

레토르트파우치 튀김어묵의 熱處理條件에 關한 研究

2. 熱處理條件과 Cook-value

河礎桓*, 李應昊**, 金珍洙**, 具在根***

A Study on the Thermal Treatment Conditions of Retort Pouched Fried Fish Meat Paste

2. Influence of Thermal Treatment Conditions on Cook-value

Ha Jin-hwan*, Lee Eung-ho**, Kim Jin-soo** and Koo Jae-geun***

Summary

The fish meat paste products are rapidly growing in its production. However, the recent prohibition of AF-2 gives a lot of difficulties in the marketing of fish meat paste products manufactured by conventional procedures.

The present study aims to obtain the thermal treatment conditions for minimizing the quality deterioration of the fish meat paste products. The fried fish meat paste was sealed in the retort pouches and treated by heat under the condition which the F_0 -value designated to 6. The influences of the thermal treatment temperature (112, 116, 120 and 124°C) and the diameter of the products (12, 16, 23, 27 and 31mm) on the quality were investigated using the cook-value.

The results are summarized as follows :

Like as characteristics of Fourier number, the thermal treatment time was shortened with higher temperature and smaller diameter. The increase in temperature influenced more effectively to shortening the thermal treatment time than decrease in the diameter of the products. The products with 12mm in diameter marked the lowest cook-values of center, surface and volume average in all and those with 31mm the highest values.

From the results described above and in previons work, cook-values could be extensively used in the determination of quality of the fried fish meat paste products since those values coincided well with other practical values such as jelly strength, texture, color values and *in vitro* protein digestibility. It was concoluded that the fried fish meat paste products with 16mm or less in diameter which were thermally treated at higher temperature could minimize quality deterioration.

* 工科大学 食品工學科

** 釜山水産大學校 食品工學科

*** 韓國食品開發研究院

序 論

우리나라에서 現在 市販되고 있는 어묵類는 水産煉製品의 約 50%정도를 차지하고 있으나(農林水産部, 1991) 이들 製品은 아직도 대부분 재래식 方法으로 製造, 殺菌될 뿐 製品의 크기와 熱處理 溫度와의 關係에 대한 資料는 거의 없는 實情이다.

따라서 레트르트파우치 튀김어묵의 熱處理條件에 關한 一聯의 研究로서 本 實驗에서는 實測된 時間과 溫度의 關係로 부터 熱處理중 官能 및 營養成分 變化의 指標로 使用되는 Cook-value를 구하고 이 값을 利用하여 製品의 品質低下를 最少로 할 수 있는 熱處理條件을 찾고자 하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

北洋産 명태, *Thelagra Chalcogramma*를 原料로 한 般上冷凍고기풀(SA級)을 購入하여 材料로 하였고 튀김용 기름은 市販大豆油를 使用하였다.

2. 實驗方法

試料의 製造: 冷凍고기풀을 室溫의 空氣로 반해 동시킨 다음 Table 1의 比率로 添加物을 混合하고 silent cutter로 고기갈이 하였다. 이를 직경이 12, 16, 23, 27 및 31mm인 市販 소시지 포장용 필름으로 成型하여 10±1℃의 低溫室에서 15時間 自然 凝固시키고 7cm의 길이로 잘라 170~180℃의 大豆油 中에서 튀김하였으며 튀김時間은 前報(河 등, 1987)와 같이 하였다. 이렇게 튀긴 것을 室溫에서 充分히 冷却시킨 다음 K-flex 격층필름(polyester/nylon/casted polypropylene: 12μm/15μm/50 μm, 13×17cm, 삼아알미늄製)에 眞空包裝하고 加熱 및 冷却過程에서의 殺菌效果가 F₀값이 6이 되

Table 1. Recipes for the production of retort pouched fried fish meat paste with ingredients

Frozen fish meat paste	100
Wheat starch	10
Egg white	0.8
Salt	2.5
MSG	0.6
Glucose	0.1
Water	20.0

게 하였다.

熱處理裝置 및 方法: 試料의 熱處理에는 수직형 증기 순환식 레트르트(Loveless Manufacturing Co., Serial No.41)를 使用하였다. 레트르트의 昇溫時間은 5分 범위로 調節하였고 加熱處理溫度는 112, 116, 120 및 124℃로 하였다. 熱處理중 試料中心 및 레트르트 本體內의 溫度는 구리-콘스탄탄 열전쌍(φ 0.9mm)을 固定시켜 打點式 平衡 自動溫度記錄計(Electrolaboriet Co., Recorder type Z-9-CTF, F₀ value calculator)로 測定, 記錄하였다.

F₀값의 算出: 一般的으로 食品의 pH가 4.5以上 이고 水分活性이 0.92以上인 低酸性食品을 加熱殺菌할 때에는 *Cl. botulinum*의 포자사멸을 우선적인 目標로 하며(韓, 1977; 芝崎, 1983) 品質變化要因이 될 수 있는 미생물을 基準으로 일정한 殺菌效果에 도달하는데 必要한 時間을 나타내는 F₀값은 다음 式으로 부터 구할 수 있다(Ball과 Olson, 1957; Stumbo, 1973).

$$F_0 = \int_0^t 10^{\frac{T-121.1}{10}} dt \dots\dots (1)$$

여기서 F₀는 試料의 中心溫度로 부터 算出한 致死率값(分), T는 試料의 中心溫度(℃) 그리고 t는 熱處理時間(分)을 나타낸다.

튀김어묵의 pH는 6.4정도였으므로 式(1)의 F₀값을 一般法으로 구하여(野中와 三善, 1963; 谷川

등, 1969; 清水와 橫山, 1979) 熱處理時間을 決定하였다. 어묵에서 검출되는 耐熱性菌으로는 *B. coagulans*, *B. firmus*, *B. circulans* 및 *B. subtilis* 등이 알려져 있다(Yokoseki, 1962). 그러나 튀김어묵은 脂質, 蛋白質, 炭水化物 등의 多成分系 混合食品이며, 이들 중 澱粉이나 油脂는 세균포자의 사멸을 방해하는 效果를 나타내므로(芝崎, 1983), 120°C, 4分の 加熱로는 세균포자의 사멸이 不充分할 수도 있으며 高溫에서의 격렬한 熱處理에 따른 C-값의 變化를 명확하게 確認하기 위하여 本 研究에서는 F₀값이 6이 되도록 熱處理하였다.

C값의 算出: 熱處理하는 동안 官能 및 營養成分의 理論的 評價를 위해서는 C값(cook-value)이 사용되며(Mansfield, 1962; Leonard 등, 1964; Hoyem과 Kvale, 1977) C값은 다음 式으로 정의된다.

$$C = \int_0^t 10^{\frac{T-100}{Z_c}} dt \dots\dots (2)$$

여기서 T는 試料의 溫度(°C), Z_c는 品質의 變化速度를 10倍 빠르게 하는데 必要한 溫度差異(°C) 그리고 t는 熱處理時間(分)을 나타낸다.

C값은 試料內 位置에 따라 다른 값을 나타내기 때문에 外觀이나 냄새가 品質의 主要因子인 경우는 表面溫度의 變化로 부터 C값을 구하여야 하고, 맛, 점성 및 營養成分이 主要因子인 경우 C값은 體積 혹은 重量平均溫度를 基準으로 구하여야 한다(Ohlsson, 1980b). 本 研究에서는 表面 및 重量平均 C값을 구하기 위하여 Kopelman과 Pflug(1968)가 提案한 다음의 式에 適用하여 表面과 重量平均溫度를 算出하였다.

$$T_s = T_R - K_{sc}(T_R - T_c) \dots\dots (3)$$

$$T_m = T_R - K_{mc}(T_R - T_c) \dots\dots (4)$$

여기서 T_s는 試料의 表面溫度(°C), T_m은 試料의 重量平均溫度(°C), T_R은 레토르트 溫度(°C) 그리고 T_c는 試料中心의 溫度(°C)이며 K_{sc}와 K_{mc}는 비 정상상태 전열이론 식의 解로 구할 수 있는 常數이다.

結果 및 考察

레토르트파우치 튀김어묵의 傳熱特性: 직경이 各各 다른 5種의 튀김어묵을 레토르트파우치에 넣고 熱處理하였을 때의 溫度分布曲線을 Fig.1에 나타내었다. 그림에서와 같이 직경이 작을수록 그리고 熱處理溫度가 높을수록 레토르트의 溫度에 近

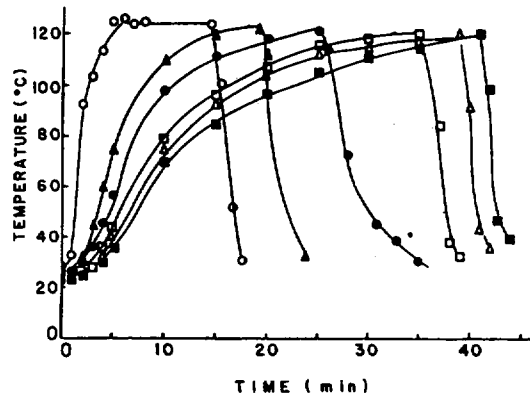


Fig. 1. The temperature profiles at the center of retort pouches during thermal treatment at 124°C.

(○ : retort temperature, ▲ : 12mm, ● : 16mm, □ : 23mm, △ : 27mm, ■ : 31mm)

접하는데 所要되는 時間은 더 짧았다. 이와같은 現象은 式(5)의 Fourier數의 特性과 잘 一致하였다.

$$N_F = \frac{\alpha \cdot t}{l^2} \dots\dots (5)$$

여기서 N_F는 Fourier數로 無次元의 값이고, α는 熱擴散度(m²/sec), t는 熱處理時間(sec) 그리고 l은 最大半徑(m)을 나타낸다.

Ohlsson(1980b)은 115°C以上の 殺菌에서 平板型 용기의 加熱時間에 가장 큰 影響을 미치는 因子는 試料의 두께라고 하였고 이 등(1981) 및 이 등

(1985)도 용기의 두께에 따라 熱傳達速度가 다르므로 얇게 포장하는 것이 유리하다고 하였는데 本研究 結果도 이들의 報告와 같은 傾向이었다.

溫度分布曲線으로 부터 算出한 지연계수 (heating lag factor, j_h)는 Table 2에 나타낸 것과 같이 熱處理溫度나 試料의 직경에 관계없이 1.08~1.19범위의 값을 보였다. Ball과 Olson (1957)은 加熱速度가 일정할 때 j_h 값은 1以上이며 j_h 값은 溫度測定位置, 試料의 形態 및 初期溫度의 함수로 그 形態가 球이거나 有限원기둥의 경우는

Table 2. Influence of heating temperature and diameter of the products on the heating lag factor

Diameter (mm)	Temperature (°C)			
	112	116	120	124
12	1.16	1.15	1.08	1.08
16	1.19	1.19	1.08	1.12
23	1.14	1.11	1.08	1.09
27	1.16	1.09	1.08	1.10
31	1.10	1.11	1.11	1.12

대개 2.00 無限원기둥은 約 1.60 그리고 有限平板은 이 값이 約 1.27이라고 하였다. 또 Heiss와 Eichner (1984)는 一般적으로 원기둥형 용기의 경우 j_h 는 대개 約 2.0이고 지연계수가 1.2와 1.8의 사이이면 내용물의 溫度上昇은 傳導傳熱에 의하여 이루어진다고 하였으며 이 등 (1981)은 레트르트米飯을 高溫殺菌하였을 때 j_h 는 1.11~1.16으로 傳導傳熱의 特性을 보인다고 하였다. 그리고 Han과 Loncin (1985)은 모델 水産煉製品의 熱擴散度를 實驗하여 水分含量이 50~76.25%일 경우 120°C에서의 加熱曲線은 典型的인 傳導傳熱의 양상을 띄고 水分含量이 76.25% 以上이면 傳熱은 對流와 傳導에 依한다고 報告한 바 있다. 本研究에서의 j_h 값은 이 등 (1981)이 밝힌 범위에서 가깝고 試料의 水分含量도 70% 내외이므로 溫度上昇은 주로 傳導傳熱에 依한 것으로 생각할 수 있다.

Table 3은 F_0 값이 6이 될 때 까지의 熱處理時間을 一般法에 依하여 算出한 結果이다. 112°C에서 熱處理한 경우 직경 12mm의 試料는 約 67分 所要된 반면 31mm의 것은 約 103分으로 1.5배가 되는 時間을 必要로 하였다. 그리고 124°C에서는 직경이 12mm, 31mm의 試料가 各各 約 18分 및 40分에 F_0 값이 6이 되어 그 熱處理時間이 約 2.2배의 差異를 보였는데 이 結果는 이 등 (1985)의 報告와 같은 傾向이었다.

Table 3. Influence of heating temperature and diameter of the products on the time to reach F_0 value of 6

Diameter (mm)	Temperature (°C)			
	112	116	120	124
12	67	39	26	18
16	78	49	35	25
23	92	60	45	34
27	96	64	48	37
31	103	69	52	40

C-value : 직경이 서로 다른 試料를 112, 116, 120 및 124°C에서 F_0 값이 6이 되게 熱處理하였을 때 品質의 低下를 最少化 할 수 있는 理論的인 最適條件을 式(2)의 C값으로 구하였다. 式(2)에서의 Z_c 는 食品의 種類에 따라 다르며 이 값이 적을수록 加熱殺菌의 最適溫度는 높아지고 범위는 좁아진다 (Ohlson 1980b). Lund (1977)는 熱處理 중 食品의 官能的 要素들의 Z_c 가 33°C라고 하였고, Hayakawa와 Timbers (1977)는 79°C부터 149°C까지 時間과 溫度를 달리하여 綠色 야채를 熱處理하였을 때 色調變化를 基準으로 한 Z_c 는 39~42°C라고 報告한 바 있다. 또 야채류의 官能的 要素들의 Z_c 는 28~32°C라는 報告 (Ohlsson과 Härnulf, 1979)가 있으며 Mulley 등 (1975)은 殘存率을 근거로 thiamine의 Z_c 는 26.7°C라고 하였다. 한편 Ohlsson (1980a)은 魚類, 肉類, 야채류 그리고 乳製品의 加熱殺菌에서 官能的 要素들의 Z_c 는 13~34°C로서 平均 約 23°C로 간주하였는데 이 平均값

은 同一報告에서 魚肉製品의 Z_c 에 해당한다. 本 研究에서는 Ohlsson(1980a)의 魚肉製品에 대한 結果를 도입, Z_c 를 23°C로 하여 C값을 算出하였다.

Fig.2는 직경을 變數로 하여 各各 서로 다른 溫度에서 F_0 값이 6이 되게 熱處理하였을 때의 試料 中心에서의 C값을 式(2)로 부터 구하여 나타낸 것이다. 직경이 12mm인 試料의 경우 112°C에서는 C값이 約 240이었으나 124°C에서는 約80으로서 高의 값을 나타내었으며 전체적으로도 熱處理溫度가 높을수록, 직경이 적을수록 C값은 낮게 나타났다.

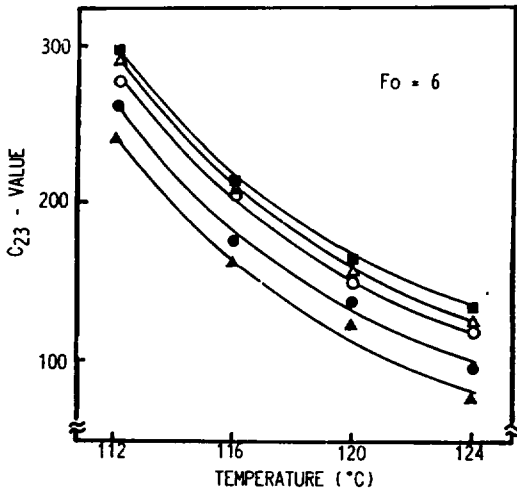


Fig.2. Center cook-value calculated with z-value of 23°C as a function of heating temperature and diameter of the products.
(▲: 12mm, ●: 16mm, ○: 23mm, △: 27mm, ■: 31mm)

Fig.3에는 式(3)의 表面溫度로 부터 구한 C값을 나타내었다. 전체적으로 볼 때 직경이 16mm以下인 試料에서의 C값은 熱處理溫度가 높아짐에 따라 약간씩 減少하거나 비슷한 값을 나타내었다. 그러나 직경이 16mm보다 큰 경우는 116°C에서의 C값이 가장 작았고, 124°C에서 熱處理하였을 때는

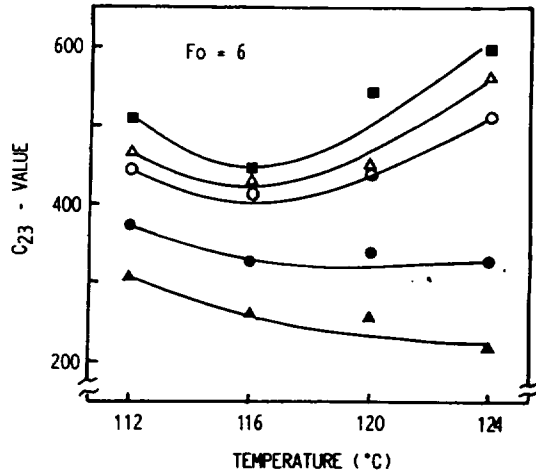


Fig.3. Surface cook-value calculated with z-value of 23°C as a function of heating temperature and diameter of the products.
(▲: 12mm, ●: 16mm, ○: 23mm, △: 27mm, ■: 31mm)

112°C때 보다 C값이 더 커서 最小値의 約 1.2배씩 增加하였다. 表面의 C값은 外觀이나 냄새에 따른 品質을 나타내는 因子이므로(Ohlsson, 1980a), 직경이 16mm보다 크면 外觀이나 냄새는 직경이 작은 것에 比하여 좋지 못하고 또 이 경우 116°C以上에서의 熱處理는 바람직하지 않을 것으로 생각되었다.

Fig.4에는 式(4)를 利用하여 算出한 體積平均 C값을 나타내었다. 직경이 16mm以下인 試料는 熱處理溫度가 높아짐에 따라 C값이 減少하였으나 16mm보다 큰 것은 120°C에서 그 값이 最少였다가 124°C에서는 다시 커졌다. 體積平均 C값으로 보면 직경이 16mm以下의 것이 더 좋았으며 16mm보다 더 큰 직경의 것은 120°C정도의 熱處理가 더 바람직할 것으로 추측할 수 있었다.

Fig.5부터 Fig.8까지는 各各의 직경에 대한 中心, 表面 그리고 體積平均에서의 C값을 나타내었다. Fig.5 및 Fig.6에서와 같이 직경 16mm以下의 것은 熱處理溫度가 높아질수록 C값들은 減少하여 이 溫度범위에서는 高溫의 熱處理가 더 좋을 것으로 생각되었다. 그러나 Fig.7 및 Fig.8에서와

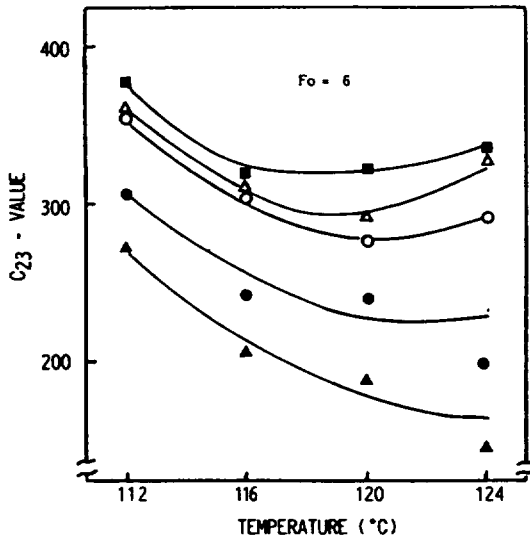


Fig. 4. Volume average cook-value calculated with z-value of 23°C as a function of heating temperature and diameter of the products.

(▲ : 12mm, ● : 16mm, ○ : 23mm, △ : 27mm, ■ : 31mm)

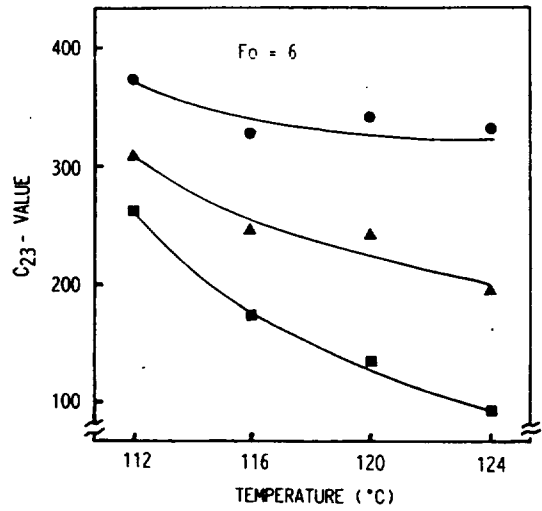


Fig. 6. Cook-value at surface, at center and at volume average calculated with z-value of 23°C for a diameter of 16mm.

(● : surface, ▲ : volume average, ■ : center)

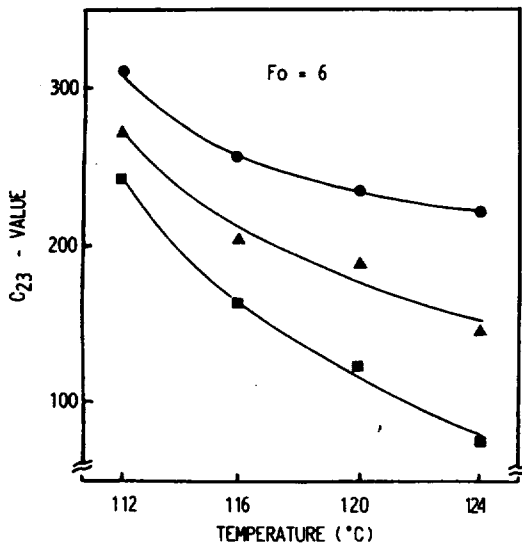


Fig. 5. Cook-value at surface, at center and at volume average calculated with z-value of 23°C for a diameter of 12mm.

(● : surface, ▲ : volume average, ■ : center)

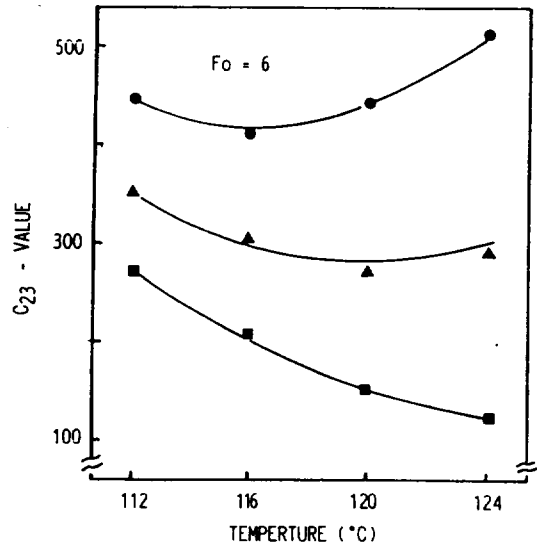


Fig. 7. Cook-value at surface, at center and at volume average calculated with z-value of 23°C for a diameter of 23mm.

(● : surface, ▲ : volume average, ■ : center)

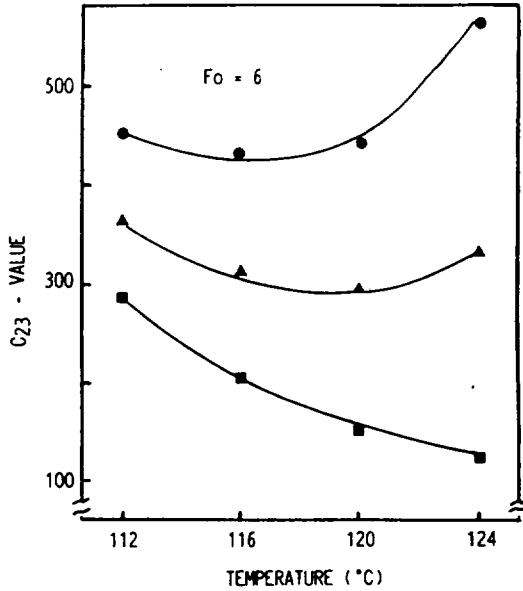


Fig. 8. Cook-value at surface, at center and at volume average calculated with z-value of 23°C for a diameter of 27mm. (● : surface, ▲ : volume average, ■ : center)

같이 직경이 23mm 이상의 것은 그 製品이 要求하는 主要品質因子가 맛 혹은 營養成分인지 外觀 또는 냄새인지에 따라 熱處理溫度는 달라져야 할 것이다. 一般적으로 高溫短時間의 熱處理는 加工時間을 短縮시켜 生産性이 向上되고 品質維持率이 優秀하나 高溫일수록 表面에서의 品質變化가 加速되어 熱傳達가 빠른 液狀食品에만 適用되어 왔다. 그러나 本 研究 結果는 熱傳達率이 낮은 固狀食品의 경우도 레토르트파우치에 얇게 포장하면 高溫에서의 短時間熱處理가 可能함을 보였다. 最近 Ohlsson(1980b)은 平板型缶에 대한 高溫短時間殺菌을 報告하였고 이 등(1981)도 레토르트파우치 米飯의 두께가 15mm나 그 以下이면 高溫殺菌에서도 品質의 低下가 적어 高溫短時間殺菌이 可能할 것이라고 하였다.

Fig. 9는 직경이 12mm 및 23mm인 試料의 熱處理 중 中心溫度的 變化를 나타낸 것이다. 112°C에서는 두 試料 모두 中心에서의 最高溫度가 레토르트

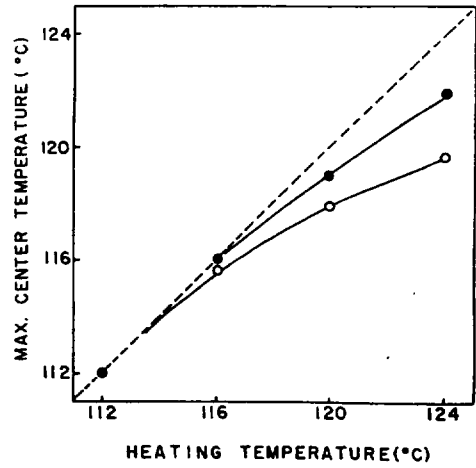


Fig. 8. Maximal center temperatures as functions of heating temperature for a Fo-value of 6. (● : diameter 12mm, ○ : diameter 23mm)

의 溫度에 近接하여 0.1°C 미만의 差異를 나타내었다. 그러나 120°C와 124°C에서 熱處理하였을 때는 12mm의 것이 119.1°C 및 121.9°C를 나타내는 반면 23mm의 것은 117.8°C 그리고 119.7°C에 불과하여 같은 F₀ 값을 가지는 熱處理에서는 溫度가 높을수록 직경이 작은 것이 유리함을 알 수 있었다.

摘 要

魚肉煉製品은 最近 그 生産量이 急增하고 있으나 AF-2 등 食品防腐劑의 使用이 전면 禁止됨에 따라 재래식 方法으로 만든 어묵은 유통에 상당한 어려움을 겪고 있다.

本 研究은 이를 解決하기 위한 方案의 하나로 營養的 및 官能的인 品質의 低下를 最少化할 수 있는 高溫熱處理條件을 찾고자 하였다. 즉 熱處理 時間은 F₀ 값 6을 基準으로 하고 레토르트파우치 튀김어묵의 크기와 熱處理溫度를 달리 하였을 때의 品質을 C 값을 利用하여 檢討하였다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

Fourier數의 性質과 같이 熱處理溫度가 높을수록 그리고 製品の 尺寸이 작을수록 熱處理時間을 短縮할 수 있었으며 熱處理溫度가 製品の 尺寸보다 熱處理時間을 短縮시키는데 더 크게 影響을 미쳤다.

製品の 中心, 表面 그리고 體積平均 C값은 모두 尺寸이 가장 작은 12mm의 것이 제일 적었고 尺寸이 가장 큰 31mm의 것은 제일 컸으며 이 경향은 熱處理溫度가 높을수록 뚜렷하였다.

C값은 前報에서의 結果와 잘 一致하여 레트르트파우치 튀김어묵의 品質을 評價하는 좋은 理論的 指標가 될 수 있었으며 尺寸이 16mm 혹은 그 以下の 것은 高溫短時間熱處理로 品質低下를 最少化할 수 있었다.

Nomenclature

C_{25} : Cook-value, a single term to describe the changes in sensory and nutritional properties based on 100°C, $Z_c=23^\circ\text{C}$ [min.]

F_0 : Lethality in terms of minutes at 121.1°C required to destroy the specified spoilage organism in a specific medium. A "Z" of 10 is assumed [min.]

j_h : A thermal lag correction factor, designation of the intersection of the extended, straight line portion of the semilog heating curve with the vertical line representing the beginning of the process (-)

T_c : Center temperature [°C]

T_m : Mass average temperature [°C]

T_R : Retort temperature [°C]

T_s : Surface temperature [°C]

參 考 文 獻

Ball, C.O. and F.C.W. Olson, 1957. Sterilization in Food Technology. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London. pp.291~312.

河礎桓·李應昊·金珍珠·池承吉·具在根, 1987. 레트르트파우치 튀김어묵의 熱處理條件에 關한 研究. 1. 熱處理 條件이 品質에 미치는 影響. 韓水誌 20(6): 573~581.

韓鳳浩, 1977. 새균포자의 전열에 대한 열저항성. 韓水誌 10(3), 145~149.

Han, B.H. and M. Loncin, 1985. Thermal Diffusivities of Fish Products. *Lebensm-Wiss. u. -Technol.* 18, 159~163.

Hayakawa, K., G.E. Timbers, 1977. Influence of heat treatment on the quality of vegetables. Changes in visual green color. *J. Food Sci.* 42, 778~781.

Heiss, R. and Eichner, 1984. *Haltbarmachen von Lebensmitteln*. Springer-Verlag, Berlin.

Hoeym, T. and O. Kvale, 1977. Physical, Chemical and Biological Changes in Food Caused by Thermal Processing. Applied Science Publisher, London, pp.77~82.

Kopelman, I.J. and I.J. Pflug, 1968. The Relationship of the Surface, Mass Average and Geometric Center Temperatures in Transient Conduction Heat Flow. *Food Technol.* 22, 141~146.

이신영·천병익·이상규, 1985. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 레트르트미반의 최적고온 살균조건. 韓食誌 17(3), 136~140.

이신영·이상규·변유량·유주현·한병곤, 1981. 레트르트파우치 米飯의 가열살균에 관한 연구. 韓食誌 13(2), 153~159.

Leonard, S., B.S. Luh and M. Simone, 1964. Aseptic canning of foods. 1. Preparation and processing procedures. *Food Technol.* 18, 81~84.

Lund, D.B., 1977. Maximizing nutrient retention. *Food Technol.* 31(2), 71~78.

- Mansfield, T., 1962. High temperature short time sterilization. FMC corporation. (Personal Communication) in "Nutritional Evaluation of Food Processing", Harris, R. S. and E. Karmas, edited, AVI, Westport, Connecticut, pp.205~240.
- Mulley, E.A., C.R. Stumbo and W.M. Hunting, 1975. Kinetics of thiamine degradation by heat. A new method for studying reaction rates in model systems and food products at high temperatures. *J. Food Sci* 40, 985~988.
- 野中順三九·三善清旭, 1963. 缶詰殺菌の理論と實際. 恒星社厚生閣, 東京, p.38.
- 農林水産部, 1991. 농림수산통계연보, pp.414~415.
- Ohlsson, T., 1980a. Temperature dependence of sensory quality changes during thermal processing. *J. Food Sci* 45, 836~839.
- Ohlsson, T., 1980b. Optimal sterilization temperatures for flat containers. *J. Food Sci* 45, 848~852.
- Ohlsson, T. and B.G. Härnolv, 1979. Unpublished data. in "Optimal sterilization temperature for flat containers," by Ohlsson, T., *Food Sci* 45, 848~852.
- 清水潮·横山理雄, 1979. レトルト食品の理論と實際, 辛書房, 東京, pp.67~90.
- 芝崎 勳, 1983. 新·食品殺菌工學, 光林, 東京, p.64.
- Stumbo, C.R., 1973. Thermobacteriology in Food Processing 2nd ed. Academic Press, New York.
- 谷川英一·元廣輝重·秋坂稔, 1969. 缶詰製造學, 恒星社厚生閣, 東京, p.164.
- Yokoseki, M., 1962. Causative bacteria of the "spot" spoilage of fish sausage. Fish sausage, 88, 32~40. in "Fish as Food, Vol. III", Amano, K. edited, Academic Press, New York, pp.265~279.