

# 김치의 저온유통기술

에  
김치  
김치

김치의 시장 동향을 분석하고, 저온저장을 포함한 유통기간 연장기술을 소개한다.

## 김치

삼국사기의 신문왕조에 지금의 김치의 초기 형태인 것으로 보이는 “혜(醃)”가 나온다. 이렇게 오랜 역사를 가진 김치는 한국인에게서는 매우 중요한 음식이다. 하루 한번 이상은 꼭 보는 우리의 찬거리이고, 외국에서 장기간 있다가 귀국한 사람들은 가장 먹고 싶었던 음식으로 김치, 김치찌개를 이야기한다. 한국 고유음식인 김치는 2001년 식품 분야의 국제 표준인 국제식품규격위원회(Codex)에서 일본의 기무치를 물리치고 국제식품 규격으로 승인받았다.

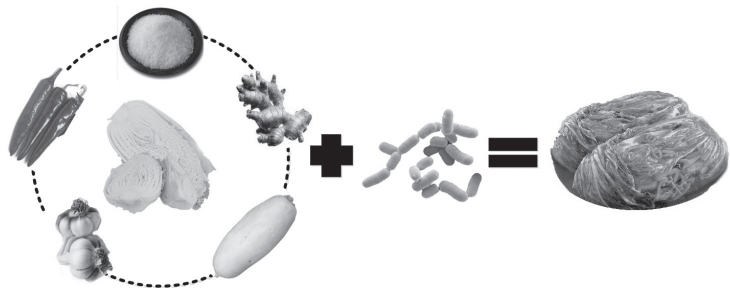
생물이 자신이 가지고 있는 효소를 이용해 유기물을 분해시키는 과정을 발효라고 하는데, 김치는 대표적인 전통 발효식품이다. 이러한 발효 과정으로 인해 미생물이 식품에서 증식하고 식품의 성분을 변하게 하거나 합성하여 영양가가 향상되고 기호성, 저장성이 우수해지는 것이다. 하지만 적정 발효수준을 넘어 과발효되면 초산, 알콜이 생기거나 음식의 부패가 진행되어 가식이 불가능하게 된다. 김치는 배추, 무, 마늘, 생강, 고추 등의 재료들을 섞고 저장하는 동안 미생물의 활동으로 발효가 된다. *Lactobacillus*속과 *Leuconostoc*속, *Streptococcus*속 등이 김치의

### 장영수

국민대학교 발효융합학과  
부교수  
yschang@kookmin.ac.kr

### 안지혜

국민대학교 의생명융합학과  
대학원생  
jhlune@kookmin.ac.kr



[그림 1] 김치의 재료와 유산균

〈표 1〉 국내김치 제조업체 수 추이<sup>1)</sup>

(단위 : 개)

구분	1995	1997	2000	2003	2005	2008	2009
업체수	200	459	555	650	855	818	849

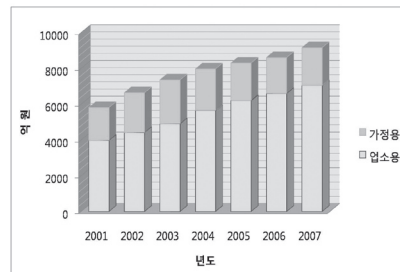
발효에 영향을 주는 미생물로 알려져 있다. 이중 *Leuconostoc*속은 김치발효 초기에 나타나는 젖산균으로 탄산을 생성하여 김치에 상쾌한 맛을 가지게 한다. *Lactobacillus*속은 김치 발효에 전반적으로 관여하는 균으로 알려져 있으며, 대부분 저온에서 잘 자라지 못한다. *Streptococcus*속의 경우 혐기성 세균으로 다른 젖산균과 함께 김치 발효에 관여하지만 산에 대한 내성이 약하다. 이러한 균들이 발효시킨 김치의 생리적 기능은 식욕을 증진시키고, 다이어트 효과를 가져 오며, 정장작용, 변비 예방 및 대장암 예방에 효과적이다. 또한 동맥경화 예방 및 혈전 용해 작용이 있으며, 항산화, 항노화(항피부 노화 포함) 작용, 항암 효과(항돌연변이작용 및 항 종양효과), 항균 작용 및 면역 증진 작용기작에 도움을 준다고 연구되고 되었다. 미국 건강전문지 [Heath]에도 지난 2008년 스페인의 올리브오일, 일본의 콩요리, 그리스의 요거트, 인도의 렌틸과 함께 세계 5대 건강식품으로 선정되면서 김치의 건강식품 이미지를 세계인에게 다시 한 번 인식시켰다. 김치는 조상대대로 우리의 건강에 도움을 주었고 나아가 세계에서도 인정받는 건강식품이 되었다(그림 1 참조).

## 김치 유통시장

김치 국내 시장은 핵가족화와 현대인들의 식습관이 바뀌면서 집에서 만들어 먹기보다는 공장에서 대량생산하여 판매되는 김치를 구매하는 사람들이 늘어남에 따라 시장 규모는 해마다 커지고 있으며, 국내 김치제조업체 수는 계속 늘어나고 있다. 시장에서 판매되는 시판김치를 용도별로 나누면, 가정용 김치와 업소용 김치로 나눌 수 있다. 가정용 김치는 주로 대기업에 의해 주도되고 있으며, 업소

용 김치는 중소기업과 수입 김치에 의해 주도되고 있는 실정이다. 포장 김치는 경제, 사회적 변화에 따른 시장잠재력이 크고 가격을 증시하는 업소용 시장에 비해 수익성이 높고, 소포장을 위한 시설자동화에 따른 비용 투자의 부담이 커 업소용 시장에 비해 시장 장벽이 높아 자금력과 대규모 유통망을 보유한 대기업에 의해 주도되고 있다. 업소용 시장은 수요처인 외식 및 급식업체 등에서 가격을 중시하고 벌크형태로 납품하여 시설자동화에 대한 부담이 적어 가정용 시장에 비해 시장 장벽이 낮아 가격우위를 지니는 수입김치와 소규모 제조업체에 의해 시장이 주도되고 있다고 보고되었다.<sup>1)</sup>(표 1 참조)

업소용 시장의 높은 성장은 외식 및 급식업체 등의 고정적 수요와 외식문화 및 학교 급식의 확대에서 기인한 것으로 보인다. 외식 및 급식 업체는 자체 생산하는 것보다 수입김치 혹은 김치공장에서 구매하는 것이 가격이 저렴할 뿐만 아니라 필요에 따라 양을 조절할 수 있는 편의성이 높기 때문에 해마다 업소용 김치 시장은 확대되고 있다. 가정용 시장은 업소용 김치에 비해 성장률이 완만한 형태인데, 이것은 1인당 김치 소비량이 감소하고 있고, 아직까지 소비자가 대부분 김치를 가정에서 담가 먹기 때문으로 보고 있다. 하지만 가정용 시장은 업소용 김치에 비해 수익성이 높고 상품화율이 높

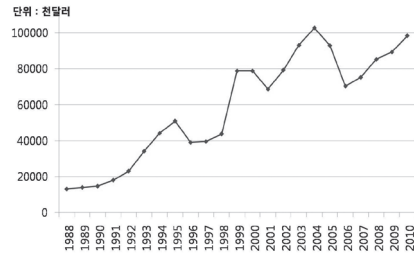


[그림 2] 연도별 공장김치의 수요변화<sup>2)</sup>

아지고 있어 성장 잠재성이 높은 것으로 보고 있다 (그림 2 참조).

김치의 수출은 1960년대 해외에서 근무하는 노동자와 군인들을 위하여 김치통조림이 만들어졌을 때부터 시작하였다. 이후 1990년대 말 일본이 Codex에 '기무치(Kimuchi)'를 국제표준으로 제안하면서 정부 정책에 대한 강한 비판이 쏟아지자, 정부는 김치프로젝트(kimchi project)를 추진하여 김치의 세계 홍보를 본격적으로 시작하게 되었다. 김치프로젝트는 한국의 대표 식품인 김치를 세계화할 목적으로 한국정부가 추진한 사업이다. 정부는 이 프로젝트를 일환으로 김치 세계화 전략으로 식품박람회 지원, 시장다변화지원, 해외 학술 세미나 지원 사업 등 세계 시장에 김치를 홍보하는데 힘썼다. 그에 이어 최근 한류열풍과 더불어 우리나라에 대한 관심이 높아지면서 한국의 먹거리에도 관심이 늘어나고, 김치가 건강식품으로 주목받으면서 김치의 수출은 해마다 늘고 있다. 지난 2005년 중국 김치의 기생충알 파동으로 인한 여파로 하향세를 보이다가 07년도 이후 다시 상승세를 보이고 있다.

최근 3년간 국가별 김치 수출실적을 보면 지난해 평균 김치 수출 단가는 배추 값의 폭등으로 인하여 kg당 3.3달러로 전년 대비 6% 증가하는 등 질적인 성장도 이룬 것으로 평가되고 있다. 또한, 일본



[그림 3] 연도별 김치 수출실적('99~'10)<sup>3)</sup>

에 집중되었던 수출시장도 미국, 대만, 홍콩 등으로 다변화 되어 2001년 세계 30개국에 수출에서 지난 2010년에는 세계 54개국에 김치가 수출되었다.

농수산물유통공사는 올해 2011년 김치 수출을 확대하기 위해 5~6월 중 홍콩, 두바이, 일본, 대만의 대형유통 업체 및 백화점에서 한국산 김치 특별 판촉전을 실시하였으며, 작년대비 수출이 늘어난 업체에는 인센티브도 제공할 계획이라고 발표하는 등 김치 수출을 장려하고 있다. 이렇게 김치 해외 수출이 장려되고, 실제 수출이 늘어나면서 김치의 장기간 유통할 수 있는 기술이 필요하게 되었다(그림 3, 표 2 참조).

### 김치의 유통기한 연장을 위한 기술

유통기한 연장 기술의 방법은 크게 물리적 처

<표 2> 최근 3년간 국가별 김치 수출실적<sup>3)</sup>

(단위 : 톤, 천달러)

국가명	2008		2009		2010	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액
일본	23,524	75,052	24,389	77,622	24,134	82,781
미국	587	2,061	686	2,269	868	2,695
대만	799	1,962	888	1,951	1,186	2,628
홍콩	430	1,305	430	1,380	536	1,777
뉴질랜드	274	719	418	946	361	796
호주	40	96	300	711	391	1,132
필리핀	102	280	203	547	111	398
싱가포르	82	381	144	542	156	658
캐나다	121	475	133	504	197	716
합계	26,897	85,295	28,505	89,386	29,672	98,361

주1) 합계는 위의 국가별 수치 합계와 그 외의 국가에 수출한 수치를 더한 합계

리법, 화학적 처리법, 생물학적방법, 방사선 조사 효과, 온도관리 방법으로 나눌 수 있다.

### 물리적 처리법

저온 가열처리법, 비가열 처리법, 포장기법이 있다. 저온 가열법은 김치가 발효됨에 따라 산성화 되는 것을 이용하여 저온 살균하는 것으로 현재의 기술수준으로 1년 이상 장기간 보존이 가능하며, 해군함선이나 원양어선 등 특수용으로 국내에서 생산되는 김치 통조림은 이 방법에 의하여 생산되고 있다. 그러나 수요가 그리 많지 않아 극히 일부 업체에서만 생산하고 있다.

비가열 처리법의 경우 고압 이산화탄소처리법, 고전기장처리법 및 고압처리법 등을 예로 들 수 있으며, 일부는 이미 산업화가 되고 있다. 이 기술은 기존기술(열처리 기술이나 화학보존제 처리)의 단점인 식품의 품질변화, 영양성분 파괴 및 인체 위해성 등을 예방하고 식품의 신선도를 유지할 수 있으나, 아직까지는 비경제적으로 비용이 과다하게 요구되고, 개발 초기단계이다.

마지막으로 포장기법에는 진공 포장법이나, 이산화탄소 흡수 포장법, 핀홀(pin hole) 포장법 등을 예로 들 수 있다. 대부분 유통 중 김치발효에 의하여 발생하는 이산화탄소 등 가스로 인한 포장용기의 팽창현상을 억제하여 상품성을 연장하는 기술로 일부는 이미 제조현장에서 응용하고 있다.

### 화학적 처리법

김치의 유통기한 연장을 위한 화학적 처리법은 보존제를 넣는 것인데, 식품보존제로는 sorbic acid, p-oxybutyl benzoate, Na-dehydroacetate, benzoic acid, p-hydroxy benzoic acid의 propyl ester(paraben) 등을 이용하고 있다.

천연물소재를 이용한 유통기한 연장을 위한 물질들을 보면 감나무잎, 대나무잎, 자몽추출물, 여러 가지 한약재 약용식물, 솔잎, 키토산, 올리고당,

녹차잎 또는 그 성분(catechins), 게껍질 분말 등을 들 수 있다. 이러한 천연물 소재는 모두 항균성을 가지거나 pH 완충 기능을 가진 소재들이다.

식품첨가물은 유통기간 연장에 유효한 범위 내로 첨가할 경우 김치의 풍미에 심각한 영향을 주지 않아야한다는 조건이 붙는다.

### 생물학적 방법

현재 유통기한 연장을 위하여 bacteriocin 생산 젖산균을 김치 starter로 개발하려는 노력을 하고 있다. Bacteriocin은 미생물이 생산하는 천연의 무독성 방부제로 단백질 또는 단백질과 탄수화물의 복합체로 구성 되어 있는 항균성단백질이다. 인체에 섭취되면 소화기관의 단백질 가수 분해 효소에 의해 분해되므로, 인체에 무독하고 잔류성이 없다는 점에서 식품 등에서의 천연 방부제로서의 효용성이 증대되고 있어 현재 많은 연구가 이루어지고 있다.

앞으로 김치 제조 시 인위적인 미생물제제의 사용에 대한 법적 허용과 여러 기술적 문제가 해결된다면 향후 김치산업에 응용될 수 있을 것으로 판단하고 있지만, 외래 유전자를 포함한 특수 미생물이 개발되어 김치제조 시 첨가된다면 이렇게 제조된 김치는 GMO 식품으로 검토될 수 있다.<sup>4)</sup>

### 방사선 조사 효과

방사선 조사 효과는 저선량 방사선 조사(감마선 80%이상, 전자선 20%미만)방법을 사용하며, 현재 연구된 결과로는 김치의 발효 적숙기 이후 방사선 조사보다는 제조직후 방사선 조사처리가 보다 효과적이라 판단하고 있다.

일반적으로 식품보존을 위한 방사선 조사법은 미국, 일본 등지에서 사용을 확대하고 있는 추세이며, 점점 더 영역이 확대되고 있다. 현재 국내에서도 일부 시행하고 있으며 방사선 조사법이 허용된 김치 관련 품목은 고춧가루와 같은 건조 양념류에

만 허용되고 있다. 하지만 국내에서는 사람들 인식이 아직 부정적인 실정이다.

## 온도관리 방법

미생물에 의한 발효과정은 산소의 유무, 온도, 염도, 당 함량 등에 의해서 달라진다. 발효가 진행되면서 pH, 산도, 총균수 등이 변하게 되며 영양성분과 맛도 변하게 된다.

발효식품의 하나인 김치의 경우 다양한 젖산균이 존재하여, 온도 변화에 따라 발효 및 숙성과정이 크게 영향을 받으며, 김치의 적절한 발효를 위해서는 온도조절이 필수이다. 김치 보관, 유통시에도 온도제어를 제대로 하지 못할 경우 김치의 가식기간이 줄어들기 때문에 정밀한 온도조절이 필요하다.

## 김치의 제조 및 유통과정에서 온도의 영향

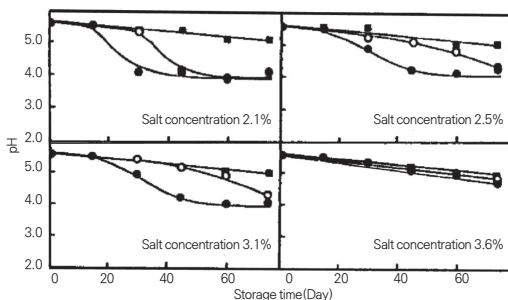
김치가 맛있다고 느낄 때의 pH는 약 4.2정도이며, 산도는 0.5~0.6%정도이다. 산도가 1.0%가 넘어가게 되면 과발효가 된 것으로, 알코올과 초산이 생기어 쓴 맛이 나고 군덕내가 남으로써 상품성을 잃게 된다. 김치가 맛있게 발효되기 위해서는 젖산균의 적당한 발효가 가능한 10~15℃가 적합하다. 고온으로 급하게 익히는 것보다는 저온으로 서서히 발효하여 발효한 온도보다 더 낮은 온도로 보관하는 것이 김치의 풍미형성과 맛에 좋은 영향을 끼

치고 오래 보관할 수 있다.

김치 제조 시 작업장의 온도조절도 김치의 저장성에 영향을 미친다. 그림 4와 5에서 작업장 온도를 각각 25℃와 15℃로 유지한 경우, 김치의 염농도와 저장온도에 따른 pH의 변화를 볼 수 있다. 작업장의 온도가 15℃로 조절된 상태에서는 25℃의 경우, 저염도 조건에서는 비슷한 경향을 보이나, 염농도가 3.0% 정도에서는 작업장의 온도를 15℃로 유지하는 것이 김치의 저장성을 향상시킬 수 있다. 74일 저장 후에도 pH 4.8~5.1의 값을 나타내어 25℃조건에 비해 품질의 상태가 양호하였다.

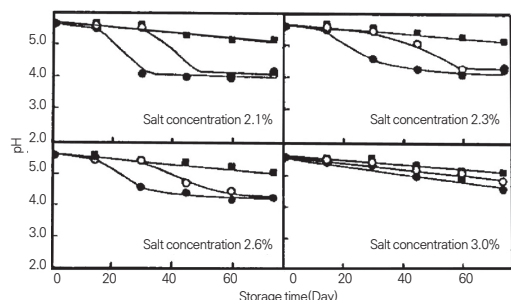
그림 6에서 보는 것과 같이 염도 3.0%일 때 15℃이하에서 김치를 제조하여 온도와 숙성기간에 따라 저장을 달리 하면,  $-1\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 바로 저장할 경우 pH의 변화는 있지만 산도의 변화는 거의 없는 것을 볼 수가 있다. 또한 젖산량이 0.43%일 때까지 발효 시켰다가  $-1\pm 1^\circ\text{C}$ 에 저장하는 경우도 저장기간 중 발효가 거의 진행되지 않는 것을 볼 수 있다.

김치는 국물의 형성 및 초기 미생물에 의한 pH 변화만 있을 뿐 발효는 거의 진행되지 않는다.<sup>5)</sup> 이에 따라 실제 많은 업체들이 김치 제조 시 실내온도를 15℃이하로 하고 있다. 업체에서는 제조 후 유통 전까지 저온창고에 보관하고 있다. 가정에서는 김치 저장 시 김치냉장고에 저온보관함으로써 장기기간 보관을 하고 있다.



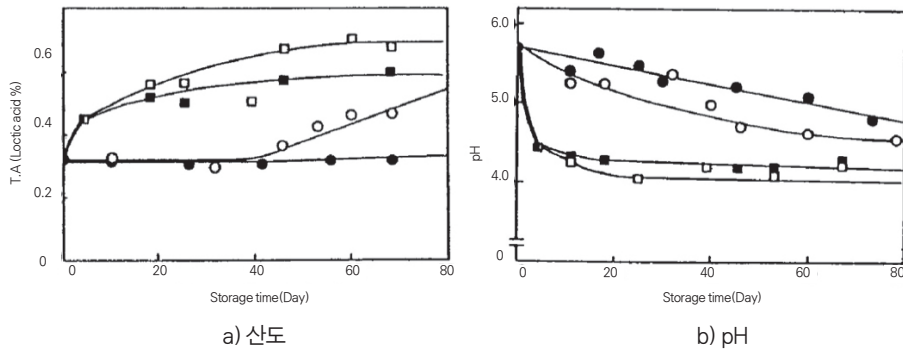
[그림 4] 염농도에 따라 25℃ 작업장에서 만든 김치의 온도에 따른 pH의 변화<sup>5)</sup>

● : 저장온도 4℃, ○ : 저장온도  $-1\pm 1^\circ\text{C}$ , ■ : 저장온도  $-5^\circ\text{C}$



[그림 5] 염농도에 따라 15℃ 작업장에서 만든 김치의 온도에 따른 pH의 변화<sup>5)</sup>

● : 저장온도 4℃, ○ : 저장온도  $-1\pm 1^\circ\text{C}$ , ■ : 저장온도  $-5^\circ\text{C}$



[그림 6] 작업장 온도 15°C 제조 김치의 발효 시간 유무와 저장 온도에 변화<sup>5)</sup>

○ : 제조 후 4°C에 저장한 김치, ● : 제조 후 -1±1°C에 저장한 김치, □ : 제조 후 젖산량 0.43%일 때 포장하여 4°C에 저장한 김치, ■ : 제조 후 젖산량 0.43%일 때 포장하여 -1±1°C에 저장한 김치

그림 7은 김치의 저장 온도에 따른 변화를 나타낸다. 산도 0.6과 0.8 사이의 영역은 김치의 가식 범위를 표시한 것이다. 온도가 높을수록 pH와 산도가 가식범위에서 빨리 벗어나는 것을 볼 수 있다. 5°C에 저장하여도 약 10일 만에 가식범위로 들어가 과발효 되기까지 총 20일 정도 소요되는 것을 알 수 있다.<sup>6)</sup> 20°C에서 24시간 발효 후 -1°C에 저장했을 때 가식기간이 4주였으며, 같은 방법으로 5°C에서 5일간 발효한 김치와 5°C에서 3일간 발효한 김치를 -1°C에 저장할 경우 가식기간이 각각 6주와 8주 정도임을 알 수 있다.<sup>7)</sup>

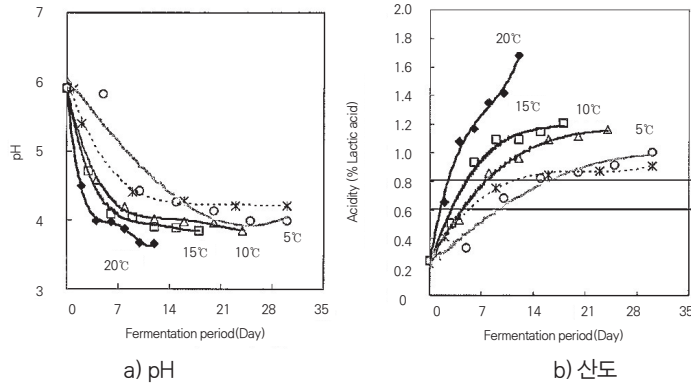
5°C저온으로 저장할 경우에도 가식기간이 길지 못하기 때문에 5°C보다 낮은 온도에서 저장이 권장된다. 0°C이하로 온도가 내려가게 되면 김치 내 미생물의 활동이 현저히 적어져, 발효가 거의 일어나지 않게 되어 김치의 저장기간이 늘어나기 때문에 김치냉장고 등 김치 저장시스템에서 -1°C가 선호된다. 실제 김치를 담가 바로 -1°C에 저장할 경우 120일 이상 상품성이 지속될 수 있다고 보고된 바 있다.<sup>7)</sup> 하지만 -1°C보다 낮은 온도에서 저장할 경우, 미생물의 활동성을 현저히 저하시킬 수는 있으나, 김치의 동결현상이 나타나 관능미가 떨어지게 된다. 이와 같이 온도조건에 따라 김치의 유통기간과 상품성이 달라지기 때문에 김치저장 및 유통

통에 있어 온도조절은 필수이다.

현재 김치 수출 시에는 예냉을 한 뒤 냉동컨테이너에 싣게 되는데 염도와 식품첨가물 첨가 유무에 따라 -2~0°C로 컨테이너의 온도를 조절하여 수출지까지 가게 된다. 냉동컨테이너를 이용한 이송시간은 일본의 경우 1~2주 정도, 미국과 호주의 경우 20일~30일 정도 소요된다. 하지만 세관검사에 따라 시간이 더 소요되고, 수출지에서 유통기간을 고려하면 장기간 저장기술이 필요하다. 실제 냉동컨테이너 시스템의 문제로 상품성을 잃게 되는 사례도 있으므로, 김치의 수출을 위해서는 장기간 저온유통 시스템과 온도의 정밀 제어가 필요하다.

### 국내저온유통 기술

가정용 김치의 저온 저장기술과 관련하여서는 김치냉장고의 수요가 꾸준히 증가하여 이에 따른 기술 수준 향상과 제품 보급이 확대되었다. 김치뿐만 아니라 곡류, 과일, 육류 등 보관식품이 다양해지면서 칸을 나누고 내용물에 알맞은 온도를 맞춰주는 개별냉각 기능이 대세이며, 일반 냉장고와 달리 스탠드형 김치냉장고는 일정시간마다 냉기를 순환시키거나, 냉각파이프로 감싸거나, 별도의 냉기 단속 커버와 보조냉각장치 등을 설치해 내용물



[그림 7] 발효 온도별 김치의 변화<sup>6)</sup>

\* : 23°C에서 25시간 발효 후 -1°C에 저장한 김치, ◆ : 20°C에 저장한 김치, □ : 15°C에 저장한 김치, △ : 10°C에 저장한 김치, ○ : 5°C에 저장한 김치

의 온도변화를 최소화 하고 있는 추세이다.

국내에서 1999년부터 저온유통기반 확충사업이 시행되어 딸기, 신선채소 등을 중심으로 저온유통이 시도되고 있는 단계이나, 선진국에 비해 아직 시행수준이 저조하여 효율적인 저온유통체계의 정비가 필요하다. 현재까지 저온유통시스템과 관련하여 국내에서 개발된 기술은 예냉시설, 저온창고, 축열재를 적용한 냉동담차 등과 같이 생산 및 유통 단계별로 적용되는 단독설비 위주로 진행되고 있다. 김치의 수출과 저온유통의 필요성이 증대하고 있으므로, 김치에 적합한 저장/유통장치 개발의 필요성이 커지고 있다.

### 맺음말

국내 김치 시장은 해마다 증가하고 있으며, 일본, 미국 등, 세계시장에 수출이 증가하면서 김치의 운송시간이 늘고 구매자의 수준이 올라가면서, 김치의 운송 및 저장시스템에 대한 고성능화에 대한 요구가 증가하고 있다. 김치의 발효과정은 다양한 미생물이 관여하며, 유통과정 중에도 미생물이 활동하므로, 최적의 발효과정의 제어와 과발효를 방지하는 기술이 필요하다. 특히 저온저장기술의 경

우 정밀한 온도제어 기술이 필수이다. 김치의 수출과 저온유통을 위한 장기 저장기술, 특히 저온유통 기술이 확립되면, 세계적인 고부가가치 식품 수요에 부응하는 시장 성장성, 사업화 성공가능성의 증대와 김치의 수출로 한식의 세계화에 기여할 것이다.

### 참고문헌

1. 한국식품공업협회, 가공식품 세분화 시장 현황 조사: 김치시장 편, 2010, 농수산물유통공사
2. 한국신용평가정도, 김치산업, 2008
3. 농수산물유통공사, 2011
4. 한국식품연구원, 김치의 세계일류상품화 기술개발, 농림부, 2005
5. 최신양 외, 김치제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과, 한국식품과학회지 22:707, 1990
6. 노정숙 외, 배추김치의 최적발효 및 저장을 위한 김치냉장고의 자동숙성 시스템개발, 한국식품과학회지, 39:432, 2007
7. 강정화 외, 발효 온도-시간의 조합이 배추김치의 품질 특성에 미치는 영향, 한국식생활문화학회지, 19:30, 2004