

우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구

李 陽 熙 · 梁 益 桓

(한국과학기술연구소 농산가공연구소)

Studies on the Packaging and Preservation of Kimchi

Yang Hee Lee, Ick Whan Yang

(Korea Institute of Science and Technology)

(Received July 7, 1970)

SUMMARY

Studies were carried out to develop the most economical and practical methods of packaging and preservation of kimchi, so commercialization of kimchi manufacture could proceed rapidly.

The results obtained may be summarized as following.

(1) It is generally established that the acceptable range of lactic acid content of kimchi is between 0.4% and 0.75%. Based on sensory evaluation, kimchi having lactic acid content below 0.4% and above 0.75% was not edible, and the time of optimum taste corresponded to the vicinity of 0.5% of lactic acid content. For the refrigeration storage with or without preservatives, the packaging kimchi in plastic film must be done at the lactic acid content of 0.45%, for lactic acid fermentation will continue slowly after the packaging. However, for the heat sterilized kimchi the packaging should be done at the 0.5% of lactic acid content for the [best because lactic acid fermentation is completely stopped after the packaging.

(2) Polyethylene, polypropylene, and polycello were chosen as suitable packaging materials. Polyethylene is cheapest among them but kimchi packaged in this film was damaged frequently in handling process and gave off kimchi flavor. On the other hand polypropylene also gave off kimchi flavor, but its higher mechanical strength gave better protection to kimchi and it had superior display effect due to the transparency. Therefore polypropylene made much better packaging material. Polycello proved to be the best packaging material from the standpoint of physical characteristics but its price is higher than that of other plastic films. To be effective, the thickness of plastic films for packaging kimchi must exceed 0.08mm.

(3) Keeping property of kimchi appeared to be excellent by means of freezing. However, by the time the frozen kimchi was thawed out at room temperature, moisture loss due to drip was extensive, rendering the kimchi too stringy.

(4) Preservation of kimchi at refrigerated temperatures proved to be the best method and under the refrigerated condition the kimchi remained fresh as long as 3 months. The best results were obtained when kimchi was held at 0°C.

(5) In general, preservatives alone were not too effective in preserving kimchi. Among

them potassium sorbate appeared to be most effective with the four fold extension of self-life at 20°C and two fold extension at 30°C.

(6) In heat sterilization the thickness of packaged kimchi product had a great effect upon the rate of heat penetration. When the thickness ranged from 1.5 to 1.8cm, the kimchi in such package could be sterilized at 65°C for 20 minutes. Kimchi so heat treated could be kept at room temperature as long as one month without apparent changes in quality.

(7) Among combination methods, preservation at refrigerated and heat sterilization could be favorably combined. When kimchi was stored at 4°C after being sterilized at 65°C for 20 minutes, it was possible to preserve the kimchi for more than 4 months.

서 론

우리나라의 김치는 고대로부터 존재하던 하나의 고유식품으로 그의 종류가 다양하나 결국 야채류를 가열하여 어느 기간동안 미생물에 의해 발효를 시킨다는 가공방법은 공통적이다. 이와 같은 김치의 제조는 처음에는 소금에 의한 야채의 저장의 목적이었는지는 모르지만 발효된 야채의 독특한 미각은 하나의 기호식품으로서 더욱 발달하게 되었을 것이다.

우리나라의 김치와 유사한 침채류 식품은 우리의 인접 국가들인 일본 중국 및 동남아 여러 나라에서도 발견할 수 있고 Sauer Kraut 나 Pickle 과 같은 야채발효 식품으로서 미국이나 구라파에서도 볼 수 있다. 그리고 이와 유사한 야채의 염지발효 식품은 세계의 다른 여러나라에서도 찾아 볼 수 있는 것이다.

그러나 주재료인 배추나 무외에 여러가지 양념을 사용한다는 점, 그의 가식성숙기가 짧다는 점 등은 우리나라 김치의 하나의 특징이고 우리나라 사람들 식성이 김치를 양적으로 많이 요구하고 있다는 것도 특기할만한 일이다. 그리하여 우리는 식탁에는 김치가 불가결의 품목으로 되어 버렸다. 그러므로 이 김치류 식품은 항상 많은 사람들의 관심을 끌여 왔고 또한 여러가지 관점에서 과학적인 고찰도 행하여 졌다.

우리 나라에서 이루어진 김치에 관한 연구의 대략을 살펴 본다면 영양학적인 조사가 먼저 시작되었다. 체례식과 주진순(1955)⁽¹⁾은 여러가지 침채류 식품의 vitamin C 함량을 조사하였으며 김점식(1958)⁽²⁾ 등은 동치미의 당류 함량에 관하여 관찰하였고 이 인제(1958)⁽³⁾ 등은 김치를 포함한 여러 발효식품종의 vitamin B₁₂ 함량을 조사하였다. 그 결과들을 보면 침채류가 vitamin 류의 공급원으로

서 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있겠다. 한편 김치의 유기산에 대하여는 김호식(1963)⁽⁴⁾ 등과 식덕순⁽⁵⁾(1964) 등이 조사하였는데 그들은 김치의 유기산으로 젖산 이외에 수산, malonic acid, malic acid, 호박산, 구연산 등을 분리하였으며 김치발효가 단순한 젖산발효가 아니라 여러가지 발효의 복합작용임을 입증하였다.

또한 김치류의 발효에는 작용하는 균류도 다양하고 발효중의 성분 변화도 복잡하므로 이에 대한 연구도 상당히 많이 이루어졌다. 윤 혜정(1956)⁽⁷⁾은 겨울 김치에 대하여 숙성과정에 관한 연구, 발효의 효소학적 연구, 세균에 관한연구, 산패 방지에 대한 연구등 비교적 종합적인 연구를 시행하였고 김성익과 윤화중(1957)⁽⁸⁾은 김치의 발효 원인에 대해 조사하였는데 이들은 김치 발효가 재료 자체의 효소에 의한 것이 아니라 미생물의 작용에 의한 발효임을 확인하였다. 그리고 이태녕(1960)⁽⁹⁾ 이인재(1958)⁽¹⁰⁾ 우경자(1968)⁽¹¹⁾ 등은 김치 발효중의 vitamin 함량 변화를 조사하고 vitamin 의 함량은 김치의 맛이 가장 좋은 성숙기에 제일 높음을 알아내었다. 그들은 그 이유로서 발효가 진행됨에 따라 미생물에 의해 vitamin 군들이 합성되는 사실을 지적하였다. 이것은 영양학적으로도 매우 중요한 사실로서 김치는 성숙기에 식용하는 것이 기호상으로는 물론 영양상으로도 가장 유리하다고 할 수 있을 것이다.

또 김치 미생물에 대한 연구로서는 권숙표(1952)⁽¹²⁾가 김치 세균의 전반적인 특성을 조사하였고 정태석과 황규찬(1958)⁽¹³⁾이 통김치와 동치미로부터 혐기성세균들을 분리하여 동정하였으며 김호식(1960, 1962)^(14,15) 등은 김치의 호기성 균들에 대해 조사하였다. 그 결과를 종합하여 볼때 김치의 혐기적 발효에 관여하는 미생물은 주로 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mes-*

enteroides, *Streptococcus faecalis* 등이며 김치 발효에 부수되는 호기성 균들은 *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas nigrifaciens*, *Pseudomonas mira*, *Bacillus macerans* 등임을 알 수 있다. 그리고 김호식(1960) 등은 *Pseudomonas sp.*에 의한 김치에서의 vitamin B₁₂의 생합성에 관하여도 연구하였는데 그중의 몇 균주는 우수한 vitamin B₁₂ 생산능력을 가지고 있었다. 이들 세균들의 김치 발효 과정중에 있어서의 동적 변화에 대하여는 김호식과 전재근(1966)⁽¹⁷⁾의 연구가 있는데 그 결과에 의하면 발효 초기에는 호기성, 혐기성 세균이 모두 증가를 보였으나 발효가 진행됨에 따라 차츰 혐기성 세균의 생육이 활발해지고 호기성 세균은 감소되었다고 한다. 이로 미루어 김치의 성숙에 관하여는 미생물은 주로 혐기성 세균이며 그 중에서도 특히 젖산균의 역할이 중요함을 알 수 있다고 하였다.

김치는 또한 일반적으로 신선한 상태 그대로 먹는 식품이므로 그에 관한 위생학적인 면도 고찰되어야 하겠는데 소진탁(1959)⁽¹⁸⁾은 김치 발효 중의 회충란의 발육 및 저항력에 관하여 연구하였고 정윤수(1968)⁽¹⁹⁾ 등은 김치 발효와 대장균의 사멸성에 관하여 연구하였다. 그 결과를 보면 회충란은 김치의 다른 성분에는 별 영향을 받지 않으나 마늘과 겨자에 의해서는 그 생존에 상당한 저항을 받았다고 하였다. 그리고 대장균은 5%의 식염농도 하에서는 30°C에서 48시간 후 20°C에서는 72시간 후에 사멸하므로 김치가 충분히 성숙되었을 때 식용하면 대장균의 오염은 염려하지 않아도 된다고 하였다.

그런데 최근 우리들의 생활은 급속히 근대화 되어 가고 있어 이제까지 주로 가정에서 가공 소비되던 김치가 차츰 공업적인 생산으로 전환되어야 할 단계에 이르렀다⁽²⁰⁾. 1967년 봄 부터는 국내의 수개 공장에서 파월 국군에게 납품할 목적으로 김치 통조림을 제조하게 되었으며 요즘에 와서는 이 김치 통조림이 시판까지 되고 있다. 이는 확실히 포장되고 저장성 있는 김치의 공업적 제품에 대한 요구가 나날이 늘어감을 보여주는 것으로서 이런 현상은 도시생활이 점차 조직화 되어 시간적으로나 정신적으로나 바쁜 실정하에서는 오히려 당연한 귀결이라고 하겠다. 이에 수반되어 최근에는 김치 통조림 제조에 대한 특허도 수개나 발표되었다. 한귀동(1954)⁽²¹⁾의 특허는 발효 숙성된 김치에 염산을 가하여 pH1로 조절함으로써 일체

의 발효를 정지시키고 개관시에는 적당량의 증탄 산소오다로써 중화하여 식용하는 방법이며, 이시자(1965)⁽²²⁾의 특허는 김치 재료를 살균시키고 인공적으로 *Streptococcus lactis*를 첨가하여 발효시킨 뒤 가열살균하여 통조림하는 방법이고 김창식(1966)⁽²³⁾ 등은 nisin의 첨가로 세균의 증식을 억제하는 방법을 특허로 냈고 정호권(1967)⁽²⁴⁾은 간헐적 열처리 방법으로 김치를 통조림하는 방법을 특허로 냈다. 그리고 천영애(1967)⁽²⁵⁾는 가열 살균시 열의 침투가 쉽게 이루어지도록 하는 회전식 가열 살균 방법을 특허로 냈다. 이러한 특허와는 별도로 이춘녕(1968)⁽²⁶⁾ 등은 김치 통조림 제조에 관해 연구를 하였는데 이들은 연구를 통해 내열성 젖산균이 60°C에서 18분간의 가열로써 완전살균됨을 알아냈다. 결국 김치를 공업적으로 가공하는데 있어서는 유통과정 중 제품의 신선도를 유지하는 것이 가장 큰 난점인 바 상기의 통조림 방법 이외에도 여러가지 방부제사용, 방사선 조사를 하였을 때의 저장효과에 대하여도 조사되고 있다^(27,34).

그러나 이런 여러가지 방법들은 부분적인 효과만을 줄 뿐 실제로 이용하기에는 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 가장 경제적인 포장재료를 선정하고 이로써 김치를 포장하여 제품의 신선도를 유지하는 동시에 현재 우리나라 실정으로 보아 응용이 가능한 저장방법을 개발하고자 하는 것이다.

포장재료의 선정에 있어서는 여러가지 물리적 성질이 김치포장에 적용될 수 있고 또 가격이 저렴한 플라스틱을 이용하여 실험하였고 저장방법에서는 우리나라 현실에 적용이 가능한 냉동, 냉장, 방부제 및 저온 가열 살균방법을 단일 또는 병합으로 처리하여 그 저장효과와 품질에 미치는 영향 등을 살핍으로써 가장 실용적인 저장방법 개발을 시도해 보았다.

본 연구는 1969년 5월 과학기술처와의 연구 용역 계약에 의해 수행되었음을 이에 밝혀두는 바이다.

재료 및 실험방법

재 료

김치의 제조를 위하여 사용된 재료는 배추, 마늘, 생강, 파, 고추, 소금 및 식염인데 이들 재료 중 주원료인 배추는 6월부터 생산되는 봄결구배추를 이용하였고 마늘은 봄에 수확후 저장되어 있는

것을 그리고 생강과 파는 선선한 상태로 서판되고 있는 것을 구입하여 사용하였다. 고추는 건조된 것을 구입하여 씨와 꼭지를 제거하고 직접 방아간에서 분쇄하여 사용하였고 소금은 순도 85% 정도의 일등염을 사용하였다.

포장재료로 사용된 플라스틱 필름은 국내에서 생산된 polyethylene, polypropylene, poly-cello로서 0.04~0.10mm 두께의 필름을 사용하였다.

실험 방법

1. 김치의 제조

기본적인 원료의 배합비율은 대한중합식품주식회사에서 사용하는 c-Ration 용 김치 통조림 제조 규격에 준하였다. 그러나 수차 김치를 제조하여 Panel test를 한 결과 그의 미흡한점을 발견하여 결국 다음의 표 1에 보는 바와 같이 약간의 원료를 보충하였다.

표 1. 김치원료의 배합비율

원	료	배합비율(중량비)	
통	배	추	1000
마	늘		11.60
생	강		1.59
	파		47.30
고	추		23.60
소	금		38.70
설	탕		20.00

김치의 제조공정은 다음과 같다. 먼저 배추의 식용할 수 없는 외엽과 근부를 제거하고 절단하여 수도물로 깨끗이 씻고 소쿠리에 담아 수분을 제거한 다음 소요량의 식염을 골고루 뿌려 배추의 숨을 죽였다. 여기에 필요량의 파를 씻어서 적당한 길이로 잘라 넣고 마늘과 생강은 배추에서 나온 국물과 함께 mixer로 갈아서 첨가한 다음 최종적으로 필요량의 고추 가루와 설탕을 가하여 잘 섞어서 이것을 미리 만들어 놓은 큰 0.1mm 두께의 이중 polyethylene bag에 넣고 이 bag을 통에 넣어 물을 채운후 그림 1과 같이 물에 뜨지 않도록 돌로 눌러 놓았다. 이때 polyethylene bag의 입구 부분은 물이 들어가지 않도록 통 밖으로 내 놓았고 김치가 담긴 부분만 물속에 잠기게 하는데 그렇게 되면 bag의 상부는 물의 압력에 의하여 저절로 오므러들고 김치 내부에서 발생하는 gas만 나가게 되어 김치와 공기의 접촉이 최소한으로 방지 되는 것이다.

이와 같이 김치를 담그는 이유는 첫째 공기와의

접촉면을 최대한도로 줄임으로써 김치 표면에 생길 수 있는 호기성세균의 번식을 억제하여 김치의 잡미(雜味) 생성을 막기 위한 것이며 둘째로는 소량의 김치제조시 외부로 부터의 급격한 온도 변화를 물에 의해 완화시켜 김치발효가 전체적으로 균등하게 진행되도록 하려는데 있다.

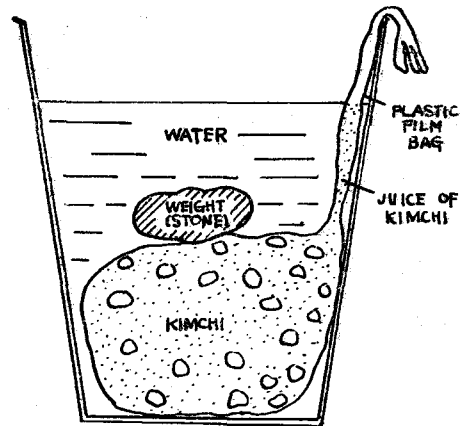


그림 1. 김치의 발효방법

2. 김치의 포장

위와 같이 제조된 김치는 적당히 숙성되었을 때 즉시 포장하는데 11cm×16cm 크기의 플라스틱 필름봉지를 만들고 여기에 200g의 김치를 평량하여 넣고 전기 정착기로 밀봉하였다.

3. 김치의 성숙도 결정

김치의 성숙도를 결정하는때는 젖산 발효의 진행을 추적한다. 젖산발효의 추적을 위하여는 일반적으로 pH, 적정산도, 환원당량 및 Panel test 등을 시행하고 있으나 pH는 김치액 자체의 buffer action 때문에 그 변화가 예민치 못하므로 본 실험에서는 적정산도, 환원당량 및 Panel test만을 행하기로 하였다.

가. 적정산도의 측정

발효중인 김치액을 취하여 Toyo No.5 여과지로 여과하고 얻은 여과액 10ml를 취하여 지시약 bromthymol blue를 2~3방울 가한 후 0.1N NaOH로 적정해서 그 적정치를 젖산으로 환산하고 백분율로 표시하였다. 그 계산예를 보면 다음과 같다. 지금 김치액 10ml를 중화하는데 소비된 0.1N NaOH의 양이 2.0cc였다면 젖산으로 다음과 같이 환산할 수 있다. 0.1N NaOH 2cc는 0.1N 젖산 2cc에 해당되는데 젖산의 분자량은 90이므로 이를 무게로 환산 하면

$$2 \times \frac{90}{1000} \times 0.1 = 0.018(\text{g})$$

따라서 김액 10ml에 함유된 젖산의 비율은

$$\frac{0.018}{10} \times 100 = 0.18(\%) \text{이다.}$$

나. 환원당의 측정

전기 적정산도의 측정방법에서와 같이 국물 여과액을 만들어 Somogyi의 비색법으로 환원당을 측정하였다. 즉 여과액을 적당히 희석하고 그중 1ml를 취해 Somogyi copper reagent 1ml를 가하고 마개를 하여 끓는 water bath 상에서 10분간 가열하였다. 다음에 이것을 냉각하고 1ml의 arsenomolybdate color reagent를 가한 뒤 잘 흔들어서 5분동안 방치하였다가 증류수 7ml를 가해 잘 흔들고 다시 10분동안 방치한 후 Beckmann DU spectrophotometer로 560m μ 의 파장에서 optical density(OD)를 측정하였다. 이 OD 값을 D(+)-glucose standard curve 상에서 찾아 glucose량을 구하고 이것을 김치원액에 대한 환원당의 백분율로 환산 표시하였다.

다. Panel test.

김치의 질을 평가함에 있어 그 판별기준을 외관 냄새, 맛, 신선도, 성숙도의 5가지로 나누고 scoring method에 의해 각각의 score를 0에서부터 100까지 잡았다. 이와 동시에 description 난을 두어 성숙된 정도를 기술토록 하였다. 이 test는 10명의 선정된 관능검사원에 의해 실시되었고 채점이 끝난 뒤는 전체의 점수를 종합하고 평균내어 그 평균점수로써 김치의 질을 평가하였다.

4. 포장재료의 적응성 실험

김치 포장에 이용될 수 있는 포장재료는 포장후 김치에 가해지는 제반 처리에 견디어 낼 수 있어야 하므로 여기서는 김치의 냉동 처리에서 적용되는 저온과 가열 살균처리에서의 고온에 대한 저항력을 우선 살펴 보았다. 먼저 각종의 포장재료를 이용하여 김치를 포장하고 저온에 대한 실험에 있어서는 -40°C 에서 1시간동안 급속냉동시킨 후 -15°C 에서 1개월간 저장하면서 포장재료의 파열, 경화 및 위축 상태를 검토하였다. 한편 고온에 대한 실험은 김치의 최고 가열 살균온도인 85°C 의 water bath속에서 30분간 침지한 후 역시 상기의 여러가지 상태를 검토하였다. 그리고 포장재료의 김치 냄새의 일산화도나 미생물 침투 현상등은 장기간 저장실험을 하는 동안에 계속 관찰하였다.

5. 김치의 저장 방법

가. 냉정방법

위에 기술한 바와 같이 김치를 플라스틱 필름으

로 포장하고 냉동 건조기를 이용하여 -40°C 에서 급속히 냉동시키고 -15°C 에 저장하면서 1개월에 1회씩 시료를 채취, 적정산도측정과 관능검사를 하여 김치의 변질 여부를 분석하였다.

나. 냉장방법

역시 전기한 바와 같이 포장한 김치를 -5°C , 0°C , 4°C 의 3가지 다른 냉장온도로 저장하면서 5일에 1회씩 시료를 채취하여 김치의 변질을 조사하였다.

다. 방부제 처리방법

이 실험에 사용된 방부제는 *p*-oxymethylbenzoate, *p*-oxypropylbenzoate, *p*-oxybutylbenzoate, sodium dehydroacetate, sodium benzoate, potassium sorbate로 이들은 그 특징으로 보아 침채류에 사용이 적당하다고 생각되는 것들이다. 이들 6가지의 방부제를 허용량 범위내에서 김치에 첨가하고 20°C 와 30°C 에서 저장하면서 그 방부효과를 분석하였다.

라. 저온 가열 살균방법

11cm \times 16cm의 플라스틱 필름봉지에 성숙기의 김치를 200g씩 넣고 60°C 에서 85°C 까지의 여러가지 온도에서 가열하여 살균효과를 실험하였는데 이 가열처리의 작업은 우선 각 살균온도와 같은 온도로 유지된 water bath에서 10분간 탈기시킨 뒤 포장을 밀봉하고 수개의 stainless steel 판을 일정한 간격으로 고정시켜 그 간격이 1.5cm 정도 되게 한 것을 이용하여 포장된 제품의 두께를 1.5cm로 맞추고 각 살균온도에서 5분, 10분, 20분간 가열한 후 냉수에 담가 냉각시켜다. 이와 같이 처리된 김치는 상온과 30°C 에서 저장하면서 주기적으로 시료를 채취하여 김치의 변질 현상을 분석하였다.

마. 병합 처리 방법

(1) 방부제와 저온 가열살균의 복합방법

위의 방부제 처리 실험에서 그 효과가 인정된 방부제의 허용량을 김치에 첨가하고 저온 가열살균시와 동일한 조건으로 포장하여 60°C , 65°C 의 2가지 낮은 가열처리 온도에서 5분, 10분, 20분간 살균한 후 30°C 에 저장하면서 시료의 저장성을 검토하였다.

(2) 방부제와 냉장의 복합방법

방부제 처리 실험에서 선택된 방부제의 허용량을 김치에 첨가하고 포장하여 4°C 에 냉장하면서 김치의 변질상태를 분석하였다.

(3) 저온 가열살균과 냉장의 복합방법

김치를 저온 가열살균시와 같이 포장하여 60°C

와 65°C에서 10분, 20분간 살균한 뒤 4°C에 저장하면서 김치의 적정산도의 변화와 조식의 연화 현상을 관찰하였다.

결과 및 고찰

최적 포장 시기의 결정

김치 포장의 최적기를 결정하기 위하여는 우선

김치의 성숙정도를 측정할 수 있는 방법이 있어야 하겠다. 이러한 김치 성숙도의 결정 방법을 설정하기 위하여 김치를 18°C 부근에서 발효시키면서 적정산도와 환원당의 변화를 측정하여 보았다.

그런데 위의 측정치 만으로는 김치의 성숙된 정도를 정확하게 판정할 수 없어서 이를 Panel test와 연결시켜 김치 성숙도를 결정하였다. 그 결과

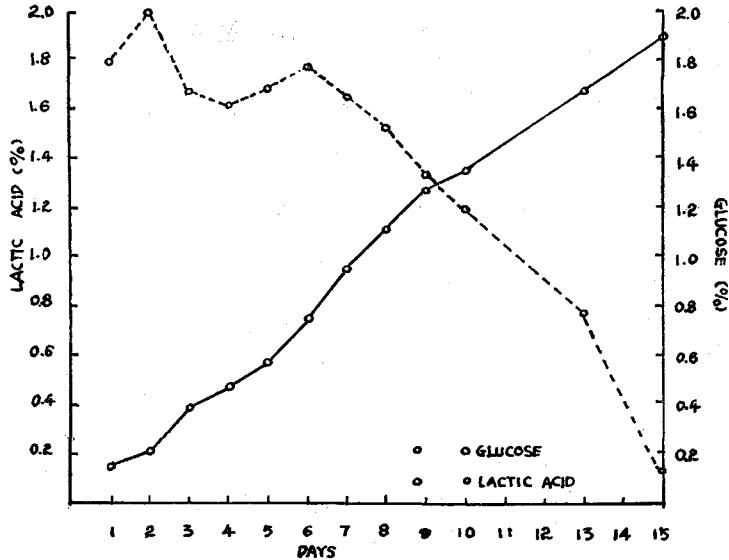


그림 2. 김치 발효중 적정산도와 환원당의 변화

는 표 2와 같다.

표 2. Pael test에 의한 김치 성숙의 결과

발효 일 수 (180°C에서 발효)	접수	성숙 정도	적정 산도 (lactic acid %)
2 일	413	미숙	0.22
3 일	436	미숙 성숙의 초기	0.4
4 일	450	성숙	0.48
5 일	441	성숙 성숙의 후기	0.56
6 일	415	성숙의 말기	0.76
7 일	372	과숙	0.95
8 일	337	과숙	1.01
9 일	322	과숙	1.28
10일	292	과숙	1.35

위의 두가지 실험결과를 종합 검토하여 보면 김치의 숙성과정에서 젖산의 생성은 발효진행에 정비례하여 증가하고 있으며 환원당의 양은 발효초기 즉 젖산의 생성량이 0.7% 정도까지는 어느 수준을 유지하고 있으나 그 이후는 비례적인 감소를 보이고 있다. 이와 같은 현상에 표 2의 Panel tast 결과를 결부시켜 분석하여 본다면 우리의 미각상

기호에 일치하는 시기는 젖산의 함량을 측정함으로써 결정할 수 있다고 보며 우리의 식성으로 최적의 성숙기는 표 2에서 보는 바와 같이 적정산도가 0.5% 부근이다. 그리고 우리가 식용할 수 있는 김치 성숙도의 범위는 적정산도 0.4%로부터 0.75%까지 임을 또한 알 수 있다.

그러므로 결론적으로 최적의 포장시기란 김치 성숙도가 최적일 때이며 이때의 김치국물의 적정산도가 0.5%일 때이다. 그러나 여기에는 포장후 저장을 위하여 가해지는 처리의 영향을 참작하지 않으면 안된다. 즉 가열살균방법이나 냉동방법과 같이 김치의 발효진행은 순간적으로 중지시킬 수 있는 저장방법을 적용할 때에는 김치의 포장시기가 적정산도 0.5%일 때라고 할 수 있겠으나 냉각이나 방부제 처리를 할 때에는 포장후에도 미약하나마 발효가 계속 진행되므로 김치가 약간 미숙상태인 적정산도 0.5%일 때가 포장 적기라 하겠다.

포장 재료의 적응성 실험

시중에서 구입할 수 있는 플라스틱 필름 포장재료 중에서 독성이 없고 여러가지 기계적적성(열적

착온도, 파열강도, 투습도, 가스투과성 등)이 김치 포장에 적합하다고 생각되는 것으로 polyethy-

lene, polypropylene, polycello를 선정하였는데 이들의 기계적 적성을 보면 다음과 같다.

표 3. 포장 재료의 기계적 적성

성 질	필립별	polypropylene		polyethylene			
		moplen M ₁	moplen M ₂	고	압	저	압
비	중	0.90~0.91	0.90~0.91	0.92		0.94~0.96	
용	점 °C	164~170	164~170	107~112		132~138	
항	장 력 (kg/cm ²)	300~350	300~350	105~140		280~300	
타	외 신 도 (%)	500~700	500~700	400		700	
절	꼭 강 도 (kg/cm ²)	9,000~12,000	8,000~10,000	1,300~1,500		4,000~7,000	
연	화 점 °C	105~110	100~105	—		82~88	

자료: 谷山英一, 포장식품, 紀元社, 東京 47(昭和42年)

그러나 플라스틱 필름은 여러가지 두께로 생산되므로 김치 포장에 알맞은 두께를 정하기 위하여 0.04mm에서 0.1mm까지의 여러가지 두께의 재료를 가지고 김치를 포장하여 최고 살균온도인 85°C의 water bath 속에 30분간 침지하여 그들의 외형의 변화를 관찰하였다 결과는 표 4와 같다.

표 4. 포장 재료의 열 적응성 실험

포장재료	두께	shring king	파 열 유 무	외 관
polyethylene	mm 0.04	심하다	없다	약해보임
	0.06	약간있다	"	괜찮다
	0.08	없다	"	알맞다
	1.0	"	"	좀투박해보임
polypropylene	0.04	심하다	"	약해보임
	0.05	다소있다	"	괜찮다
polycello	0.04	다소있다	"	약해보임
	0.06	다소있다	"	약해보임
	0.07	없다	"	양호함
	0.08	없다	"	"

여기서 polypropylene은 모든 두께의 것을 전부 구할수 없어 두가지의 두께만을 구하여 실험하였고 그 결과로서 다른 두께의 성질을 추론하였다. 그리고 이 포장재료들은 모두 저온에 의한 변질이나 미생물 침투 현상을 발견할 수 없었다. 한편 실험이 장기간 진행됨에 따라 나타난 사실은 polyethylene은 polypropylene에 비해 제품의 취급시 포장의 파열이 빈번하다는 것과 김치 냄새의 일산화 전자의 경우가 더 심하였다는 것이다. 이에 반해 polycello는 모든 적성이 김치 포장에 알맞았다. 따라서 이번 실험한 재료중에서는 polycello가 김치 포장에 가장 적합한 포장 재료라고 할 수 있

다. 그러나 polypropylene도 사용 가능한 우량한 재료라 생각되며 최악의 경우에는 polyethylene도 사용할 수 있을 것으로 본다.

사용한 플라스틱 필름의 두께에 있어서는 0.08mm가 김치 포장에 가장 적합하였다.

냉동 방법에 의한 김치의 저장

김치의 냉동기간 중 적정산도의 변화를 살펴 보면 표 5와 같다.

표 5. 김치의 냉동기간중 적정산도의 변화

저장온도	저장일수				
	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월
-15°C	0.58	0.59	0.59	0.59	0.60

주: 포장시 김치의 산도는 0.58

표 5의 실험 결과에서 보는 바와 같이 김치를 냉동하여 저장하면 5개월이 경과하여도 적정산도의 변화는 거의 없음을 알 수 있겠다. 그 이유로는 김치내의 모든 수분이 동결되어 미생물의 활동이 중지되고 이와 동시에 효소의 작용도 정지됨으로써 발효가 진행될 수 없기 때문이라고 본다. 따라서 김치의 맛을 변화시키지 않기 위하여는 이 냉동방법도 이용할 수 있겠으며 또 장기간 저장도 가능하지만 냉동인 김치를 해동하면 김치 조적내의 수분이 탈수되어 맛없는 길진 김치가 된다. 그러므로 냉동방법은 김치저장에는 부적당하다고 생각된다.

냉장방법에 의한 김치의 저장

과채류의 냉장방법은 일반적으로 동결점 이상의 온도를 적용하고 있으나 김치는 가열된 식품이어서 -5°C에서도 김치국물의 동결만 생기고 김치 조적은 동결되지 않는다.

그러므로 이 실험에서는 -5°C, 0°C, 4°C 3가

표 6. 김치의 냉장 기간 중 적정산도의 변화

저장일수 \ 저장온도	10일	20일	30일	40일	50일	60일	70일	80일	90일	100일
-5°C	0.57	0.58	0.59	0.58	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.62
0°C	0.58	0.61	0.60	0.61	0.59	0.60	0.59	0.60	0.61	0.62
4°C	0.61	0.61	0.64	0.68	0.68	0.70	0.69	0.70	0.72	0.72

주 : 포장시 김치의 산도는 0.56

저 냉장은도를 사용하였다. 각 조건에서의 김치의 저장효과는 표 6 과 같다.

표 6 의 실험치에서 보는 바와 같이 냉장에 의한 김치의 저장은 상당히 양호하여 100 일 까지의 저장 기간에도 약간의 적정산도가 증가하였을 뿐 심한 변질이 없었다. 그리고 온도에 따른 저장 효과는 -5°C 와 0°C 의 온도조건하에서는 거의 같은 저장효과를 나타내며 4°C 의 경우에는 점진적으로 변질이 일어나 냉장 20 일 내에 -5°C 나 0°C 에서 100 일간 저장한 김치와 동등한 품질을 나타내었다.

이와 같은 사실에 의하면 김치의 냉장온도는 0°C 가 가장 적합하며 저장 가능한 기간은 3 개월 정도라고 말할 수 있다.

방부제 첨가에 의한 김치의 저장

방부제에 의한 우리나라 김치의 저장은 이미 여러 사람들에게 의해 시도되었는데 그들중의 중요한 결과를 소개하면 다음과 같다. 윤혜정(1951)은 sodium benzoate, salicylic acid 및 HCl 등을 사용하여 김치의 산패방지를 실험하였는데 그중 0.04 %의 sodium benzoate 의 효과가 현저하였다고 하며, 김창식(1958)은 benzoic acid, salicylic acid, streptomycin, aureomycin, halazon 등의 미국법정 허용량을 김치에 첨가하고 병조립하여 가열 살균을 행한뒤 사용한 방부제별 보존효과를 조사한 결과 benzoic acid 만이 유효하였다고 보고하였으며,

김병기 및 그의 공동 연구자(1966)들은 방부제에 의한 김치의 보존실험에서 methenamine(0.2mg/kg)과 potassium sorbate(2gm/kg)를 혼용한 것이 가장 유효하였다고 보고하였다. 그의 송석훈 및 그의 공동 연구자(1966)들은 sorbic acid 를 비롯한 8 종의 방부제를 이용하여 김치의 보존효과를 관찰하였는데 sodium dehydro acetate p-oxy butylbenzoate 및 sorbic acid 가 좋은 결과를 나타내었다고 한다.

이상과 같은 실험결과들은 김치 저장을 위한 대체적인 방부제의 성질을 알 수 있도록 하였으며 이들 결과를 참조하여 이 연구에서는 우리나라 식품 위생법이 허용하며 가장 유효하다고 생각되는 6 종의 방부제를 택하여 실험에 사용하였다. 각 방부제의 첨가량은 보사부 식품첨가물 기준에 의하였으며 방부제의 종류와 그의 첨가량은 표 7 과 같다.

표 7. 방부제의 종류와 그의 첨가량

방 부 제	종 류	첨가량(%)
p-oxy methylbenzoate(POMB)		0.01
p-oxy propylbenzoate(POPB)		0.01
p-oxy butylbenzoate(POBB)		0.01
sodium dehydroacetate(DHA)		0.01
sodium benzoate(SB)		0.06
potassium sorbate(PS)		0.2

표 8. 방부제 처리시 산도의 변화

저장일수 \ 저장온도	20°C						30°C			
	1일	2일	3일	4일	5일	7일	1일	2일	3일	4일
POMB	0.65	0.85	0.94	1.12	1.32	—	0.85	1.12	1.25	1.48
POPB	0.67	0.83	0.95	1.08	1.30	—	0.87	1.11	1.27	1.45
POBB	0.67	0.82	0.95	1.10	1.30	—	0.84	1.13	1.30	1.47
D H A	0.68	0.88	0.97	1.09	1.35	—	0.86	1.12	1.28	1.47
B S	0.62	0.78	0.83	0.92	1.03	1.65	0.72	0.90	1.15	1.25
P S	0.60	0.62	0.65	0.68	0.76	1.50	0.65	0.70	0.84	1.08
Blank	0.72	0.88	0.98	1.13	1.37	1.80	0.92	1.14	1.32	1.50

주 : 포장시 산도 : 0.58

표 8은 사용한 방부제의 김치 보존에 있어서의 방부효과를 나타내는데 실험결과와 윤곽을 분석해 보면 우선 사용한 방부제중 방부효과를 현저하게 나타낸 것은 potassium sorbate 이고, 다음으로 sodium benzoate 가 약간의 방부효과를 보여 줄뿐 그의 4가지 방부제는 방부효과가 거의 없다. 이와 같은 사실들은 김치의 저장을 위해서는 potassium sorbate 가 가장 적합한 방부제임을 시사하여 주는 것이다.

그리고 이 potassium sorbate 의 방부효과를 구체적으로 검토하여 보면 20°C에서 저장할때 4일 동안에 약 0.2%의 적정산도가 증가되며 30°C에서 저장하였을 때는 2일도 경과하기전에 적정산도가 0.2% 증가한다. 식용할 수 있는 김치의 적정산도 범위는 이미 말한대로 대략 0.45%부터 0.7%이다. 따라서 저장중의 적정산도의 변화한계는 0.2% 이하로 하는 것이 타당할 것이다. 그렇다면 결론 적으로 potassium sorbate 를 이용하여 김치를 저장할 경우 20°C에서는 4일간 30°C에서는 2일간 정도의 품질보존이 가능하다고 보겠다.

저온 가열 살균에 의한 김치의 저장

김치의 가열 살균시 고려하여야 할 점은 미생물의 완전한 사멸과 함께 김치의 신선도 유지이다. 이 두가지 조건은 서로 상반되는 현상이기 때문에

우리가 추구하는 것은 이들 두가지 조건을 절충시킬 수 있는 살균조건이다.

가열살균 방법은 이미 김치 통조림의 제조에 응용되어 왔으나 김치 통조림에 이용된 공관은 휴대관이 5cm 정도의 두께를 가지고 있어 통조림 중심부까지 멸균시킬 수 있는 열을 침투시키기 위해서는 비교적 높은 온도에서 장시간의 가열이 필요하다. 따라서 김치 통조림은 일반적으로 열에 의한 변질이 심하게 일어나고 있다.

김치의 성숙기와 그 이후에 김치에 존재하는 microflora 중 대부분의 수를 차지하고 있는 균은 *Lactobacillus plantarum* 이나 *Lactobacillus brevis* 로서 이춘영(1968) 등은 이들중 강력한 생산능력과 내열성을 가진 균주들을 선택하여 가열치사 속도를 조사하였는데 그 결과에 의하면 60°C에서 18분간 가열 함으로서 이 균들은 완전히 사멸된다고 하였다. 이와 같은 실험결과를 참조한다면 김치의 가열 살균은 비교적 낮은 온도에서도 이루어질 수 있음을 알 수 있으며, 이 실험에서는 김치의 살균시 가능한 한 열침투에 호조건을 부여하고 최저의 살균온도를 구하는데 주력하였다.

우선 70°C, 75°C, 80°C 및 85°C에서 각각 5분, 10분, 20분 간의 가열 처리를 행한 후 30°C의 온도에서 저장하면서 김치의 변질현상을 조사

표 9. 가열처리한 김치의 저장중 적정산소의 변화(I)

저장일수 가열온도	3일	6일	9일	12일	15일	18일	21일	24일
70°C— 5분	0.61	1.03	1.25	1.47	1.54	1.64	—	—
10분	0.57	0.58	0.96	1.35	1.45	1.67	—	—
20분	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61
75°C— 5분	0.62	1.08	1.42	1.70	1.75	1.84	—	—
10분	0.58	0.60	0.85	1.17	1.47	—	—	—
20분	0.57	0.57	0.57	0.57	0.58	0.58	0.58	0.59
80°C— 5분	0.58	0.58	0.59	0.62	0.96	1.47	1.63	1.84
10분	0.57	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59	0.60	0.60
20분	0.57	0.57	0.58	0.58	0.59	0.60	0.60	0.60
85°C— 5분	0.58	0.60	0.61	0.62	0.62	0.64	0.92	1.23
10분	0.57	0.57	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59
20분	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59	0.60	0.60

주 : 포장시 적정산도는 0.56, 저장온도는 30°C.

한 결과는 표 9와 같다.

표 9의 결과를 정리해 보면 우선 85°C에서 10분과 20분 가열 살균한 것은 24일의 저장후에도 적정산도의 증가가 없는 것으로 보아 완전히 살균

되었음을 알 수 있다. 85°C 5분간의 가열처리에서는 15일의 저장후 점차적인 적정산도의 증가를 보이는 것으로 보아 완전한 살균이 안되었다고 생각할 수 있다. 80°C의 가열처리에 있어서는 대체

로 85°C의 경우와 같은 결과를 보이고 있으며 75°C의 가열처리에서는 20분간을 가열하여야만 완전한 살균효과를 얻을 수 있었다. 그리고 끝으로 70°C의 가열처리에 있어서도 20분간의 가열 처리는 완전한 살균효과를 얻을 수 있었다.

그러나 80°C 이상의 온도에서 가열처리한 김치는 거의 김치 찌개의 형상을 나타내었으며 온도가 낮을수록 신선도가 더 유지됨을 관찰할 수 있었다. 다음에는 더욱 신선도를 유지 시킬 수 있는 살균 온도를 실험하기 위하여 60°C와 65°C의 온도에서

표 10. 가열처리한 김치의 저장중 적정산도의 변화(II)

저장일수 가열온도	3일	6일	9일	12일	15일	18일	21일	24일
60°C— 5분	0.87	1.42	1.45	1.50	1.65	1.84	—	—
10분	0.76	1.40	1.42	1.48	1.62	1.87	—	—
20분	0.72	1.30	1.39	1.48	1.64	1.85	—	—
65°C— 5분	0.78	1.35	1.40	1.45	1.59	1.78	1.84	1.95
10분	0.65	0.70	0.84	1.30	1.48	1.76	1.82	1.94
20분	0.60	0.62	0.62	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64

주: 포장시 적정산도는 0.58 저장온도는 30°C

서 살균하고 그 효과를 관찰하여 보았다.

표 10은 60°C와 65°C에서 저온가열처리 한 결과를 보여준다. 즉 60°C의 가열처리에 있어서는 20분간 가열하여도 완전한 살균을 달성할 수 없으나 65°C의 온도에서는 20분간 가열하면 완전한 살균효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 또한 65°C에서 가열처리한 김치는 그의 신선도를 거의 유지하고 있었다.

그런데 65°C에서 가열처리를 할 경우에는 수차에 걸친 실험에 있어서 어떤 경우에는 20분간 살균하여도 완전한 살균 효과를 얻지 못할 경우가 생기는데 그 이유를 추기한 결과 포장된 김치의 두께를 살균효과의 밀접한 관계가 있음을 발견하였다. 그러므로 다음으로는 김치제품의 두께에 따른 살균효과의 차이를 조사하였으며 그 결과는 표 11과 같다.

표 11. 포장 김치의 두께에 따른 살균효과(적정산도의 변화)

저장일수 두께	2일	4일	6일	8일	10일	12일
1.5cm	0.54	0.54	0.56	0.56	0.56	0.57
1.8cm	0.56	0.56	0.57	0.57	0.57	0.58
2.1cm	0.59	0.60	0.61	0.65	0.97	1.20
2.4cm	0.61	0.63	1.12	1.24	1.60	—

주: 수치는 lactic acid %임. 포장시 적정산도는 0.53 저장온도는 30°C

표 11의 실험결과를 분석하여 보면 가열처리에 있어서 제품의 두께가 얇은 것일수록 열침투가 빨라서 그의 살균 효과가 큼을 알 수 있다. 결국 65°C에서 20분간 살균할 때에는 제품의 두께를 1.8cm 이내로 해야만 완전한 살균효과를 얻을 수 있으며 같은 가열처리 조건이라 할지라도 제품의 두께가 1.8cm 보다 더 두꺼운 제품에 대해서는 완전한 살균이 불가능함을 알 수 있었다.

이들 실험결과를 종합하여 보면 김치를 가열 살균할때 80°C 이상의 온도에서 하면 김치의 신선미를 완전히 손실케 되며 신선도를 가장 우량하게 유지시킬 수 있는 살균온도 및 시간은 65°C에서

20분간이다. 그러나 이 경우에 있어서는 제품의 두께가 1.8cm 이내 이어야만 한다.

병합처리에 의한 김치의 저장

1. 방부제 첨가와 저온 가열 살균방법의 병합처리

송석훈(1966) 등은 김치 통조림에 방부제를 첨가한 결과 살균시간을 단축시킬 수 있다고 보고하였다. 이 실험에서는 전기 연구자들이 발견한 사실을 이용하여 저온 살균의 효과 향상을 위하여 본문 제 5 절의 실험에서 가장 유효하다고 인정된 potassium sorbate를 김치에 첨가하고 60°C와 65°C와 저온 가열처리를 행하고 그 방부효과를 관찰하

였다(표 12 참조).

표 12. 방부제 첨가와 저온가열살균을 같이 했을 때의 살균효과

저장일수 가열온도	2일	4일	6일	8일
60°C— 5분	0.47	0.50	1.1	1.5
10분	0.46	0.49	1.2	1.6
20분	0.45	0.49	1.08	1.2
65°C— 5분	0.45	0.47	1.2	1.3
10분	0.46	0.48	0.9	1.08
20분	0.46	0.48	0.48	0.49

주: 포장시 적정산도는 0.45. 저장온도는 30°C

표 12에 나타난 결과를 보면 결국 65°C에서 20분간 가열처리한 경우만 완전 살균효과를 얻을 수 있었는데 이는 첨가한 방부제의 역할이 거의 없었음을 나타내는 것이다.

2. 저온가열살균 방법과 냉장방법의 병합처리

김치의 저장을 좀더 완전하게 장시간 행하기 위하여 저온 가열살균한 김치를 4°C에서 냉장하면서 그의 저장성을 검토하였는데 그 결과는 표 13과 같다.

표 13. 저온가열살균과 냉장을 같이 했을때의 저장효과

저장일수 가열온도	1개월	2개월	3개월	4개월
60°C—10분	0.56	0.57	0.58	0.60
20분	0.57	0.57	0.57	0.58
65°C—10분	0.57	0.56	0.57	0.58
20분	0.56	0.57	0.57	0.58

주: 포장시 김치의 적정산도는 0.54 저장온도는 4°C

위의 결과는 결국 4개월간의 김치의 저장에 있어서 60°C나 65°C의 저온 가열 살균을 행한 김치는 모두 잘 보존됨을 나타내는 것이다. 그리고 또한 현저한 현상은 저온 가열 살균한 김치를 냉장할 때에는 상온에서 일어나는 연화현상을 볼 수 없고 수개월의 장기간 동안 신선하게 보전할 수 있다는 것이다. 그러므로 저온 가열 살균을 행한 김치를 다시 저온에서 저장하면 그 신선도를 오래 보존할 수 있다고 보겠다.

요 약

우리나라 김치의 공업적 생산에 이바지 하고자 본 연구에서는 김치의 경제적이고 실용적인 포장

방법과 제품의 신선도를 장기간 유지시킬 수 있는 저장방법의 개발을 시도하였다.

1. Panel test의 결과 우리나라 사람들의 식성은 김치의 적정산도가 젓산으로서 0.4%부터 0.75% 사이에 있을 때를 가식범위로 하고 있으며 최적 성숙시기는 0.5% 부근임을 알았다. 그런데 냉장이나 방부제 사용의 경우에는 포장 후에도 제품의 성숙이 미약하게나마 계속되므로 이를 감안하여 적정산도 0.45% 정도인 약간 미숙한 시기가 포장적기라 할 수 있다. 저온 가열살균 방법을 이용할 경우는 성숙이 순간적으로 정지되므로 적정산도 0.5%의 시기가 최적 포장적기라 할 수 있다.

2. Polyethylene, polypropylene 및 polycello의 3종의 포장 재료중 polyethylene은 대체로 양호한 편이나 작업 및 취급 도중 포장의 파열이 빈번하고 김치 냄새의 일산이 심한 것이 단점이며, polypropylene은 전자 보다는 훨씬 우수하며 포장이 강인 하고 투명도도 좋으나 역시 냄새의 일산이 다소 있었다. polycello는 물리적인 특성면에 있어서는 거의 이상적인 재료이지만 가격이 비싼 것이 단점이었다. 그리고 김치포장시 플라스틱 필름의 두께는 0.08mm가 가장 적당하였다.

3. 냉동방법에 의한 김치 저장은 장기간 제품을 산패없이 보존할 수는 있으나 해동시 배추 조직으로부터의 탈수 현상이 일어나 김치의 texture가 불량하게 되므로 적당한 방법이라 할 수 없었다.

4. 냉장방법은 김치의 신선도를 오랫동안 잘 유지시키는 데에 있어서는 가장 좋은 방법이었다. 냉장온도는 0°C가 최적이었고 3개월 정도의 저장이 가능하였다.

5. 방부제에 의한 김치의 저장은 대체로 큰 효과를 얻을 수 없었는데 사용한 방부제 중에서는 potassium sorbate가 가장 좋은 결과를 나타내었으며 이에 의한 저장 가능 기간은 20°C에서 4일 30°C에서 2일 정도이었다.

6. 저온 가열 살균 방법에 있어서는 제품의 크기 및 두께가 열 침투에 크게 영향을 미쳐 살균 정도를 좌우하였다. 얻어진 결과로서는 1.5cm 정도의 포장 두께에서 65°C, 20분간의 가열 살균이 최적이며 이렇게 처리된 김치는 신선도가 별로 손상되지 않고 실온에서 1개월정도 저장이 가능하였다.

7. 병합처리 방법으로는 방법으로는 방부제와 저온 가열 처리의 복합방법, 방부제와 냉장의 복합방법, 그리고 열처리와 냉장의 복합방법을 실험

하였는데 앞의 두 방법은 별로 처리 효과가 없었으나 세번째 방법은 상당히 좋은 효과가 있어 가열처리 후 상온에 저장하였을 때 일어나는 조직의 점진적인 변화가 방지될 뿐더러 냉장만을 적용할 때 오는 발효의 진행을 중지시켜 4개월 이상 김치를 신선하게 유지시킬 수 있었다. 이때 가열처리 조건은 65°C에서 20분간이었으며 냉장은 4°C였다.

참고 문헌

- (1) 채례석, 주진순 : 중앙화학연구소보고 4, 47 (1955)
- (2) 김점식, 김일석, 권태완 : 국방부과학연구소 연구보고서 연구명령번호 No. 1~1~6(1958)
- (3) 김점식, 김일석, 정동호 : 과연휘보 4, 35(1959)
- (4) 이인재, 김성익, 허검 : 중앙화학연구소보고 7, 14(1958)
- (5) 김호식, 조덕현, 이춘녕 : 서울대학논문집 (B), 14, 1(1963)
- (6) 김덕순, 조의순, 이근배 : 대한생화학회잡지 1, 111(1964)
- (7) 윤해정 : 이화여자대학교 70주년 기념논문집 349(1956)
- (8) 김성익, 윤화중 : 중앙화학연구소보고 6, 33 (1957)
- (9) 이태영, 김점식, 정동호, 김호식 : 과연휘보 5, 43(1960)
- (10) 이인재, 허검, 김성익 : 중앙화학연구소보고 7, 18(1958)
- (11) 우경자 : 서울대학교 대학원 가정학과 졸업 논문(1968).
- (12) 권숙표 : 중앙화학연구소보고 4, 42(1955)
- (13) 정태석, 황규찬 : 과연휘보 4, 56(1959)
- (14) 김호식, 황규찬, 이계호 : 과연휘보 5, 65(1960)
- (15) 황규찬, 정윤수, 김호식 : 과연휘보 5, 51(1960)
- (16) 김호식, 정윤수 : 한국농화학회지 3, 19(1962)
- (17) 김호식, 전재근 : 원자력논문집 6, 112(1966)
- (18) 소진탁 : 가정학회지 1, 44(1959)
- (19) 정윤수, 박근창, 유상렬, 김정훈 : 기술연구소보고 6, 5(1967)
- (20) 김창식 : 경북대논문집 2, 221(1958)
- (21) 한귀동 : 발명특허공보 제13호(1954)
- (22) 이시자 : 특허공보 제117호(1965)
- (23) 김창식, 김정호, 정병호 : 특허공보 제135호 (1966)
- (24) 정호권 : 특허공보 제150호(1967)
- (25) 최영애 : 특허공보 제154호(1967)
- (26) 이춘녕, 김호식, 전재근 : 농화학회지 10, 33 (1968)
- (27) 송석훈, 조재선, 김권 : 기술연구소보고 5, 5(1966)
- (28) 송석훈, 조재선, 박근창 : 기술연구소보고 6, 1(1967)
- (29) 김창식 : 경북대논문집 5, 139(1962)
- (30) 이희성, 이근배 : 원자력논문집 5, 64(1965)
- (31) 김병기, 손득명, 정용, 윤명조 : 현대의학 5, 441(1966)
- (32) 권숙표, 최진우 : 특허공보 제159호(1967)
- (33) 조인선, 이석연 : 특허공보 제163호(1968)
- (34) 하순섭 : 과연휘보 5, 139(1960)