인 *Lactobacillus viridescense*를 접종하여 10℃에서 저장한 경우 부패의 진행이 억제되었다(표 16).

표 15. 당의 종류에 따른 Sponge Cake의 Aw

종 류	설탕	물엿	솔비톨	말티톨	전화당	글리세린	프로필렌 글리콜	솔비톨 + 글리세린
Aw	0.860	0.845	0.825	0.830	0.832	0.720	0.710	0.732

표 16. 소금과 당알코올에 의한 간이포장 소시지의 보존성

시 험 구	보 존 기 간 (일)						유효보존 일수(일)
	1	2	3	6	10	13	
소금1.5% + 설탕	-(10)	-(6) +(4)	-(6)	--(2)	-(1)	-(1)	4.7
			+(3)	+(2)	+(1), ++(2)	+(1)	
			++(1)	++(6)	++++(6)	+++++(8)	
소금2.5% + 설탕	-(10)	-(8) +(2)	-(8)	-(5)			6.6
			+(2)	+(2)	+(4)	++(4), +++(4)	
				++(3)	+++ (6)	+++++(6)	
소금1.5% + MU-45	-(10)	-(8) +(2)	-(8)	-(5)	-(1)		8.2
			+(2)	+(3)	+++ (5)	++++ (5)	
				++(2)	++++ (4)	+++++(6)	
소금2.5% + MU-45	-(10)	-(10)	-(9)	-(8)	-(2)		9.6
			+(1)	+(2)	+(5)	+(2), +++(5)	
					++(3)	+++ (3)	

주) 접종균 : *Lactobacillus viridescense*, 보존온도 : 10℃

관정기준 - : 부패인정안됨. + : 부패

MU-45 : 당알코올 첨가량은 설탕과 같은 감미도로 조정

8. 식품첨가물

식품의 보존성향상 방법으로서 사용이 비교적 간편하고 품질에 대한 영향이 적은 것이 보존효과를 가진 식품첨가물의 사용이다.

그러나, 다양한 식품이 상품화되고 있는 오늘날, 사용기준이 정해진 화학적 합성품으로는 대응할 수 없는 식품이 있어서 사용기준이 없는 화학적 합성

품이외의 식품첨가물, 소위 천연첨가물에 관심이 모아지고 있다. 〈표 17〉에 보존효과를 갖는 천연첨가물을 정리하였지만, 이 중에는 합성보존료와 같이 안정적인 효과를 얻기 어려운 것과 특유한 맛과 냄새때문에 유효한 첨가량을 사용할 수 없는 것도 있다. 이러한 결점들을 보완하여 안정적인 효과를 얻을 목적으로 초산나트륨과 글리신 등을 배합시킨 제제가 시판되고 있다.

표 17. 보존효과가 있는 화학적합성품 이외의 식품첨가물

식물성 : 무화과잎추출물, 때죽나무추출물, 에틸알콜올(발효), 올리브잎추출물, 사철쭉추출물, 감귤씨앗추출물, 감초추출물, 자몽씨앗추출물, 클로버추출물, 뽕나무추출물, 紫蘇추출물, 계피추출물, 생강추출물, 세이지추출물, 오이추출물, 茶추출물, 生대두추출물, 마늘추출물, 히녹치올(추출물), 피망추출물, 포도과피추출물, 겨자추출물, 펙틴분해물, 후박나무추출물, 孟宗竹추출물, 왕겨추출물, 개나리추출물, 로즈메리추출물, 산규추출물

동물성 : 프로타민, 리조티움.

미생물성 : ε-폴리리진, koji산, 紅麴분해물

천연첨가물 중 보존효과가 긍정적으로 평가되고 있는 것으로는 발효알코올과 프로타민이 있고, 이들의 효과예를 <표 18> 및 <표 19>에 각각 나타냈다.

표 18. 알코올을 첨가한 콩된장의 팽창방지효과

알코올 (%)	보 존 일 수												팽창이 확인된 일수(日)	
	1	2	4	6	8	10	12	14	15	20	25	30		
0	-	-	-	±	+									7
1	-	-	-	-	-	-	-	±	+					15
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>30
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>30
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>30
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>30

주) - : 팽창없음, ± : 팽창이 불명확 + : 팽창이 확인됨

표 19. 쌀밥에 대한 프로타민과 글리신의 효과

시 험 구	pH	수분 (%)	30℃에서의 보존기간 (일)					유효보존 기간(일)
			2	3	4	5	6	
대 조 구	6.42	64.4	6.6×10^6					<2
			6.8×10^6					<2
글리신 0.5%	6.33	66.2	<10	3.8×10^5	1.9×10^7			3.3
			<10	2.8×10^4	5.8×10^3	2.0×10^4	3.0×10^5	6.0
살루민 0.1%	6.54	65.0	<10	<10	<10	4.8×10^2	1.5×10^2	>6
			<10	<10	<10	<10	<10	>6
살루민 0.05%	6.45	65.0	<10	<10	4.4×10^4	2.6×10^4	1.1×10^4	>6
			<10	4.5×10^5	3.7×10^5	2.0×10^7		4.3
살루민 0.02%	6.19	65.5	<10	4.3×10^3	2.4×10^3	4.2×10^6		4.9
			<10	5.5×10^3	2.2×10^5	9.4×10^5	2.5×10^5	5.9

주) 살루민 : 鮭유래 프로타민

9. 보존온도

식품을 저온으로 보존하면 미생물의 증식억제가 가능하다. 식품을 오염시키는 미생물의 대부분은 최적생육온도가 20~30℃인 저온세균과 35~40℃인 중온세균이며, 최저생육온도로 비교하면 저온세균은 -5~+5℃, 중온세균은 10~15℃이다. 이 때문에 오염미생물의 생육억제를 위해서는 5℃ 이하에서 식품을 보존하는 것이 좋다고 생각된다. 기타 보존중 식품의 품질열화와 그 필요성 등을 고려하여 식품의 보존은 냉동, 냉장, 5℃이하, 10℃이하 등으로 적절한 온도에서 이루어진다(표 20).

표 20. 식품의 보관진열온도

보관·진열온도	식품 종류
5~10℃	청과물, 양과자
0~10℃	부식류
0~5℃	냉장반조리식품 연제품, 두부, 생면류, 절임류, 유제품, 유제품
-1~2℃	정육·식육가공품, 수산물
-18℃ 이하	냉동식품
-23℃ 이하	아이스크림

가. 냉 장

냉장은 식품의 보존에서 가장 중요한 방법으로, 원료와 제품의 보관에 널리 이용되고 있다. 그러나 냉장온도가 부적절한 경우에는 식품의 부패와 식중독균의 증식을 초래할 가능성이 있다. 냉장고에 식품을 넣는 양은 50~60%가 이상적인 것으로 알려져 있고, 식품을 꽉 채우면 열전도율이 나빠져서 식품 내부까지 충분히 냉장상태로 되지 못하므로 미생물의 증식을 초래할 수 있음에 주의해야 한다.

한편, 냉장고에 식품을 보관하면 대부분의 세균은 증식이 억제되지만, E형 *botulinus*균은 3.3℃

에서도 증식하여 독소를 생산하고, *Erucinia enterocolitica*는 0~1℃ 에서도 증식이 가능한 것으로 알려져 있으므로 냉장을 과신해서는 안된다.

나. 냉동(-15℃ 이하)

냉동은 식품의 신선한 상태를 장기간 유지하기 위해 가장 좋은 방법으로, 미생물의 증식은 -12℃ 이하에서 완전히 억제되고 세균의 일부는 사멸된다. 그러나 구균은 간균보다 동결에 대한 저항성이 높고, 아포는 동결에도 견뎌내어 동결전의 균수가 유지된다고 간주해야 한다. 동결하면 수개월 이상의 보존이 가능하고, 특히 -18℃ 이하에서 냉동하면 6개월 이상동안도 상품성이 유지된다(표 21).

표 21. 동결식육류의 저장가능기간(월)

온도(℃)	쇠고기	송아지고기	양고기	돼지고기
-12	5~8		3~6	2~3
-15	6~9			
-18	8~12	6~8	8~10	4~6
-23			6~10	8~12

(국제 냉동협회 제4위원회)

한편 냉동한 식품을 해동한 후에는 미생물의 증식이 재개되므로 해동한 식품은 저온으로 보관하면서 빨리 처리하여야 한다.

10. 탈산소제, 진공포장, 가스치환

곰팡이, 막형성효모, 호기성세균은 생육시에 공기중의 산소를 이용하지만, 이 산소 또는 공기를 제거하거나 공기를 탄산가스 또는 질소가스로 치환시켜 증식을 억제하는 것이 탈산소제, 진공포장, 가스치환 등이다. 진공포장이나 가스치환에 비해 탈산소제는 사용이 간편하고 산소제거가 확실하므로 과자와 떡류 등의 많은 식품에서 곰팡이 방지용으로 사용되고 있다(표 22).

표 22. 탈산소제를 사용한 피자의 보존성

시 험 구	보 존 기 간 (일)									
	1	3	5	6	7	8	9	10	12	13
함기포장	-5	-5	-2	+3	+2	+1	+1			
탈산소제	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5

주) 판정기준 : - : 곰팡이발생없음 + : 곰팡이 발생(1 ~ 2CFU), ++ : 곰팡이 발생(3CFU이상)

탈산소제에는 종류가 많다. 예를 들면, 수분이 없으면 탈산소를 할 수 없는 수분의존형과 수분이 없어도 탈산소가 가능한 자기반응형이 있고, 탈산소 반응속도면에서 속효성과 지효성이 있으며, 기타 건조식품용에서부터 수분이 많은 식품용, 금속탐지기에 반응하지 않는 것, microwave의 사용이 가능한 것과 나아가 산소흡수이외에 탄산가스를 발생 하는 형식의 것 등이 있다.

이처럼 탈산소제는 많은 종류가 개발되어 있으므로 사용목적에 적합하고 필요한 탈산소능력을 갖춘 탈산소제를 선택하여야 한다.

진공포장, 가스치환, 탈산소제의 사용은 산소를 필요로 하는 곰팡이의 증식억제 효과가 있지만, 효모의 경우에는 산소요구량이 미량인 것도 있으므로 이러한 효모에 오염된 식품에서는 그 효과를 기대하기 어려운 경우도 있다. 또한 세균의 경우에는 약호기성균, 편성혐기성균을 제외하고는 증식을 억제하거나 지연시킨다.

한편, 편성혐기성균에 속하는 *Clostridium botulinum*과 *Clostridium perfringens*의 경우에는 진공포장, 가스치환, 또는 탈산소제의 사용으로는 효과가 불충분할 것으로 생각되므로 이들 세균이 오염된 식품에서의 사용은 주의가 필요하다. 島田들이 조사한바에 따르면 진공포장된 식육가공제품과 어류가공품을 조사한 결과, 140개 시료중 24개가 균수 10⁵CFU/g 이상이었고, 40개의 시료에서 *Bacillus*屬이, 7개 시료에서 *Clostridium*屬이 검출되었다고 한다.

이처럼 진공포장, 가스치환 또는 탈산소제의 어

는 것도 식품오염미생물을 완전히 억제하는 것은 아니며, 다른 미생물제어수단과 병용해서 사용하도록 배려할 필요가 있다.

11. 맺음말

식품을 미생물학적으로 위생적인 상태로 소비자에게 전달하기 위해서는 식품의 미생물관리와 보존성향상이 중요하다.

식품의 보존기술은 맛의 손실없이 식품자체의 보존성을 유지시킬 필요가 있으므로 아무리 유효한 방법이라도 식품의 본래 물성을 변화시켜 본래의 맛이 없어진다면 소용이없다. 이 때문에 1978년에 Leistner들에 의해 이론화된 『Paddle 이론』에서 처럼 어떤 특정 보존방법에 의존하지 않고, 몇 가지 보존기술을 조합시켜 조화된 미생물 제어를 하는 식품이 많다. 이러한 식품의 맛을 유지시켜주는 조화로운 미생물제어를 하면서 동시에 제조환경측면에서 Total Sanitation(전사적 위생관리)을 행함으로써 위생적이고 안전한 식품이 소비자에게 전달될 수 있다고 확신한다.

식품을 취급하는 환경은 시대의 발전에 따라 변하지만, 보존기술도 과학의 발전에 따라 진보되어 왔다. 지금까지도 새로운 보존기술의 도입에 의해 식품의 신제품 개발이 이루어져 왔지만, 식품업계의 발전을 위해 앞으로의 신기술 개발에 기대를 걸어보는 바이다.

< 출처 : 食品工業(1994), Vol. 37, No.10 >