產業技術硏究(江原大學校 産業技術硏究所 論文集) 第3輯(1983)
Res. Report, The Inst. of Industrial Technology, Kangweon Nat. Univ., Korea, Vol. 3

레토르트 파우치 고추장의 적정 고온 살균 조건에 관한 연구

이 신 영* · 최 국 지** · 이 상 규***

Studies on the Optimal Sterilization Conditions of Red Pepper Paste Packed in Retort Pouch.

Shin-Young Lee* · Kook-Chi Choi** · Sang-Kyu Lee***

Abstract

Heating characteristics of red pepper paste packed in report pouches of various thicknesses and their storage stability were investigated to determine the adequate processing conditions that good bacterio logical safty and minimal quality changes could be obtained, when sterilized by using a steam-air system retort.

A heat penetration into pouch-packed red pepper paste was carried out through by a conductive heat transfer, indicating a simple logarithmic heating curve, and the smaller thickness revealed the higher heat penetration rate, suggesting the possibility of high temperature-short time sterilization of red pepper paste.

The processing conditions with Fo-value of 4.5 or higher were sufficient for keeping up bacterial safty, but based on C-value, better quality retention was obtained at pouch thickness of 15mm under the processing temperature of 120°C.

Subsequent storage study revealed that the red pepper paste packed in 15mm and processed at 120°C with Fo=4.5 could be held without any spoilage and overall acceptance change, when stored for 6 months at room temperature under the relative humidity of 70%. After 3 months storage in 38°C under saturation humidity, overall acceptance of red pepper paste were judged not to be maintainable on the acceptable level, but it may be suggested that above the results could be kept up a desirable quality without any remarkable deterioration.

I. 서 론

최근 retort pouch 식품의 산업적 생산체제가 확대되므로써 각종의 신제품이 개발되고 있으며 점차 포장식품유통의 주류제품으로 성장할 전망이다.[1,2,3,4]

그러나 아직 retort pouch가 갖는 이점을 충

* 강원대학교 공과대학 발효공학과 조교수
** 강원대학교 공과대학 발효공학과 교수
*** 홍능기계 공업회사
* Assistant Professor, Dept. of Fermentation Technology, Kangweon National University.
** Professor, Dept. of Fermentation Technology, Kangweon National University.
*** Hongneung Machinery Co., Ltd..

분히 고려하고 있지 못한 실정이어서 retort pouch 식품의 제조와 관련한 많은 연구 검토가 필요하다.[5,6,7]

고추장은 우리고유의 조미품인 동시에 기호품으로서 국민식생활의 중요 위치를 차지하고 있으나 포장식품으로서의 유통은 매우 미약하여서 포장형태의 개선이 시급한 제품이다.[8]

Retort pouch 는 얇은 단면과 용기형상의 편평성으로 열전달속도를 크게 향상시킬 수 있어서 고온 단시간 살균에 매우 적합한 포장형태를 갖는다.[9,10]

그러므로 retort pouch 의 우수한 전열특성을 이용하면 고추장의 고온단시간 살균의 가능성이 높으며 품질이나 저장안정성의 향상에 의한 포장식품으로서의 유통체제 개선에 크게 이바지할 것으로 판단된다. 그러나 지금까지 이러한 연구는 이루어 지지 않고 있으며 고추장에 관한 연구는 숙성중에 관여하는 미생물의 동태, 숙성기간중의 성분변화, 고추장의 유동특성 및 열특성 측정연구등이 있을 뿐이다.[8,11,12]

본 연구에서는 새로운 가공법으로 급격히 보급되고 있는 retort pouch 식품의 가열 살균 기술을 도입하여 고온 단시간 살균의 가능성을 검토하였고 저장 안정성을 조사하여 포장식품화에 따른 열처리 가공의 합리적 조건과 전열특성의 기초 자료를 마련하고 자 하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

<재 료>

본 실험에 사용한 고추장 시료는 살균처리전의 시판용 찹쌀 고추장이며 포장재는 여러가지 크기의 retort pouch(Polyester 12μ/Al. foil 9μ/Nylon 15μ/Cast polypropylene 60μ) 및 통조림 6호관(지름 77㎜×높이 66㎜, 체적 234㎖)이다. 통조림 공관은 retort pouch 의 전열특성과 비교하기 위하여 사용하였다.

<방 법>

1. 열전달 특성의 측정 시험

여러가지 크기의 retort pouch(또는 통조림 공관)에 미리 열전기쌍 고정용의 요소수지제 adaptor를 삽입하고 여기에 일정량(200 g)의 시료를 두께를 달리하여서 충진, 밀봉한 후, 수증기비 65~75% 범위에서 가열처리 온도를 110, 115, 120°C 로 변화시키고 열전달성 시험을 행하였다.

시료의 가열처리에는 수증기-공기혼합계인 가압수냉식 전자동 레토르트(Fujimori Kogyo Co. Ltd., model UHR301)을 사용하였고 가열중 시료중심과 레토르트 본체내의 온도변화는 직경 0.3㎜의 구리-콘스탄탄 열전기쌍을 사용하여 점타식 평형자동온도기록계(Electro Laboratriet Co. Ltd., recorder type Z9-CTF, Fo Calculator)로 측정, 기록 하였다.

2. 저장 안정성 시험

가열처리한 retort pouch 고추장을 상온 70% 상대습도 및 38°C 의 고온포화습도구에서 6개월간 저장하면서 매 1개월 간격으로 내용물의 미생물학적 안전성과 관능의 경시변화를 측정하여 저장 안정성 시험을 행하였다.

미생물학적 안전성시험[13]은 일본의 후생성 검사지침에 준하여 항온시험에서는 용기의 팽창 또는 누수 여부로 그리고 세균 시험에서는 항온시험결과에서 음성으로 나타난 시료를 5개의 thioglycollate 배지에 접종하여 35°C, 48시간 배양 후의 세균증식 여부나 형성된 미생물 집락의 개수를 측정하므로써 실시하였다.

한편 관능검사[14]에서는 아주 좋다, 좋다, 보통이다, 나쁘다, 아주 나쁘다의 5 point Hedonic scale 을 사용하여 10~15명 관능요원의 전체기호도의 경시변화를 봄으로써 행하였다.

3. F_o 값 및 C 값의 산출

가열살균중 살균효과를 나타내는 척도인 F_o 값을 구하기 위하여는 *Cl. botulinum* 균의 A형 포자사멸을 목표로 하는 저산성 식품 경우의 F_o 값을 구하는 다음 식(1)을 적용하였다.

$$F_o = \int_0^t 10^{(T-121.1)/10} dt \quad \cdots\cdots (1)$$

본 연구에서는 위 식(1)을 기초로 용기내 시료중심온도의 경시변화로부터 각 온도에 대응

하는 치사율가를 적산하는 General Method에 의하여 살균공정의 Fo 값을 산출하였다.[15]

한편 가열살균하는 동안 관능 및 영양분 보유율의 이론적 평가에 사용하는 C값은 Fo 값을 산출하는 식(1)과 유사한 다음 식(2)로부터 구하였다.[16,17]

$$C=\int_0^t 10^{(T-100)/Z_c}dt \quad \cdots\cdots(2)$$

여기서 Z_c는 품질변화속도의 10배 변화에 필요한 온도차이다.

일반적으로 Z_c값은 시료내의 위치나 품질요소에 따라서 다르며 여러가지의 값을 나타낸다.[17] 본 연구의 경우는 고추장 가열시의 주요 품질인자는 외관선택 및 냄새인 점에 착안하여 33°C의 값을 적합한 것으로 판단하였으며 시료내의 위치는 표면인 것으로 판단하였다. 표면에서의 C값을 구하는데 필요한 표면 온도의 산출은 Kopelman[18]등이 제안한 다음의 이론식을 적용하였다.

$$T_s=T_1-T_{sc}(T_1-T_c) \quad \cdots\cdots(3)$$

여기서 T_1, T_c는 실측하는 값이며 T_{sc}는 비정상상태 전열이론식의 해로부터 구해지는 값이다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

열전달 특성의 검토

포장식품의 전열특성은 가열살균조건에 직접적인 영향을 미치는 중요인자이다.[19,20]

고추장 시료의 열전달 특성을 알아보기 위하여 전열특성에 가장 큰 영향을 미치는 시료두께를 변화시키면서 가열온도—시간관계를 조사하였으며 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

가열시간은 열처리 온도가 높아질수록 급속히 감소하였으며 그 경향은 온도가 낮은 범위에서 더욱 현저하였다. 시료두께 15㎜의 경우 열처리온도 110, 115 및 120°C에서 거의 비슷한 살균값인 F_o=4.5~5.0으로 가열하는 데 요하는 시간은 각각 85, 45 및 35분의 값을 나타내었다. 따라서 열처리 온도를 높게하면 가열시간은 상당히 단축될 수 있음을 알 수 있다.

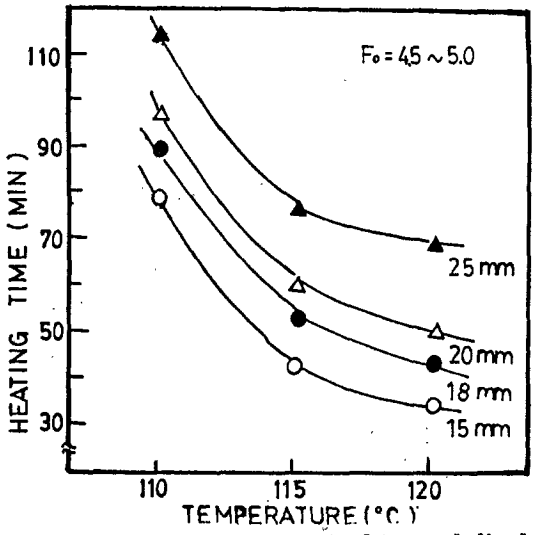

Fig. 1. Heating time required to reach final F_o-values of 4.5~5.0 at different heating temperatures and sample thicknesses

그러나 시료의 두께를 크게하면 가열시간이 크게 길어지고 처리온도의 증가에 따른 가열시간의 감소 정도도 상당히 감소하였다. 즉 두께 25㎜의 경우에서 보는 바와 같이 110, 115 및 120°C의 열처리 온도에서 F_o=4.5~5.0 까지의 가열에 요하는 시간은 각각 113, 75 및 70분으로 15㎜두께의 경우보다 가열 소요시간의 현저한 증가를 보였으며 열처리 온도가 높은 범위인 115와 120°C에서의 가열시간은 각각 75 및 70분으로 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 이는 115°C 이상에서는 가열소요시간이 시료두께에 크게 영향을 받는 것을 의미하며 Ohlsson[10]이 최근 평판형 용기에 대한 최적 살균 온도의 이론적 연구에서 얻은 결과와 일치하는 경향이다.

시료 두께가 가열살균의 중요인자임을 알았으므로 시료 두께를 달리하면서 열전달 속도를 조사하였으며 그 결과로서 110, 115 및 120°C에서의 열침투곡선을 구하고 Fig. 2, 3, 4에 각각 나타내었다.

열처리 온도나 시료 두께에 관계없이 단일의 직선관계를 나타내고 고추장의 열전달양식은 전도가열식품의 경우 얻어지는 단순대수가열곡

선을 나타내었다. 그러나 시료 두께를 크게할수록 직선의 기울기값은 감소하여서 열전달속도가 시료 두께의 증가에 따라 감소하는 사실을 보여주었다.

특히 통조림의 경우를 나타낸 Fig. 4에서는 retort pouch 쪽이 통조림에 비하여 직선의 기울기값이 크므로 두께가 얇으면 retort pouch의 전열속도는 통조림보다 훨씬 빠르고 고온

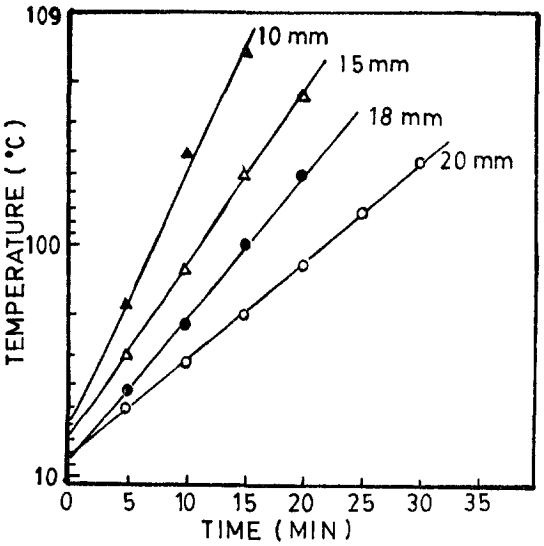

Fig. 2. Heat penetration curve of red pepper paste at 110°C Processing

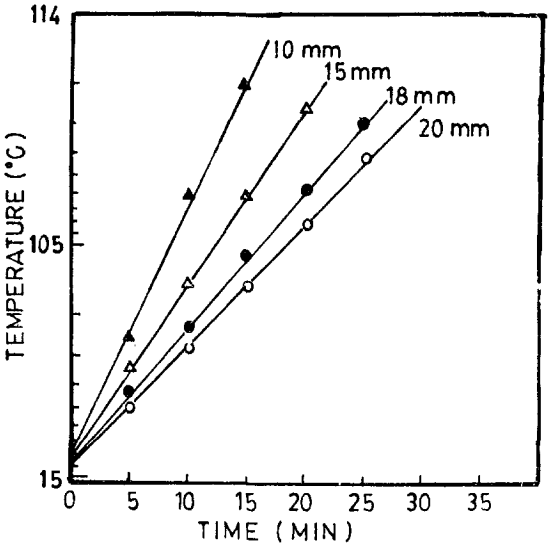

Fig. 3. Heat penetration curve of red pepper paste at 115°C processing

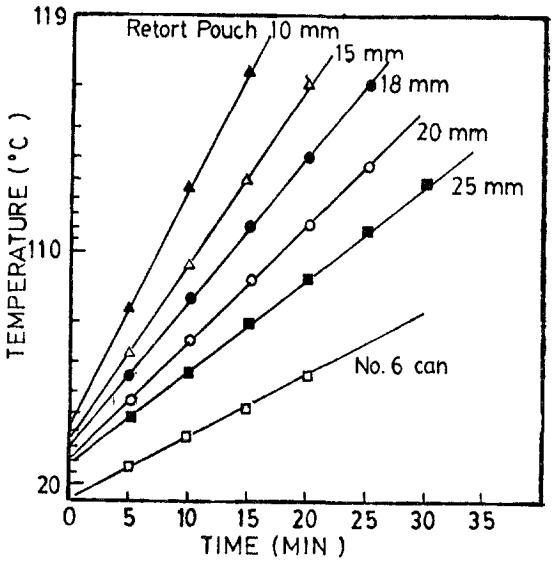

Fig. 4. Heat penetration curve of red pepper paste at 120°C processing

단시간의 급속가열이 가능함을 보이고 있다.

Fig. 4의 열침투 곡선으로부터 전열 parameter인 가열구배 f_h와 지연계수 j값을 시료 두께에 따라 구하고 이들 관계를 Fig. 5에 나타내었다.

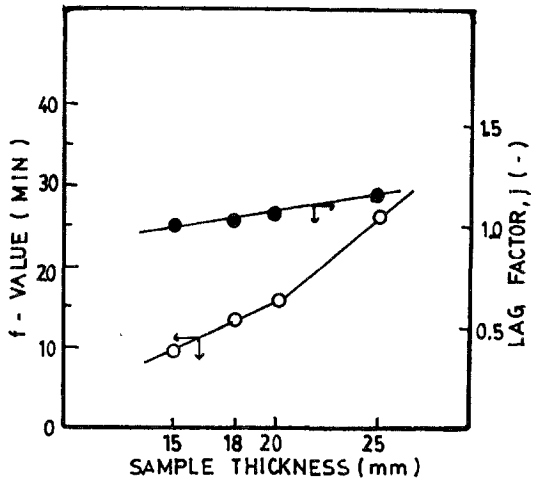

Fig. 5. Effect of sample thickness on f-value and lag factor of retort pouch red pepper paste processed at 120°C

전열 parameter 값은 시료 두께가 커질수록 증가하는 경향을 보여서 시료 두께가 15㎜에서 25㎜로 커짐에 따라 j값은 0.98에서 1.22로 f_h 값은 10분에서 25분까지 증가하였다. 특히 시

료 두께가 20㎜ 이상이면 f_h 값은 급격히 증가하고 전열속도가 느려지므로 시료 두께는 120°C의 고온 살균에서는 더욱 중요인자가 됨을 알 수 있다. 한편 통조림의 f_h 값은 37분이었으므로 시료두께 15㎜의 retort pouch와 비교하면 통조림에 대한 retor pouch의 f_h 비는 3.7로서 retort pouch 편이 통조림보다 3.7배나 열전달 속도가 빠른것을 알 수 있다. 아울러 이 값은 열전달이 전도에만 의존한다고 가정하여 이론적으로 구한 원형 통조림관에 대한 평판형통조림의 전열속도비 3.5와 거의 비슷한 값임을 알 수 있다.[21] 이러한 사실은 retort pouch 식품의 전열은 평판형 통조림과 마찬가지의 방법에 따라 해석할 수 있음을 지지해 주며 또한 retort pouch 식품의 우수한 전열특성이 얇은 단면과 용기형상의 편평성에 있음을 입증하는 결과라 볼 수 있다.

최적 살균 조건의 결정

식품을 레토르트 살균하는 경우 고온에서 가열할수록 세균의 사멸시간은 짧으나 이와 동반하여 식품자체의 품질손실이 뒤따르게 된다. 따라서 가열살균은 미생물의 사멸을 최대로 하고 품질의 손실을 최소로 하는 조건으로 행해져야 한다.[22]

본 연구에서는 미생물 사멸효과의 지표는 F_o 값, 품질의 저하를 최소로 하는 시간—온도 조건을 찾기 위하여는 C값을 도입하였다.

Table 1에 여러 온도—시간에서 열처리하고

Table 1. Results of test for microbiological safty of samples processed at various time-temperatures

Sterilization Value, F_o	Results of Microbiological Examination		
	Incubation Test		Surviving Count
	Swelling	Leakage	
3.0	+++++	+++−−	+++++
3.6	+++++	+−−−−	+++++
4.1	++++−	−−−−−	+++−−
4.5	−−−−−	−−−−−	−−−−−
4.8	−−−−−	−−−−−	−−−−−
5.3	−−−−−	−−−−−	−−−−−

얻은 F_o 값이 서로 다른 시료의 항온 및 세균시험을 행한 결과를 나타내었다.

Table 1에서 보면 F_o 값을 4.5 이하로 열처리한 시료는 항온 및 세균시험에서 양성으로 나타났으나 그 이상 열처리한 시료는 음성으로 변패가 일어나지 않았고 무균성을 확보하였다.

따라서 미생물학적 안전성을 확보할 수 있는 열처리 조건은 F_o=4.5 이상임을 알 수 있으며 이 값은 시료 두께가 15㎜ 일 때 110, 115 및 120°C에서 각각 약 85, 45, 35분의 열처리에 해당하였다.

한편 Fig. 6은 시료 두께를 변수로 하여 서로 다른 열처리온도 즉 110, 115, 120°C에서 미생물학적 안정성을 확보할 수 있는 F_o=4.5~4.8로 하였을 때 실측한 시료 중심 온도를 기초로 식(2)로부터 구한 중심에서의 C값 변화를 나타낸 것이다.

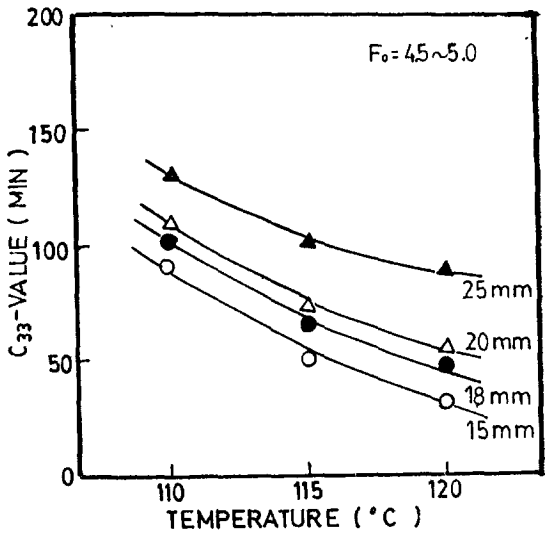

Fig. 6. Center cook-value calculated with a z-value of 33°C as a function of thickness and heating temperature

C값은 열처리 온도가 높을 수록 두께의 영향을 크게 받아 두께가 얇을 수록 온도 증가에 따른 중심에서의 C값의 감소 경향이 현저하였다. 주어진 F_o 값에 대하여 C값이 적을수록 가열중 영양성분 및 관능적 품질의 저하가 적은 것을 의미하므로 이 결과로부터 동일 온도에서

는 시료 두께가 얇을 수록, 동일 시료 두께에서는 온도가 높을 수록 품질의 열화가 적은 것을 알 수 있다. 그러나 표면에서의 C 값은 Fig. 7에서 보는 바와 같이 두께가 20㎜ 이상이 되면 오히려 115°C의 경우보다 120°C에서의 C 값이 커지고 품질의 변화가 가속화 되는 것을 보여 주었다.

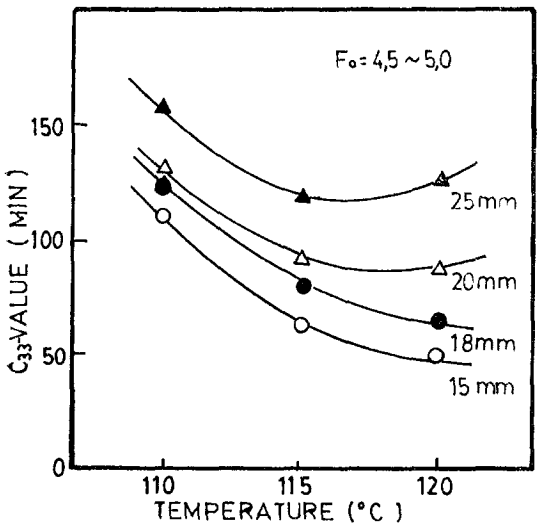

Fig. 7. **Surface cook-value calculated with a z-value of 33°C as a function of thickness and heating temperature**

이상의 사실로부터 고추장 시료의 최적 살균 조건은 F_o=4.5 이상인 것으로 생각되며 두께를 얇게 하면 고온 단시간 살균법의 작용이 가능한 것으로 판단하였다. 일반적으로 고온 단시간 열처리는 가공시간의 단축으로 생산성 및 품질보유율을 크게 향상시킬 수 있으나 고온일수록 표면에서 품질의 변화도 가속화되므로 열전달이 빠른 액체식품에만 적용되어 왔으며 열전도율이 낮은 고체식품에는 거의 적용하지 못하였다.[10]

저장 안정성의 판단

열처리된 retort pouch 식품의 최대 특징은 그의 무균성 즉 상업적 무균상태를 유지한다는 점이다.[23]

이러한 상온 유통의 관점에서 앞에서 구한 최적 살균 조건을 이용하여 시료 두께 15㎜인 것을 120°C에서 F_o 값이 4.8이 되도록 열처리하고 상온, 70% 상대습도 및 38°C, 포화습도구에 6개월간 저장하면서 미생물의 소장과 관능의 경시변화를 측정하였다.

저장중 내용물의 미생물 소장검사 결과를 Table 2에 나타내었다.

시료는 저장 기간중 상온 및 고온습도구에서

Table 2. Storage test results of retort pouch red pepper paste stored at different storage conditions

Test items	Storage conditions	Storage time(month)					
		1	2	3	4	5	6
Incubation test	room temp., R.H. 70%	no swell	no swell	no swell	no swell	no swell	no swell
	38° C, R.H. 100%	no swell	no swell	no swell	no swell	no swell	no swell
Surviving count	room temp., R.H. 70%	negative	negative	negative	negative	negative	negative
	38° C, R.H. 100%	negative	negative	negative	negative	negative	negative

모두 음성으로 나타났으며 38°C 포화습도 조건에서도 6개월 이상의 무균성을 확보함을 보여주고 있다.

38°C, 포화습도 조건에서의 6개월 저장 시험은 Brockman에 의하면[24] 온대기후 조건의 실온 2년간 저장 시험에 해당하므로 고추장 시료는 F_o=4.8까지 열처리하면 미생물학적 관점에서 실온 2년의 장기저장 안정성을 갖는 것으로 볼 수 있다.

한편 Fig. 8에 저장중 내용물의 관능적 변화 결과를 나타내었다.

Fig. 8에서 저장경과시간에 따른 기호도의 변

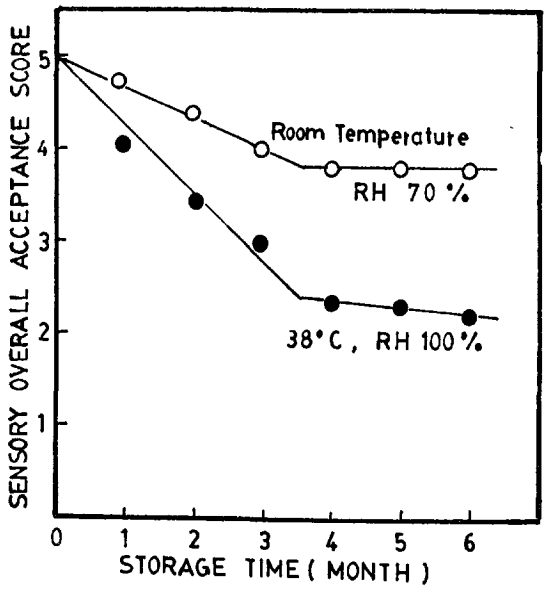

Fig. 8. Change in sensory overall acceptance of red pepper paste stored at different storage conditions

화를 살펴 보면 상온 및 고온 습도구 모두 저장초기부터 3~4개월 사이에 감소 경향을 보이고 있으나 그후 저장 6개월까지는 일정 상태를 유지하여 상온구에서는 기호도의 평점 4.0을 고온구에서는 2.5 내외의 안정상태를 유지하였다.

상온의 저장시험 결과는 합격 품질 수준[14]인 3.0보다 훨씬 우수한 4.0을 나타내고 6개월 이상의 저장 가능성을 보여 주었으나 고온 시험구에서는 3개월 이후 합격 품질 수준 이하로 되어서 3개월 이상 저장성이 없음을 보여 주었다. 역시 Brockman의 보고 사실에 의하면[24] 이는 상온에서 1년 이상의 저장 안정성이 있음을 보여주는 결과라고 판단된다.

Ⅳ. 결 론

레토르트 파우치 고추장의 적정 고온살균 조건을 구하기 위하여 수증기-공기혼합계 가압 수냉식 살균장치에 의한 열전달성 시험 및 열처리 시료의 저장 안정성 시험을 행하였으며 다음의 결과를 얻었다.

고추장의 열전달양식은 전도에 의한 단순 대수가열곡선을 나타내었으며 시료 두께가 얇을수록 열전달 속도가 빨라서 고온 단시간 살균의 가능성을 나타내었다. 열침투 곡선으로부터 구한 전열 parameter 값은 시료 두께에 따라 증가하여 j값은 0.98~1.22, f_h 값은 10~25분이었다.

미생물학적으로 안전한 retort pouch 고추장의 살균조건은 F_0=4.5 이상이었으나 품질의 보유율이 높은 조건은 열처리공정의 C값을 검토한 결과, 시료 두께 20㎜ 이하에서 120°C인 것으로 나타났다.

시료 두께가 15㎜인 경우 미생물학적으로 안전하면서 최적 품질보유가 가능한 온도-시간 조건은 120°C에서 승온 및 하강시간을 포함한 35분이었다.

한편 120°C, 35분간 열처리한 retort pouch 고추장은 상온, 70% 상대습도 및 38°C, 고온 포화습도구에서 6개월간의 저장시험을 행한 결과 미생물에 의한 변패는 일어나지 않았고 관능에 의한 기호도 평점에서는 상온구에서 6개월, 고온구에서 3개월간 유의차가 없었다.

참 고 문 헌

1. Mermelstein, N. H., Retort pouch earns 1978 IFT *Food Technology Industrial Achievement* Award. Food Technol., 32(6), 22 (1978)
2. Andres, C., Retort pouch research efforts shift to food formulations. Food Processing, 40, 44 (1979)
3. Heintz, D. A., Marketing opportunities for the retort pouch. Food Technol., 34(9), 32~38+102 (1980)
4. Heintz, D. A., New marketing developments in flexible packaging for shelf stable foods. Activities Report of the R & D Associates, 33(1), 76 (1981)
5. Toska, G. K., Thermal processing & handling system for retort pouches and trays packs. ibid 34(2), 137 (1982)

6. Hontz, L.R., Process determination and evaluation of retort pouches and tray packs. ibid, 34(2), 142 (1982)
7. Lampi, R.A., Retort pouch : the development of a basic packaging concept in today's high technology era. J. Food Process Engineering, 4, 1 (1980)
8. 韓國食品科學會編, 한국 식품문헌 총람(2), 262 (1977)
9. 堤陽犬郎, HTST 法 による新しいレトルト食品 : 1. 高溫短時間 殺菌による多樣化, 食品工業, 6月下, 57 (1975)
10. Ohlsson, T., Optimal sterilization temperatures for flat containers, J. Food Sci., 45, 848 (1980)
11. Pyun, Y.R., Lee, S.Y., Lee, S.K., Yu, J.H. and Kwon, Y.J., Studies on rheological characteristics of red pepper pastes. Korean J. Food Sci. Technol., 12(1), 18 (1980)
12. Chun, J.K., Mok, C.K. and Chang, K.S., Studies on the measurement of thermal properties of kochujang. Korean J. Food Sci. Technol., 11(3), 157 (1979)
13. 東島弘明, 容器包裝詰 加壓加熱殺菌食品の規格基準, 食品と容器, 18(6), 264 (1977)
14. Larmond, E., Laboratory methods for sensory evaluation of Food. Canada Department of Agriculture Publication 1637. Ministry of Supply and Services. Canada, Ottawa (1977)
15. Ball, C.O. and Olson, F.C.W., Sterilization in Food Technology, McGraw-Hill Book Co., New York (1957)
16. Everson, G.J., Chang, J., Sherman, L., Wh, B.S. and Simone, M., Aseptic canning of foods : 2. Thiamine retention as influenced by processing method, storage time and type of container. Food Technol., 18, 84 (1964)
17. Lund, O.B., Maximizing nutrient retention. Food Technol., 31(2), 71 (1977)
18. Kopelman, I.J. and Pflug, I.J., The relationship of the surface, mass average and geometric center temperatures in transient conduction heat flow. Food Technol, 22, 799 (1968)
19. Lampi, R.A., Flexible packaging for thermo processed foods. Advances in Food Research, 23, 306 (1977)
20. Kopetz, A.A., Prange, C.A., and Flessner, R.J., The future in our hands : critical factors in retort pouch thermal process assurance. Activities Report, R & D Associates, 31(2), 49 (1979)
21. 山野善正, 小松美博, 池上義昭, フイルム包裝食品 のレトルト殺菌 : 2. 各種 包裝食品の 熱特性と保存の例, 日本 食品工業 學會誌, 16(3), 119 (1969)
22. Manson, J.E., Zahradnik, J.W. and Stumbo, C.R., Evaluation of lethality and nutrient retentions of conduction heating foods in rectangular containers. Food Technol., 21, 1297 (1970)
23. 河端俊治, 容器包裝詰食品の 微生物學的 安全性, 食品と容器, 18(6), 275 (1977)
24. Brockman, M.C., Personel Communication, U.S. Army Natick Lab., Massachusetts (1972)