

Retort Pouch 김치의 傳熱特性和 殺菌條件에 관한 研究

변유량 · 신승규 · 김주봉 · 조은경

연세대학교 식품공학과
(1983年 9月 8日 수리)

Studies on the Heat Penetration and Pasteurization Conditions of Retort Pouch *Kimchi*

Yu Ryang Pyun, Seung Kyoo Shin, Ju Bong Kim and Eun Kyung Cho

Department of Food Engineering, Yonsei University, Seoul 120
(Received September 8, 1983)

Abstract

Heating characteristics for retort pouches of *Kimchi* heated in hot water were determined as a function of various parameters for processing. Processing conditions in laboratory and commercial retort were also evaluated on the basis of storage test.

D values for *Lactobacillus plantarum* isolated from test sample ranged from D 1.08 to D 0.18 and z value was 10.5°C. Thermal diffusivity of *Kimchi* increased from 1.15 to 1.44 x 10⁻³ cm²/s by blanching for 15 min at 80°C. The rate of heat penetration was significantly decreased with increasing the thickness of the pouch although the decreases was less significant below 1.0cm thickness. Increasing in the ratio of solid to syrup up to 90:10 proportionately decreased f_h value, but above the ratio f_h values were nearly constant.

서 론

레토르트 파우치(retort pouch)는 종래의 통조림과 거의 동일한 장기보존성을 가지면서 평편한 모양을 가지고 있고 열전달 특성이 우수하기 때문에 가열살균하는 동안 품질저하를 최대한 방지할 수 있는 포장재료이다.⁽¹⁾

최근 미국, 유럽, 일본등에서는 레토르트 파우치 식품이 상당히 개발, 보급되고 있으며 우리나라에서도 레토르트 파우치 식품이 급속히 신장되고 있다.⁽²⁾

레토르트 파우치로 김치를 포장하여 살균하면 장기보존성이 있는 양질의 김치를 생산보급할 수 있으며 이는 군용 작전식량, 레저식품 또는 일반 가정용으로 널리 보급될 수 있을 것이다. 김치의 품질은 가열살균조건에

매우 민감하게 좌우되므로 본 연구에서는 레토르트 파우치 김치의 열전달특성과 살균조건에 대하여 연구, 검토하였다.

재료 및 방법

재료

실험실에서의 전열 및 살균실험에 사용한 시료김치는 세보실업에서 시판중인 포기김치를 구입, 세절하여 사용하였으며, 현장살균실험에서는 D상사에서 담야 4~7°C의 저온에서 25일간 숙성시킨 PH4.1~4.2의 세절한 배추김치를 사용하였다.

본 실험에서 사용한 레토르트 파우치는 polyester (12 μm) / aluminum foil (9 μm) / nylon (15 μm) / casted polypropylene (60 μm)으로 구성된 불투명파우치와 pol-

yester (12μm) / nylon (15μm) / casted polypropylene (60μm)으로 구성된 투명파우치이며, 파우치의 크기는 130mm×110mm이었다.

방법

가. 산패균의 내열성 시험

PH 3.86의 김치시료로부터 형태관찰, 산도측정 및 당 발효실험(1)을 통하여 *Lactobacillus plantarum*을 분리 하고 플라스크법(4)으로 閼(5) 등의 방법에 따라 내열성을 조사하였다.

나. 시료김치의 충전방법

파우치에는 총 100g의 김치를 충전하였으며, 이때 고형물과 국물의 비율은 9 : 1이 되도록 하였다. 김치를 pouch에 담을때 줄기대 위의 비율은 6 : 4가 되도록 하였으며, 파우치내의 공기를 구축한 후 impulse sealer (밀봉너비 10mm, Fuji Mfg. Co., model 300-10)로 밀봉하였다.

다. 열 침투 실험

탈기할 때 김치조직의 온도는 김치줄기의 중심에 1 mm 구리-콘스탄탄 열전쌍을 설치하여 측정하였다. 파우치 김치의 열전달 실험에서는 테프론으로 제작한 열전쌍 지지 adaptor(6)로 파우치 중앙의 김치줄기 속에 지름 1.6mm 구리-콘스탄탄 열전쌍을 고정하여 기록계 (Rikadenki recorder model R-22)로 기록하였다.

라. 열처리 방법

일정한 온도의 반 밀폐된 항온수조에서 발생하는 수증기 중에 김치를 일정한 시간 동안 노출시켜 탈기하였으며, 이때 발생하는 수증기의 온도 및 김치조직의 온도를 측정하였다.

실험실에서 레토르트 파우치 김치의 가열살균은 80~95°C의 열탕 중에 파우치를 일정한 시간 동안 담그어 살균한 후 흐르는 수도물로 곧 냉각하였다. 현장실험에서는 D상사에 설치된 신아전기에서 제작한 열수순환식 살균기 [레토르트 유효용적 0.8(W)×0.8(H)×4.0(L)m]를 사용하였으며 rack의 중앙에 파우치를 수평으로 배열하여 살균하였다.

마. 시료의 분석방법

시료의 총생균수는 Pederson과 Albury(7)의 TGY agar 배지를 이용하여 평판주가 배양법으로 계측하였다. 레토르트 파우치에 봉입된 공기량은 파괴적방법(8)에 따랐으며 가능한 실험오차를 줄이기 위해 5회 이상 반복하여 평균값을 취하였다.

시료의 pH는 digital pH meter (Orion Research, model 501)로 측정하였으며, 총산은 마쇄한 시료 5ml를 취하여 0.1N NaOH로 적정하고 적산량으로 환산하였으며 지시약으로는 bromthymol blue를 사용하였다.

결과 및 고찰

내열성 시험

閼 등의 보고에 의하면 김치의 주산패균은 *Lactobacillus plantarum*이므로(1) 이를 대상으로 내열성 시험을 하였다. 산패된 PH 3.86의 시료김치로부터 *L. plantarum* 균주 10주를 분리하였으며, 예비실험을 통하여 이들 균주 중 가장 내열성이 큰 K-10 균주를 대상 미생물로 선정하였다.

K-10 균주의 61 및 69.5°C에서 D값은 각각 1.08분 및 0.18분 이었으며 Fig. 1로부터 linear least square로 z값을 구한 결과 10.5°C였다. 李 등(9)이 분리한 *L. plantarum* 균주는 60°C에서 3분인 것으로 보고한바 이 균주보다는 내열성이 작았다.

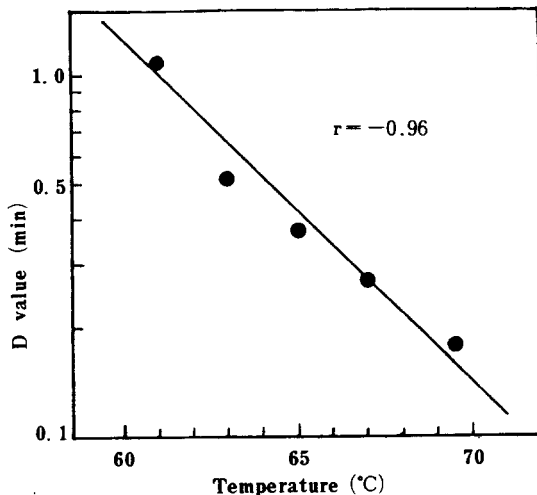


Fig. 1. Thermal death time curve for *L. plantarum* isolated from Kimchi

전열속도에 영향을 미치는 인자

가. 탈기가 열전달속도에 미치는 영향

김치의 탈기조건이 레토르트 파우치 김치의 가열 살균에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 70~90°C의 수증기로 일정한 시간 동안 열처리한 김치를 파우치에 담고 인위적으로 파우치내의 공기를 가능한 거의 구축한 다음 밀봉하여 90°C 열탕에서 10분간 가열하였다. Fig. 2는 가열한 후 파우치내에 잔존하는 공기량과 탈기할때 김치조직의 온도를 나타낸 것이다. 탈기하지 않은 경우 잔존공기량은 15ml였으며, 탈기시간에 따라 잔존공기량은 점차 감소하여 탈기온도에 관계없이 최종적으로 모두 7~8ml에 도달하였다. 이로 미루어보아 김치조직 중의 공기가 거의 구축되어도 밀봉하는 동안에 최소한 7

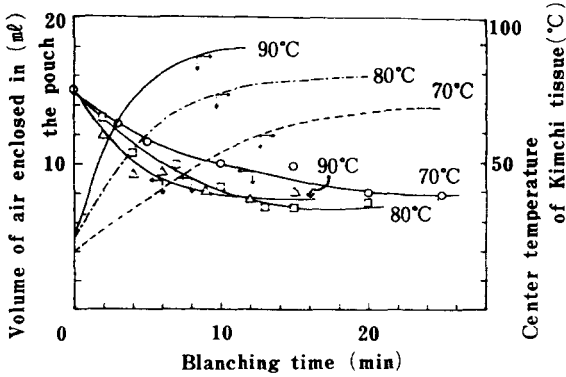


Fig. 2. Effect of blanching temperature and time on the volume of air enclosed in the pouch

~8ml의 공기가 봉입되는 것으로 생각된다. 진공포장기로 밀봉할 경우 파우치내에 약 10ml의 공기가 봉입되는 것으로 보고되고 있다.¹⁰⁾ 탈기온도에 따라 완전 탈기되는데 소요되는 시간은 70°C 인 경우 20분, 80°C 인 경우 10분, 90°C 인 경우 8분 이었다.

한편 각기 다른 조건으로 탈기한 김치를 파우치에 밀봉하여 90°C에서 가열하였을때 열침투곡선으로부터 구한 f_h 값과 파우치내 봉입공기량의 관계를 Fig. 3에 실선으로 나타내었다. 앞에서 설명한 것처럼 7~8ml 이상으로 존재하는 공기는 김치조직 중의 공기로 볼 수 있으므로 김치조직 중에 잔존하는 공기량이 많을수록 전열속도는 늦어지는 것을 알 수 있다.

이상의 결과로 보아 탈기조작에 의하여 김치 조직 중의 공기를 가능한 구축한 다음 충전, 밀봉하는 것이 중요한 것으로 생각된다. 90°C에서 탈기할 경우 4분이 지나면 육안으로 조직의 연화가 관찰되었으나 80°C에서

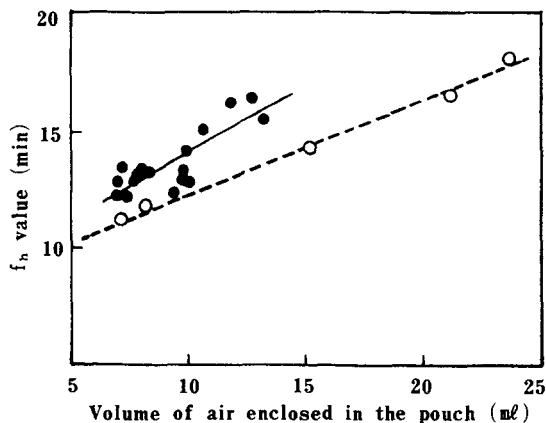


Fig. 3. Correlation between heating slope factor (f_h) from heating curve and volume of air enclosed in the pouch

는 거의 변화가 없었으므로 80°C에서 10분 탈기하는 것이 적합한 것으로 생각되었다.

나. 파우치의 두께가 열전달 속도에 미치는 영향

레토르트 파우치 식품의 가장 큰 특징은 살균시간이 짧아 식품성분 뿐만 아니라 조직에 미치는 열변화가 적다는 것이다. 그러나 파우치에 담는 양이 많으면 당연히 두께가 두꺼워져 열전달속도가 느려진다. 따라서 파우치의 장점을 살릴 수 있는 적절한 살균조건을 찾기 위해 파우치의 두께가 가열살균할 때 열전달속도에 미치는 영향에 대하여 검토하였다.

Fig. 4에는 열침투곡선으로부터 구한 평균 f_h 와 평균 지연계수 j_h 를 나타내었다. 파우치의 두께가 1.0 및 1.5 cm일때 f_h 는 각각 9.7 및 13.6분 이었으나 2.0cm 일때 f_h 는 21분으로 증가되어 열전달속도가 현저히 늦었다. 한편 j_h 도 파우치 두께의 영향을 받아 파우치가 두꺼워질수록 j_h 는 증가하였다. 지름 77mm인 휴대관에 김치를 통조림한 경우 f_h 및 j_h 는 각각 32분 및 1.62인 것으로 보고되었다.⁹⁾ 이 값과 비교하여 볼때 소형통조림에 비하여 레토르트 파우치 김치에서의 열전달속도가 훨씬 빠르다는 것을 알 수 있다.

다. 고형물과 국물 비율이 열전달속도에 미치는 영향 포장용기 중의 식품의 가열속도는 용기의 총괄 열전달속도에 의하여 영향을 받는다. 100°C 이하에서 가열할 경우 압도적으로 열수식 레토르트가 유리한 것으로 알려져 있으며¹¹⁾ 열수식인 경우 파우치 外面의 열전달계수는 유속에 의하여 좌우되나 유속 2m/s인 경우 10,000~20,000kcal/m²·h·°C인 것으로 보고되고 있다.¹²⁾ 이에 대하여 파우치 内面 즉 식품측 열전달계수는 햄버거나 햄과 같이 고체제품인 경우 100~200kcal/m²·h·°C 정도이며, 카레

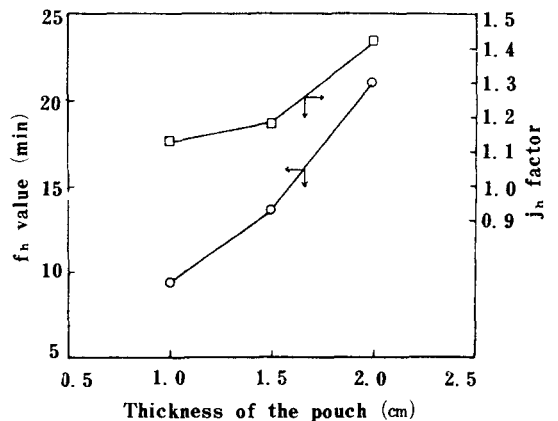


Fig. 4. Effect of the thickness of pouch Kimchi on heating slope factor (f_h) and lag factor (j_h)

와 같이 액체제품인 경우에는 이보다 클 것으로 예상된다. 따라서 파우치 內面의 열전달 계수는 파우치 外面의 열전달계수에 비하여 훨씬 작기 때문에 결국 파우치의 총괄 열전달계수는 파우치 內面의 열전달계수에 크게 영향을 받는다. 김치는 고형물과 함께 김치국물을 충전하기 때문에 김치국물의 양은 파우치 內面의 열전달계수에 영향을 미칠 것으로 생각되어 김치국물량이 열전달속도에 미치는 영향을 살펴보았다.

즉 파우치의 두께는 1.5cm, 고형물량은 90g으로 고정된 뒤 김치국물량을 0, 5, 10, 15, 20 및 30g으로 각각 변화시켜 포장한 다음 90°C에서 가열하였다. Fig. 5는 열침투곡선으로부터 구한 f_h 와 봉입한 국물량과의 관계를 나타낸 것으로 고형물대 국물의 비율이 90대10까지는 f_h 가 현저히 감소하였으나 그 이상에서는 f_h 값이 거의 일정하였다. 이와같은 결과는 김치국물량이 적을 때에는 파우치의 내면과 불균일한 김치고형물 사이가 완전히 밀착되지 않아 전열저항이 크나 봉입한 국물량이 증가함에 따라 파우치 내면과 김치고형물 사이를 국물이 메우기 때문에 전열저항이 작아지기 때문인 것으로 생각한다. 그러나 고형물대 국물 비율이 90대30일 때는 김치가 완전히 국물에 잠길 정도인데도 f_h 값에 변화가 없는 것으로 보아 과량의 국물에 의한 대류효과는 거의 없는 것으로 생각된다.

라. 봉입공기량이 열전달속도에 미치는 영향

레토르트 파우치 김치의 열전달속도는 김치의 탈기 정도에 의해서 영향을 받을 뿐만 아니라 조직외, 즉 김치 주위에 존재하는 봉입공기량에 따라서도 영향을 받는다. 따라서 김치를 80°C에서 10분간 탈기한 다음 고형물대 시림의 비율을 90대10으로 파우치에 담고 파우치내에 봉

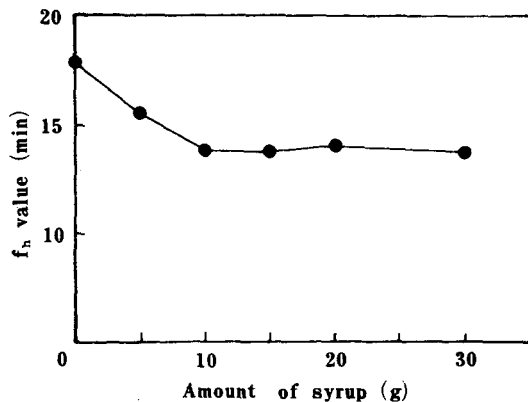


Fig. 5. Effect of the ratio of solid and syrup on the heating slope factors of pouch Kimchi (solid : 90 g)

입되는 공기량을 다르게 밀봉한 다음 가열 실험을 하였다.

열침투곡선으로부터 구한 f_h 와 봉입 공기량과의 관계를 Fig. 3에 점선으로 나타내었다. 봉입공기량 7~8ml란 앞에서 설명한 것처럼 인위적으로 impulse sealer로 밀봉했을 때의 최소봉입량이며 그 이상의 공기량은 탈기한 김치의외부에 존재하는 공기량이다. 김치의외부에 존재하는 공기량이 많을수록 f_h 가 거의 직선적으로 증가하여 열전달속도가 저해되었다. 그러나 김치내부의 공기에 비해서 그 영향은 약간 작았다. 특히 잔존공기량이 20ml 이상이면 현저히 전열저항을 받고 잔존공기량이 많아지면 가열초기에 온도상승이 지연되는 broken heating curve를 나타내는 것이 특징인 것으로 보고되었다.^(13,14) 그러나 잔존공기량 23.7ml까지의 본 실험범위내에서는 broken heating curve는 관찰되지 않았다.

김치의 열확산도

탈기실험에서 김치조직내에 잔존하는 공기량에 따라 열전달속도가 영향을 받는다는 것을 알았다. 이는 김치 조직 중의 공기량에 따라 김치의 열전도도가 변하기 때문일 것이다.

따라서 탈기조건을 달리하여 파우치에 포장한 김치의 각 전열곡선으로부터 Olson의 방법^(15,16)에 따라 김치의 열확산도를 추정한 결과 Table 1과 같은 결과를 얻었다.

Table 1. Thermal diffusivity of Kimchi blanched at 80°C

Blanching time (min)	Thermal diffusivity ($\times 10^{-3}$ cm ² /s)
0	1.15
3	1.25
6	1.35
10	1.40
15	1.44

즉, 일정온도에서 탈기시간에 따라 열확산도가 점차 증가하였는데 이는 조직중의 공기가 구축됨에 따라 열전도도가 약간씩 커지는 때문으로 생각되었다. 張과 全⁽¹⁷⁾의 보고에 의하면 김치의 열확산도는 20°C와 60°C에서 각각 1.32×10^{-3} 및 1.57×10^{-3} cm²/s인 것으로 보고되어 본 추정값과 비슷한 값을 보였다.

가열살균조건 검토

가. 실험적 연구

이상의 열전달실험 결과를 기초로 하여 80°C에서 10분간 탈기한 김치를 고형물대 국물의 비율이 90대10이

Table 2. Changes in pH and acidity for selected runs pasteurized at various temperature and time

Storage time (day)	Process temp.	0		3		6		14		24		52	
		pH	acidity (%)	pH	acidity (%)	pH	acidity (%)	pH	acidity (%)	pH	acidity (%)	pH	acidity (%)
80°C	5 min	4.25	0.57	4.25	0.55	4.24	0.55	3.41	1.71	3.45	1.70	3.62	1.68
	10 min	4.22	0.57	4.22	0.55	4.22	0.55	4.15	0.61	4.18	0.59	4.13	0.61
90°C	5 min	4.23	0.55	4.23	0.54	4.24	0.59	3.52	1.54	3.45	1.73	3.39	1.71
	10 min	4.25	0.55	4.25	0.55	4.27	0.55	4.18	0.59	4.21	0.57	4.12	0.62
95°C	5 min	4.23	0.57	4.24	0.57	4.24	0.61	4.11	0.64	3.51	1.25	3.65	1.70
	7 min	4.25	0.59	4.24	0.57	4.22	0.59	4.21	0.55	4.14	0.61	4.10	0.66
Fresh Kimchi		4.18	0.61	4.01	0.81	3.71	1.39	3.61	1.49	3.65	1.40	3.65	1.56
Blanched Kimchi without processing		4.18	0.66	3.98	0.87	3.69	1.46	3.65	1.46	3.65	1.49	3.60	1.54
Processed Kimchi without blanching		4.25	0.62	4.24	0.61	4.24	0.62	4.17	0.61	4.14	0.62	3.37	1.65

되게 100g을 파우치에 담고 두께 1.5cm, 봉입공기량이 가능한 최소가 되게 밀봉한 뒤 살균온도와 살균시간을 달리하여 살균실험을 행하였다.

항온조에 52일 저장하면서 PH와 산도의 변화를 측정하였으며, 각 온도에서 살균시간을 4 개 구간으로 달리 하였으나 Table 2에는 중요한 시료구만 나타내었다. 현재까지의 김치저장에 관한 연구 결과를 종합하여 보면 김치의 가식시간은 PH 4.0, 젖산으로 나타낸 산도 0.75% 까지라고 할 수 있다.⁵⁾ 이를 기준으로 판단하면 탈기와 살균을 전혀 하지 않은 생김치와 탈기만 하고 살균을 하지 않은 김치는 저장 3일후 산패가 일어났다. 한편 80°C에서 10분, 90°C에서 10분 및 95°C에서 7분 살균한 김치는 30°C에서 52일간 저장하여도 PH와 산도에 거의 변화가 없어 장기보존이 가능하였다. 그러나 80°C, 90°C 및 95°C에서 5분간 살균하였을때는 14~24일 저장 후에 산패되었다.

각 온도에서 살균했을 때 열침투곡선을 Fig. 6에서 살펴보면 80, 90 및 95°C에서 5분 살균했을 때 파우치 중심온도는 49, 52 및 53°C였다. 저장실험 결과, 미생물학적으로 장기저장이 가능한 80°C에서 10분, 90°C에서 10분 및 95°C에서 7분 살균했을 때 파우치 중심의 온도는 각각 65°C, 72°C 및 65°C였다. 이와같은 결과로 미루어보아 파우치의 중심온도가 적어도 65°C에 도달되도록 가열처리 하여야만 장기보존이 가능한 것으로 판단된다.

한편 탈기를 하지 않은 김치를 96°C에서 10분 살균하였을 경우 52일 후에 산패가 되었다. 이는 앞서 관찰된 바와같이 조적내에 공기가 존재하면 전열속도가 현저히 지연되기 때문이며, 또한 탈기를 위하여 가열처리

하는 동안에 초기 미생물균수가 약 1/4로 감소하기 때문인 것으로 생각된다.

나. 현장 실험

현재 군남용 레토르트 파우치를 생산하고 있는 D상사에서 열수순환식 살균기를 사용하여 살균실험을 실시하였다.

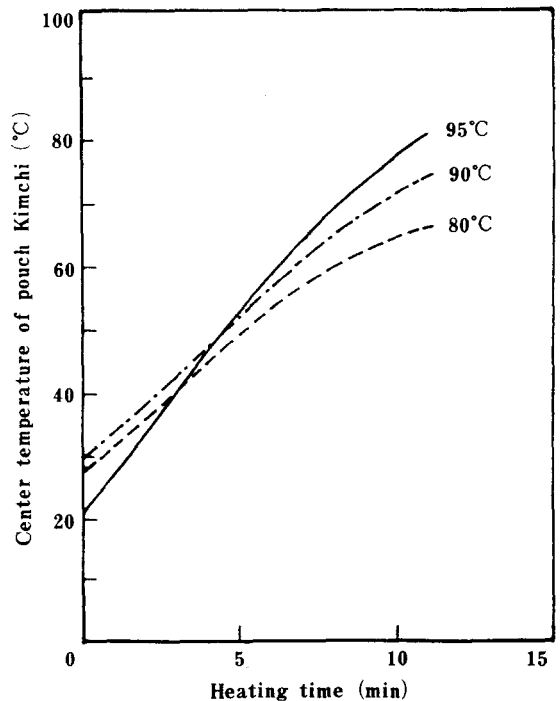


Fig. 6. Heat penetration curves for pouch kimchi processed at various temp.

김치는 터널형 steam blancher를 사용하여 80~85°C에서 10분간 열처리하여 탈기한 다음 총무게 100g (고형물 90g+국물 10g)을 담고 두께 1.5cm가 되게 밀봉하였다. 이때 실험실과 조건이 다른 점은 김치국물을 60°C로 가열한 후 충전하였다. 살균온도 85°C에서 5~17분, 95°C에서 4~8분, 102°C에서 2~7분, 111°C에서 1~4분 및 115°C에서 0.5~2.5분 범위에서 각 온도마다 5개 구간 살균시간을 달리하여 살균하고 총 25 batch, 300여개의 시료를 37°C, 포화습도의 항온조에서 90일간 저장실험 하였다.

모든 시료는 장기저장하는 동안 산패현상이 일어나지 않았다. 이는 모든 시료가 과잉살균되었다는 것을 의미하는 것으로 과잉살균의 이유를 전열곡선에서 살펴 보았다.

Fig. 7에 대표적으로 115°C에서 0.5분(holding time) 살균했을 때의 가열 및 냉각 곡선을 나타내었다. 점선으로 나타낸 레토르트(레토르트 중앙에 열전쌍 설치)의 온도를 살펴보면 열수식이기 때문에Come up time은 매우 짧아 열수를 공급하자 곧 레토르트 온도는 살균온도에 도달하였다. 한편 열수를 레토르트에 채우는데 소요되는 급수시간이 2분 28초였으며, 0.5분간 115°C를 유지한 다음 열수를 회수하는데 1분 57초가 소요되었고, 냉각수를 채우는데 4분 9초가 소요되었다. 따라서 holding time을 제외하고 열수 급수와 회수 및 냉각수 급수에 소요되는 총시간은 8분 34초이다. 그러므로 시료의 상하 위치에 따라 차이는 있으나 holding time 이외에 약 4분~9분 동안 추가로 열을 받게 된다.

Fig. 7을 보면 실제 holding time은 0.5분에 불과한데 레토르트 온도는 약 7분동안 115°C를 유지하게 되며 이 동안에 파우치의 온도는 계속 상승하게 되므로 상당히 과잉살균된다. 그러므로 제일 저온에서 짧은 시간 살균한 85°C, 5분 실험구도 실제 파우치가 가열된 시간은 12~14분이 되며, 이는 앞의 실험실적 연구와 비교하면 충분한 살균으로서 장기보존이 가능하며 이 이상의 온도, 시간에서 살균한 것은 모두 과잉살균한 셈이다.

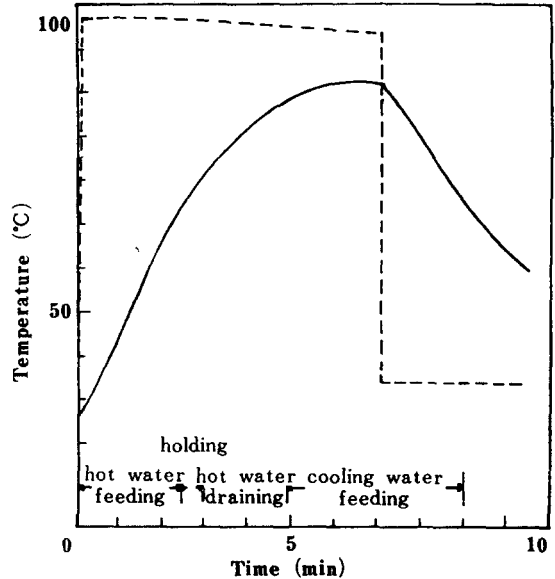


Fig. 7. Temperature profile during thermal processing in commercial retort

— : Center temperature of pouch Kimchi
 : Retort temperature

이와같은 결과로 미루어 보면 김치를 열수식 살균기로 살균할 때 열수의 공급과 회수 및 냉각수 급수에 소요되는 시간을 신중히 고려하여야 하며 또한 가능한 이에 소요되는 시간을 짧게할 필요가 있다. 소규모 장치가 아닌 이상 회분식 열수살균기에서는 열수의 공급과 회수 및 냉각수 공급에 어느 정도의 시간이 소요되는 것은 피할 수 없으므로 김치의 고온살균은 부적당한 것으로 생각된다.

한편 저장중 미생물의 변화를 Table 3에 나타내었다. 김치의 초기 총생균수는 5×10^8 /ml 정도였으며 10일 후 살균김치의 총생균수는 $1-9 \times 10^5$ /ml로서 저장기간 동안 전반적으로 서서히 감소되었다.

요 약

Table 3. Changes in total plate count for selected runs pasteurized at various temperature and time

Pasteurization condition		Storage time (day)				
temp. (°C)	time (min)	10	25	40	70	85
85	17	9×10^5	12×10^5	12×10^4	7×10^3	10^3
95	6	4×10^5	3×10^6	12×10^4	12×10^4	3×10^3
102	4	10^5	10^5	3×10^5	10^4	4×10^3
115	0.5	7×10^5	2×10^5	2×10^4	4×10^3	10^3

1. 김치의 주 산패균인 *L. plantarum*을 김치로부터 분리하고 내열성시험을 행한 결과 D값은 61~69.5°C에서 1.08~0.18분이었으며 z값은 10.5°C이었다.
2. 김치의 살균시 열전달 속도에 미치는 인자를 검토한 결과 탈기는 80°C에서 10분, 두께는 1~1.5cm, 고형물대 국물비는 9대 1의 조건이 적정조건임을 알수 있었고, 밀봉시 가능한 한 봉입공기량이 최소로 되는 것이 바람직하였다.
3. 김치의 열확산도는 생김치일 때 $1.15 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$ 이었으나 탈기할수록 점차 증가하여 80°C, 15분 탈기하였을 때 $1.44 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$ 이었다.
4. 김치의 살균온도 및 시간에 따른 저장실험을 행한 결과 살균온도 80~90°C에서는 10분 이상, 95°C에서 7분 이상의 조건이 장기보존 가능성을 나타내었다.
5. 회분열수식 살균기에서 파우치 김치를 살균할 때는 95°C 이상의 고온살균은 부적당한 것으로 판단되었으며, 열수의 공급과 회수 및 냉각수 공급시간이 김치의 살균에 큰 영향을 미쳤다.

사 의

본 연구는 산학협동재단의 1982년도 연구지원에 의하여 이루어진 것으로서 산학협동 재단에 심심한 사의를 표하는 바이다.

문 헌

1. Mermelstein, N. H. : *Food Technol.*, 32, 25 (1978)

2. 李相圭 : 食品工業, 69, 49(1983)
3. 柳洲鉉, 梁漢喆, 鄭東孝, 梁隆 : 食品工學實驗書 II, 探求堂, p. 158(1975)
4. Stumbo, C. R. : *Thermobacteriology in Food Processing*, 2nd ed., Academic Press, New York (1973)
5. 권태완, 민태익, 조재선, 변유량, 한태룡 : 김치의 공업화를 위한 산패 및 연부방지에 관한 연구, 한국과학기술연구소(1977)
6. Spinak, S. H. and Wiley, R. C. : *J. Food Sci.*, 47, 880(1982)
7. Pederson, C. S. and Albury, M. N. : New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, Cornell University, Bulletin No. 824(1969)
8. Ghosh, A. and Rizvi, S. S. H. : *J. Food Sci.*, 47, 969(1982)
9. 李春寧, 金浩植, 全在根 : 農化學會誌, 10, 33(1968)
10. Maurice R. B., Jr. : A Presentation for the Symposium, *Using the Retort Pouch-Worldwide*, March 14-15, 1979, Indiana polis, Indiana
11. 山口尹通 : *New Food Industry*, 18(11), 43(1976)
12. 寺島好己 : 食品工業(日), 6(F), 31(1978)
13. 山口尹通 : *ジャパソフサイエンス*, No. 1, 22(1979)
14. 森光國 : 食品工業(日) 10(F), 25(1982)
15. Olson, F. C. W. and Jackson, J. M. : *Ind. Eng. Chem.*, 34, 337(1942)
16. Poulson, K. P. : *J. Food Eng.*, 1, 115(1982)
17. 張奎燮, 全在根 : 韓國食品科學會誌, 14, 112(1982)