



Title	魚肉ソーセージの殺菌に関する研究(その1)
Author(s)	谷川, 英一; Tanikawa, Eiichi; 洲脇, 操 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 10(4), 332-356
Issue Date	1960-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23089
Type	departmental bulletin paper
File Information	10(4)_P332-356.pdf



魚肉ソーセージの殺菌に関する研究 (その1)

谷川 英一・洲脇 操・秋場 稔

(北海道大学水産学部水産食品製造学教室)

Studies on the Heat Sterilization of Fish Sausage-(1)

Eiichi TANIKAWA, Misao SUWAKI and Minoru AKIBA

Abstract

Recently fish sausage is manufactured in large quantities in Japan; the production has been one of the large enterprises.

The complete sterilization of the fish sausage at high temperature can not be done, because resultant from heating at high temperature the sausage meat becomes fragile and loses adhesiveness. Therefore any processing for the preservation of fish sausage must be done in a short period by heating at comparatively lower temperature. To prolong the preservation period, some bacteriostatic agent is added to fish sausage meat.

In a series of studies on preservation, the present authors have investigated the complete sterilization of fish sausage by heating.

The results obtained are as follows:

(1) In order to ascertain the origin of the contamination of fish sausage, the raw fish meat material, submaterial (e. g., starch, sugar, salt, etc.) and the contamination of the inside of the factory were investigated. As a result, the number of bacteria in the chopped meat before stuffing into the case ("Ryphan", or vinylidene chloride film, etc.) was found to be $10^4 \sim 10^7/g$, in which 10^2 were thermotolerants which survive at the heating of 30 minutes at 85°C (Table 1).

(2) Investigation of the thermotolerance of bacteria which were isolated from some decomposed commercial fish sausage processed under the heating condition ($85^\circ \sim 90^\circ\text{C}$ for 30 minutes) was made. The bacteria isolated from the softened fish sausage were destroyed by heating at 95°C for 50 minutes, at 100°C for 40 minutes, 105°C (3 pounds pressure) for 30 minutes, 110°C (6 pounds pressure) for 20 ~ 30 minutes, or 115°C (10 pounds pressure) for 10 minutes in the concentration of spores of $10^3/g$ in the fish meat (Table 4).

(3) In the processing of the fish sausage, the addition of bacteriostatic agents (e. g., nitro-frazon) shortens the time necessary for killing of the bacteria (Fig. 1).

(4) The heat-penetration curves of the center of fish sausage (dia. 3 cm, length 26.5 cm) and fish ham (size, $4 \times 4.5 \times 9$ cm) under the heating at various temperatures, were investigated; the variation of the temperature at the centers of the sausage or ham under the heating process was ascertained (Figs. 2 and 3).

(5) In view of the penetration of the heat into the center of fish sausage or ham, the center may be said not to become sterile even by heating at 90°C for 60 minutes. Therefore the cause of the decomposition of the sausage was considered to be the presence of thermotolerant bacteria.

(6) From the results concerning the curves of heat-penetration into fish sausage or ham and the thermotolerance of the isolated bacteria, the adequate processing times at various temperatures were calculated after Ball⁴³⁾. According to the calculation, such a time for sausage is 53 minutes at 105°C (3 pounds pressure) (Table 7). Next, the authors have studied the fundamental factors concerning the higher processing temperatures.

(7) For preliminary studies of the processing by high temperature, an apparatus for estimating the inner expansion pressure in the case of fish sausage was made (Fig. 7). By the use of the apparatus, the relation between the processing pressure in retort and the inner

expansion pressure of sausage was investigated. According to the results, the relation was shown to be proportional. But the declinations of the straight lines are different according to the kinds of sausage cases in which water is stuffed (Figs. 9 and 12).

At high temperature processing, vinyliden chloride film (e.g., "Saran" or "Kureharon") is a suitable stuffing case, but hydrochlorized rubber film ("Ryphan") is not, because the film-case was bursted by the expansion pressure at the shrinkage of the film cases by the heating.

(8) At the comparatively higher temperature processing, the quality of the fish sausage meat stuffed into "Saran" or "Kureharon" falls less than that in "Ryphan" even at above 100°C of the processing (Table 8).

(9) When fish meat sausage is placed in a metallic retainer, and processed even at comparatively high temperatures (3 ~ 6 pounds pressure) for 60 minutes, the elasticity of the fish sausage meat does not decrease (Tables 9 and 10). The decrease in color and flavour of fish sausage processed at high temperature can expectably be prevented by determination of the proper processing time.

By the results obtained, the authors have become to clarify for the complete sterilization of fish meat sausage by heating at comparatively high temperature.

魚肉ソーセージはその食品の形態上、ライファン、クレハロンなどのケース内に充填され、且つ加熱処理されているため、従来的一般練製品、たとえばかまぼこ、竹輪などの無包装製品に比較しその貯蔵性は大である。魚肉ソーセージの加熱処理は、生摺身の加熱固化と同時に殺菌の目的も兼ねており、その包装形態の大小によつて多少の相異はあるが、一般に85°~95°Cで30~60分の湯煮加熱が採用されており、前記以上の高温度および長時間の加熱処理は、ソーセージ特有の香味、色沢、肉質などの品質の低下を来たし¹⁾、また包装フィルムの性質上よりも、ある極限温度以上の加熱処理は困難とされている²⁾。

魚肉ソーセージが、かまぼこ類と異なる点として、香辛料を使うこと、油脂混入量が多いこと、および色素類の添加により鮮紅色を呈せしめることなどがあげられ³⁾、その品質のデリケートな特性を保持するためには、上記のように、加熱殺菌温度にもある限度がおかれることとなる。

しかしながら、魚肉ソーセージ製造の副材料である澱粉⁴⁾⁵⁾⁶⁾、香辛料⁷⁾中に多数の細菌、しかも比較的耐熱性の強い有芽胞細菌類が混入されている関係上、現行の加熱条件では、それらの完全殺菌は困難とされている⁸⁾。

事実、殺菌澱粉⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾の使用により、練製品(ソーセージを含めて)の貯蔵性がある程度助長されることは確かめられているが、その場合においてもなお完全殺菌を期することは出来ない。

したがつて、魚肉ソーセージにおいても保存・殺菌料としてフラスキン(ニトロフラゼン)、ネオフラスキン(ニトロ・フリルアクリル酸アミド)およびソルビン酸ならびにそのソーダ塩などの使用が、それぞれの許容量以下の添加において認可されており¹²⁾、清水ら¹³⁾によればこれらの保存・殺菌料を添加して加熱処理する場合には、無添加の場合に比し、細菌の加熱致死時間が短縮されることが明らかにされている。また新川¹⁴⁾によればソルビン酸を摺肉に対し1/500量添加したものである、無添加製品に比し、盛夏では約13日間、またソルビン酸1/1,500量とフラスキンの基準添加量の半量(1/10万)を混合添加したものである、ソルビン酸1/500量添加のものよりも、さらに2週間以上も腐敗を防止し得たという。

しかし、宇野ら¹⁵⁾、あるいは横関¹⁶⁾は上記の保存・殺菌料を添加して製造した魚肉ソーセージにあつても、その加熱殺菌後における残存細菌数は、無添加製品と大差はなく、したがつて前記のような保存・殺菌料の添加製品が、無添加製品よりも貯蔵性が大であるということは、上記の保存・殺菌料が主として静菌的に作用しているものと解釈している。

このように魚肉ソーセージにあつて、たとえ密封結紮が完全で、フィルム表面のピンホールあるいは結紮部よりの細菌類の侵入⁷⁾¹⁷⁾¹⁸⁾がない場合でも、上記のような種々の制約上から罐詰製品にみるような完全な

る貯蔵性は賦与されない。したがって、魚肉ソーセージの製造にあつては、工場内の設備、器具類の消毒、原材料の細菌による汚染の十分なる吟味、ならびに製品の衛生的取扱いに常に注意が払われているのが現状である。

しかして市販魚肉ソーセージの保存性は、製品により夏期高温時で1ヵ月位の貯蔵に耐えるものもあり、また僅か数日間で腐敗するものもあり一概には云えないが、小笠原¹⁹⁾らによれば、冬期の比較的低温時では約2週間、夏期の高温時では約1週間以内に食用に供すべきであるとしている。また魚肉ソーセージの腐敗には種々の形式があり横関²⁰⁾および清水ら²¹⁾により、それぞれ検討されているがその中、横関によれば、膨脹型、酸敗型、軟化型、変色型および粘液蓄積型の5つに大別され、これは製造後における製品中の残存細菌の種類および二次的な汚染細菌の種類の差異に起因するもので、この中、軟化型を除く他の腐敗型式のものよりの分離細菌の耐熱性は比較的弱い、軟化型のは耐熱性は相当に強いという。すなわち、横関ら²²⁾は軟化型の腐敗魚肉ソーセージから芽胞形成の通性好気性桿菌 (*Bac. circulans* 類似菌) を分離しており、このもの、熱抵抗性を試験 (溶解せる寒天培地中に孢子濃度を $10^3/\text{cc}$ として加熱) した結果、 100°C 、60分の加熱では死滅せず、 105°C 、20分でようやく死滅することをみている。したがってこのような細菌は現行の $85^\circ\sim 95^\circ\text{C}$ 、60分程度の加熱殺菌操作では当然殺菌し得ないものといえる。

著者らは現行の魚肉ソーセージの貯蔵性をさらに完全にする目的をもつて、魚肉ソーセージの殺菌に関する一連の研究を行つたが、一応製品品位を余り低下せしめないで高温殺菌し、腐敗を完全に防止し得る方法の見通しがついたので、こゝに報告する。

報告に先立ち、本研究は、昭和33、34年度、文部省科学試験研究費の援助を得て行つたことを附記し、ここに謝意を表す。

I 魚肉ソーセージ工場内の細菌汚染度

前記のように魚肉ソーセージの原材料中の汚染細菌群は加熱殺菌後においても残存し、腐敗の原因となるのであるが、実際の魚肉ソーセージ工場内の処理過程において汚染細菌はどのような分布を示すのであろうか。またケース充填直前において混合摺肉はどの程度、細菌により汚染されているのであろうか。このような問題は爾後における殺菌加熱に対する基礎資料として重要であるので、日産6万本の製造能力を有する某魚肉ソーセージ工場内の操業中における細菌汚染度について試験した。

1 試験箇所

製造原材料、各製造工程、工場室内の用具、用水並に工場環境などのうち、主要と思われる下記の個所より細菌分離を行なつた。

- (1) 主原料 (水産、畜産原料) ……マグロ、マカジキ、メバチ、クジラ、スルメイカ、メジロザメ、ウバザメ、豚赤肉、豚脂、豚油 (以上のうち水産物原料は何れも冷凍物の解凍後におけるものである)。
- (2) 副材料 ……澱粉 (小麦粉澱粉、コーンスターチ)、香辛料 (コリアンダー、ジンジャー、ナツメグ、コショウ、トウガラシ、カレー粉、陳皮、ガリック、オニオン)、結着剤 [ミートン (SPK-21)、ポリゴン-M]、色素 (ニューコクシン、ローズベンガル)、調味料 (味の素、コハク酸ソーダ)、その他 (アスコルビン酸、ネオフラズキン)。
- (3) 製造工程 ……摺潰機、ミキサー、サイレント・カッター、スタッフアー中の各処理肉。
- (4) 製造用具 ……調理台、魚函、原料運搬コンベアー、製品コンベアー。
- (5) 製造用水 ……原料洗滌水、井戸水、加熱殺菌水、冷却水などの何れも処理中の水。
- (6) 工場環境 ……原料室床、凍結室床、準備室床、解凍槽、調理室床、加工室床、サイレント・カッターおよびスタッフアーの出口、ケーシング台、殺菌室床、工場周辺の土壌、工具の手。

2 試験方法

細菌分離の要領は、予め試験管に生理的食塩水9ccと少量の脱脂綿を入れ、常法により綿栓後高圧滅菌す

る。試料の採取に当り、上記の各試験箇所より 2 cm^2 の面積を有する切抜紙の孔の上より試験管中の滅菌脱脂綿を用いて拭いとり、これを再び試験管内にもどしてよく振盪し、この懸濁液中の細菌数を十進稀釈法により普通寒天平板培養基上に好気培養して、試験場所 1 cm^2 当りの細菌数に換算して表わした。なお固形試料にあつては各 1 g 宛を採取し、前同様に十進稀釈法により細菌数を測定した。

また上記細菌懸濁液の 1 cc ずつを湯浴中で 85°C 、30分の加熱を行い、この加熱に耐えて残存する耐熱性細菌数を前同様に測定した。この加熱条件は天野ら²³⁾の研究で、直径 3.5 cm 、長さ 16 cm の魚肉ソーセージの場合、 $90^\circ\sim 91^\circ\text{C}$ 、60分の加熱では、その中心温度が 85°C で約30分間は保持されると云うことより選定されたものである。

3 試験結果

試験結果を一括して第1表に示す。

第1表より生菌数による細菌汚染度をみるに、主原料は全般に可成り多数の細菌で汚染されており $10^4\sim 10^7/\text{g}$ の範囲を示す。副材料中では香辛料中の細菌汚染度が比較的高く $10^3\sim 10^7$ の値を示し、次いでポリゴン-M、ローズベンガル、味の素などは 10^3 程度の値を示す。また澱粉類は 10^2 程度で割合に低い汚染度を示した。

各製造工程より採取した処理肉ではサイレント・カッターの処理肉の $10^7/\text{g}$ と云う特に高い汚染度のものを除いては、何れも $10^3\sim 10^4$ 程度の汚染度を示す。また製造用具では、主原料を直接取扱う調理台、魚函、原料運搬コンベアーなどは何れも主原料なみの $10^6\sim 10^7/\text{cm}^2$ と云う高い汚染度を示すが、製品コンベアーのようなソーセージ製後の使用装置類は $10^3/\text{cm}^2$ の値を示し、その汚染度は小さい。なお製造用水にあつては、原料洗滌後の水、および製品の加熱殺菌後の冷却水がかなり高い汚染度 ($10^7/\text{cc}$) を示すが、加熱殺菌水中には細菌の存在はみとめられない。なお井戸水中に 10^3 程度の細菌が検出されたが、これは常時使用しているものではなく、予備的な給水施設である。

次に工場内環境については、各処理室の床には何れも $10^7/\text{cm}^2$ の高い細菌汚染度が示され、またサイレント・カッターおよびスタッパーの出口および工場外の土壌中にはそれぞれ 10^3 程度の細菌汚染がみられる。なお作業中の工具の手に $10^7/\text{cm}^2$ という高い細菌汚染度が示されるが、これは主原料を取扱う工具の手にあつての細菌汚染度を示すものである。

生菌数による細菌汚染の状況は上記の如くであるが、 85°C 、30分の加熱処理によつて残存する耐熱性細菌の分布状況は、主原料ではメジロザメおよびウバザメに、また副原料では、コリアンダー、ジッジャー、トーガラシおよびカレー粉などの香辛料中には $10^2\sim 10^4/\text{g}$ の、また結着剤ポリゴン-Mおよび小麦粉澱粉並びにコーンスターチ中に $10^1\sim 10^3/\text{g}$ 程度の耐熱性細菌の汚染度がみられる。なお製造工程中ではサイレント・カッターおよびスタッパー(ソーセージ用)の処理肉中に、また製造用具では調理台に 10^3 の細菌汚染がみられたが、魚函、コンベアー、および各製造用水中には耐熱性の細菌は検出されなかった。なおまた、工場内の環境については、原料室、凍結室並に準備室の床および土壌中にそれぞれ $10^2\sim 10^3/\text{cm}^2$ 程度の細菌汚染がみられたが、工具の手に耐熱性の細菌はみとめられなかった。

4 考 察

以上の結果において、主原料の細菌汚染度が非常に高く、大部分 $10^6\sim 10^7/\text{g}$ の値を示すことは、これを取扱う工具の手、あるいは処理中の原料洗滌水、解凍槽および原料と直接々触する運搬コンベアーなどに、上記と同様に高い細菌汚染がみられたこととも合致し注目される。

著者らは以前に氷蔵サバ²⁴⁾、冷凍サケ²⁵⁾、あるいはタラバガニ(脱甲ガニ)²⁶⁾、などについて工場搬入後、普通 $10^4/\text{g}$ 程度の細菌汚染の示されることをみており、この点、本試験の結果は冷凍水産物が主で洗滌作業を経てのものであることより考えれば、幾分高い汚染度を示すようにも思われるが、作業中における室内汚染も考慮されるので一概には云えない。鉄本ら²⁷⁾は魚市場に陸揚げされた大型魚の表皮には、水洗後にお

Table 1. Bacterial contamination in a factory of fish sausage

Sample	Colony counts	Number of thermo-tolerants	Place of sampling	Colony counts	Number of thermo-tolerants
(Raw material)			(Raw material throughout manufacturing process)		
Tuna (Maguro)	1.2×10^6	0	Grinder (for sausage)	6.0×10^3	0
Spear-fish (Makajiki)	3.5×10^6	0	Grinder (for ham)	1.0×10^4	0
Rock-fish (Mebachi)	2.2×10^7	0	Mixer	6.0×10^3	0
Sperm-whale (Makko-kujira)	5.2×10^6	0	Silent cutter	1.2×10^7	4.2×10^2
Squid (Surumeika)	1.2×10^4	0	Stuffer (for sausage)	1.5×10^4	4.0×10^2
Shark (Mejirozame)	5.2×10^6	4.2×10^2	" (for ham)	4.0×10^3	0
Shark (Ubazame)	1.6×10^4	4.7×10^2	(Equipments and Apparatus)		
Pork meat (red)	5.4×10^6	0	Dresser	1.4×10^7	1.2×10^3
Lard	1.2×10^6	0	Fish cage	5.5×10^7	0
Pork oil	1.2×10^4	0	Conveyer (for raw material)	2.2×10^6	0
(Sub-materials)			" (for fish sausage product)	2.0×10^3	0
Wheat starch	2.9×10^2	1.2×10	(Water in the plant)		
Corn starch	2.0×10^2	5.2×10	Washing water (for raw material)	5.5×10^7	0
Coriander	2.6×10^7	1.4×10^4	Well water	7.1×10^3	0
Ginger	2.1×10^4	1.2×10^3	Heat sterilized water	0	0
Nutmeg	1.6×10^3	0	Water for cooling	1.2×10^7	0
Pepper	6.4×10^3	0	(Plant)		
Cayenne	2.0×10^3	1.1×10^2	Floor (Raw materials-room)	5.5×10^7	7.9×10^3
Curry powder	1.2×10^3	1.0×10^2	Floor (Refrigerating-chamber)	6.7×10^7	7.6×10^2
Chinpi	0	0	Floor (Pre-refrigerating chamber)	2.2×10^6	2.2×10^2
Garlic	1.2×10^3	0	Floor (Cooking-room)	5.5×10^6	0
Onion	5.5×10^6	0	Floor (Making-room)	3.4×10^7	0
Miton (SPK-21)	0	0	Defrosting tank	1.2×10^7	0
Polygon-M	2.0×10^3	4.0×10^2	Silent cutter (Out-put)	5.5×10^3	0
New coccine (Red No. 102)	0	0	Stuffer out-put (sausage)	6.7×10^3	4.0×10^2
Rose bengale (Red No. 105)	2.0×10^3	0	" out-put (ham)	4.0×10^3	0
Aji-no-moto (Sodium glutamate)	4.4×10^3	0	Casing-board	2.4×10^4	0
Sodium succinate	0	0	Soil around the plant	3.2×10^3	4.0×10^2
Ascorbic acid	1.2×10^3	0	Hands of worker	5.5×10^7	0
Neo-flaskine	0	0			

いてすら $10^2 \sim 10^7/cm^2$ (1g 当りにすれば、なお増大することが予想されるが) 程度、また横関²⁸⁾もスケトウダラについて $10^5 \sim 10^6/g$ 程度の、かなり高い細菌汚染のあることをみている。

なお耐熱性細菌はサメ類を除く他の主原料には幸い附着していなかった。サメ魚体が耐熱性細菌によって汚染されていることについては、井野²⁹⁾はサメ肉中およびサメを原料としたソーセージ中に *Clostridium* 属の耐熱性細菌を検出している。これはサメ原料がラウンド状で搬入され、且つその体重が重く、強靱な皮膚をもつので截割処理されるまで、しばしば原料室の床におかれることによるものと思われ、該床上にも同様に耐熱性細菌の汚染をみることも一致する。他の原料は主にブロック状のもので、洗滌された簀の上におかれており、耐熱性細菌の汚染機会が少なかつたものと思われるが、しかし調理台においても耐熱性細菌が検出されているので今後の処理上においても、十分注意を払うべきことであろう。

次に副材料の小麦粉澱粉およびコーンスターチ中に 10^2 程度の細菌汚染が示され、耐熱性細菌 ($85^\circ C$, 30分の加熱に耐えるもの) はわずかに 10^1 程度の汚染度を示した。木俣⁴⁾によれば普通、馬鈴薯あるいは甘藷澱粉は細菌数が $10^5 \sim 10^6$ を示し、このうち耐熱性 ($80^\circ C$, 10分の加熱耐性菌) のものは約70%であるが、小麦粉澱粉では、はるかに少なく、総菌数は 10^3 程度で、このうち約50%が耐熱性のものであるという。高畑⁷⁾も馬鈴薯澱粉中に $85^\circ C$, 30分の加熱耐性菌が $10^2 \sim 10^5$ 、小麦粉澱粉には $10^1 \sim 10^3$ 程度検出しているから、著者らの上記の結果は、生菌数においても、また耐熱性細菌数においても、その汚染度が比較的小さいと云える。これは、当時、澱粉中の細菌の高度汚染が漸く業者間の注意を喚起し、その原料の選定が特別に吟味されたことにもよるのであろう。

次に香辛料中に生菌数が $10^3 \sim 10^7/g$ 、耐熱性細菌が $10^2 \sim 10^4/g$ 程度検出され、その汚染度が比較的高いことが注目されたが、これは高畑⁷⁾の結果とも一致する。近年、無菌香辛料の製造が注目されてきたが、今後はこの種の香辛料の使用が適当であろう。

その他の副材料中では、化学製剤である結着剤ポリゴン-M、色素ローズベンガル、調味剤味の素などにそれぞれ 10^3 程度の生菌数が示され、また耐熱性細菌はポリゴン-M中に 10^2 程度検出されたことは、これら製剤中の媒散物に由来するものであるか、あるいは保存取扱い中の汚染によるものであろうと思われる。

各製造工程中の処理肉摺身の生菌数は普通 $10^3 \sim 10^4/g$ で比較的少なく、たゞサイレント・カッター中のものは特に高く $10^7/g$ 、また耐熱性のもはサイレント・カッターおよびスタッフアー(ソーセージ用)中の処理肉にそれぞれ 10^2 程度検出された。この結果は高瀬³⁰⁾、菅原³¹⁾が一般の煉製品工場内の摺漬肉摺身中に $10^5 \sim 10^8/g$ の生菌数を、また高畑⁷⁾も魚・鯨肉混合摺身中に $85^\circ C$, 30分の加熱耐性菌を 10^2 程度検出していることとも一致する。なおスタッフアー中の耐熱性細菌はソーセージ用のものに検出され、ハム用のものには検出されなかったが、笠井³²⁾によれば、摺漬時の澱粉投入時に高い細菌汚染が示されることよりこれら両者間の配合上の差異に由来することも考えられる。

次に調理台、魚函、原料運搬コンベアー、その他製造用具で原料肉と直接的に接触するものに、かなり高い細菌汚染がみられること、また調理台上に耐熱性細菌の検出されたことなどは、谷川も先にカニ罐詰³³⁾およびサケ罐詰工場²⁵⁾内においてみとめており、これらの部分の作業中の汚染が高いことが知られる。

また工場用水については、 $85^\circ \sim 90^\circ C$ に加熱された製品殺菌水中には細菌汚染はみられなかったが、原料洗滌水、加熱製品冷却水中にはかなりの細菌汚染が示され、このうち洗滌水については作業中でもあるし、また原料汚染度の高かつたことから、この程度の汚染がみられることは当然のようにも考えられ、事実大島³⁴⁾も、カニ罐詰工場内の洗滌用水について $10^5/cc$ 程度のかかなり高い細菌汚染をみているが、加熱製品の冷却水中の細菌汚染度の高いことは、製品封緘部からの細菌侵入の機会¹⁸⁾を考慮すれば極めて遺憾なことで、塩素消毒などの処理が望ましいと思われる。

また工場内環境については、各処理室の床上に、また工具の手に、それぞれ相当高い細菌汚染の示されたことは、前記のサケ²⁵⁾およびカニ罐詰工場³³⁾³⁴⁾においても同様であり、作業中、適時、殺菌処理³⁵⁾を施すこ

とが必要である。

なお、土壌中に $10^3/g$ の生菌数が示され、そのうち約10%が耐熱性のものである。天野³⁶⁾によれば、一般に土壌細菌の耐熱性は非常に強いものである故、製造操作中におけるこの種耐熱性細菌の汚染には特に注意を要する。

以上の結果より魚肉ソーセージの製造において、原材料の混合摺肉は、かなり高い細菌汚染を受けており、この状態でケース内に充填されることになるが、上記の汚染細菌の中には耐熱性の強い細菌も含まれるので、製品の加熱殺菌に耐えて残存し、製品腐敗の原因となることが明らかである。

これらの耐熱性細菌は原材料中では澱粉、香辛料などの添加物に由来することが大きく、この点ある程度不可避的なものと思われるが、なおその外に工場内環境、すなわち原料の作業中における取扱いの良否による間接的汚染も考えられるので、工場内の衛生管理については特に注意を要することは云うまでもない。

II 魚肉ソーセージ汚染細菌の耐熱性

前章Iの実験により、魚肉ソーセージの製造中においては、かなり高度の細菌汚染がみられ、特に、副材料である澱粉、香辛料中の耐熱性細菌群が、製品の加熱殺菌後においても残存する可能性のあることが明らかとなった。事実、横関³⁾は、魚肉ソーセージの中心温度が $88^{\circ}C$ に達した場合においても $10^3/g$ 程度の耐熱性の有芽胞桿菌が残存することをみとめており、また赤松³⁷⁾も市販魚肉ソーセージ中には $10^2\sim 10^3/g$ の好気性殺菌、および $10^1\sim 10^2/g$ 程度の嫌気性細菌を有するものが特に多いことをみている。

著者らは、魚肉ソーセージの完全殺菌を期するために、上記の残存細菌および、その他の汚染細菌が、どの程度の耐熱性を有するものか、について検討を加え、将来の完全殺菌時間の決定に対する基礎資料とした。

1 市販魚肉ソーセージ中の残存細菌の耐熱性

(1) 供試料

某魚肉ソーセージ工場で製造されたもので、原料の配合割合は、マグロ50%、モウカザメ30%、クジラ5%、その他、澱粉10%、砂糖1.6%、食塩3%、その他味の素、コショウ、カレー粉、トウガラシ、ジューサー、ナツメグ、燻液などで、着色剤には赤色102号(ニューコクシン)、防腐剤にはネオフラスキンを添加したものである。加熱温度、時間は $90^{\circ}C$ 、50分間で、冷却時間は50分間である。製造後室温(11月)で2~3日、次いで冷蔵庫内に2日貯蔵されたもので、官能的には何らの腐敗の徴候もみられなかつたものである。

(2) 実験方法

供試魚肉ソーセージの表面を常法にしたがいアルコールで殺菌し、無菌箱内にて殺菌したメスで製品中央部を円形に縦断し、殺菌乳鉢の中に入れて摺り潰し、この1gを予め殺菌せる9ccの生理的食塩水中に懸濁せしめ、よく振盪後、一旦静置して上部清澄液1ccを十進稀釈法により数段に稀釈し、各稀釈液1cc宛を2%食塩含有の普通寒天培養基中に好氣的に接種し $37^{\circ}C$ の平板培養に附した。

供試料5本について上記の細菌分離を行い、その細菌集落の状態および形態学的性質により分類した結果、第2表に示すように桿菌1株、球菌3株に区別された。

これらの各菌株を1白金耳宛普通ブイオン中に接種し $80^{\circ}C$ 、 $90^{\circ}C$ および $100^{\circ}C$ にて一定時間加熱し、冷却後、 $37^{\circ}C$ で培養し、加熱後における細菌の生死を判定した。なお各試験毎に3本宛の細菌接種ブイオンを用意して加熱試験を行った。

(3) 実験結果

実験結果は第3表に示す。この結果によれば、Aの桿菌は比較的熱抵抗が強く、 $80^{\circ}C$ および $90^{\circ}C$ では80分の加熱に対しても残存し、 $100^{\circ}C$ 、30分の加熱で漸く死滅する。これに対しB、CおよびDの各球菌はその熱抵抗性は小さく、このうちB菌は $80^{\circ}C$ 、30分および $90^{\circ}C$ 、10分の加熱で、またCおよびD菌は $80^{\circ}C$ 、

10分の加熱によつて死滅してしまう。

2 腐敗魚肉ソーセージ内に存在する細菌の耐熱性

前記のように横関²⁰⁾は魚肉ソーセージの腐敗型式を数種に区別したが、それらの腐敗型式は、実際には二、三種重複して現われる場合が多いと云われている。

本試験では市販魚肉ソーセージの腐敗返品となつたもののうちから、その外観上、明らかに膨脹型とみられるもの、および内山ら³⁷⁾のいう軟化型とみられるもので膨脹気味を示したものの2種の変敗品を入手し、それらの中に存在する細菌の耐熱性を試験した。

Table 2. Bacteria isolated from the commercial fish sausage (not decomposed)

Strains	Type of strains	Forms	Cultural characteristics		Gram-stain
			Agar plate	Agar slant	
A	Bacilli	Short rods	Opaque, smooth, irregular	Greyish white, diffusely	-
B	Cocci	Spheres	Yellowish, circular, raised	Yellowish, diffusely	+
C	Ditto	Ditto	Opaque, circular, raised	White, slight diffusely	+
D	Ditto	Ditto	Greyish white, circular, umbilicate	White, slight diffusely	+

Table 3. Thermotolerance of bacteria isolated from the commercial fish sausage (not decomposed)

Strains	Time (mins.) Temp. (°C)	10	20	30	40	50	60	70	80
		A	80	+	+	+	+	+	+
	90	+	+	+	+	+	+	+	+
	100	+	+	-	-	-			
B	80	+	+	-	-	-	-	-	-
	90	-	-	-	-	-	-	-	-
	100	-	-	-	-	-			
C and D	80	-	-	-	-	-	-	-	-
	90	-	-	-	-	-	-	-	-
	100	-	-	-	-	-			

(1) 実験方法並びに結果

1) 膨脹ソーセージ細菌の耐熱性

典型的な膨脹型とみられた供試魚肉ソーセージはケースと肉面との間に約3mmほどの空間が生じ、ケース(クレハロン)自体が著しく緊張しており、一見して膨脹の外観を示したものであるが、ケース内面には多少の粘質物の附着がみられた。

供試品より細菌を純粋分離することなく混合培養の形式でその耐熱性をみた。すなわち、供試品を無菌的

に切開後、葡萄糖ブイオン中に肉表面粘質物を一白金耳宛接種し、よく振盪後、85°Cの湯浴中にて0~30分間、5°C間隔で加熱し、冷却後、37°Cに培養して、菌の生死を判定した。その結果、分離細菌群は、85°C、5分の加熱においても完全に死滅することをみとめ、その耐熱性の比較的弱いことを知った。なお本菌はパラフィン重層のブイオン中で培養するとガスを発生してパラフィンを上部に押し上げ、且つまた、Manteufelの高層培養においても、よく発育し、ガスを形成して培地に亀裂を生じ、この場合の純粋分離菌は球菌でその耐熱性は前回同様ブイオン中加熱では85°C、5分の加熱で死滅することが確認された。なお本試験では肉質内部の残存菌については検討を加えなかつた。

2) 軟化ソーセージ細菌の耐熱性

次に軟化型とみられた供試品は、多少膨脹気味であることが観察されたので、本試験では肉片を無菌的に殺菌した小試験管にとり、その口を熔接して密封し、湯中にて85°C、30分加熱した後、十進希釈法により葡萄糖寒天平板培地および、Manteufelの高層培地にそれぞれ好気並に嫌氣的な細菌分離を行つたが、嫌気培養では細菌は検出されず、好気培養では、同一種とみられる集落を形成した。本菌を純粋分離し、乳糖ブイオン酸酔管に接種して培養したのにガスの生成はみられず、且つ2週間培養後の集落について検鏡した結果ではグラム陽性の有芽胞の桿菌であることを知った。

それで本菌の芽胞を形成せしめ、殺菌生理的食塩水中に一定濃度になるように懸濁せしめ、別に予め調製した魚肉ソーセージ摺身を内径9mmの肉厚ガラス管に約5cmの長さに詰め、両端に綿栓を施して加圧殺菌(10lbs, 30分)した無菌ソーセージ肉中に、上部細菌懸濁液一定量を注射筒により注入し後、両端を熔接密封した。しかして、肉中の孢子濃度を 10^3 および 10^5 /gになるように調製した。一試験に対し3本宛の肉封入管を用意しこれらの肉封入試験管を湯浴中85°, 95°, 100°C(沸騰水中)、および加圧レトルト中105°(3 lbs 加圧下)、110°(6 lbs 加圧下)、115°C(10 lbs 加圧下)の各温度において所定の時間加熱し、冷却後、加熱肉片の一部を一旦殺菌生理的食塩水中に混合懸濁せしめ、その上澄液1ccを葡萄糖ブイオン中に注入して30°C培養に附し、残存菌の生死を判定した。

実験結果は第4表に示す。この結果によれば、肉中の孢子濃度が 10^3 /gのときは、85°Cでは90分の加熱でも死滅せず、95°Cでは50分、100°Cで40分、105°Cでは30分、110°Cでは20~30分、115°Cでは10分の加熱で死滅するに至る。

Table 4. Thermotolerance of the bacteria isolated from the softened fish sausage

Time (mins.)	10	20	30	40	50	60	90
Temp. (°C)							
85	+	+	+	+	+	+	+
95	+	+	+	+	-	-	-
100	+	+	+	-	-	-	-
105	+	+	-	-	-	-	-
110	+	±	-	-	-	-	-
115	-	-	-	-	-	-	-

なお、肉中の孢子濃度が 10^5 /gになると100°Cでは130分、105°C、40分でも死滅せず、110°Cで60分および115°C、20分の加熱で死滅し、前記 10^3 /g接種の場合に比しその耐熱性は増大することが明らかであった。

3 考 察

本試験は魚肉ソーセージ中の耐熱性菌の耐熱度を知る目的で行つたので、菌種の決定については別に検討を加えなかつたが、とにかく前項1および2の実験結果

よりも明らかなように、魚肉ソーセージ製品中には相当に熱抵抗性の強い細菌が存在することがわかる。すなわち、市販魚肉ソーセージの正常品より、1株の桿菌を分離したが、その耐熱性は、ブイオン中の加熱においてすら90°Cでは80分の加熱に対しても耐えて残存し100°C、30分の加熱で漸く死滅するに至るほどで、その耐熱性は相当に強い。このような細菌は、肉摺身中では、なお一層その耐熱性を増大することが予想されるから、到底、現行の商業的殺菌条件(85°~90°C、60分加熱)では殺菌されず、製品中に残存することは当然なことである。

これに対し別に分離された球菌3株は比較的耐熱性が弱く、ブイオン中加熱では90°C, 10分の加熱(中には80°C, 10分の加熱でも)では完全に死滅してしまう。

横関⁹⁾は60°C以下における加熱処理直後の魚肉ソーセージ中には数多くの球菌類が検出されるが、これらは比較的耐熱性が弱いので65°C以上の加熱製品では有芽胞桿菌のみが分離され、球菌は分離出来ないことをみているが、しかし、製品の貯蔵中の発育細菌の種類を検討した結果では80°C加熱の製品からも *Leuconostoc* 属または *Streptococcus* 属の球菌などが見出されたので、これらの球菌が加熱直後において分離されなかつたのは、死滅して存在しなかつたことによるものではなくして、きわめて少数であつたことによるものとしてゐる。著者らの実験結果においても上記の各球菌は、その耐熱性は弱いようで、したがつて、製造時の加熱殺菌において完全に死滅するものと考えれば、これらの細菌は製造後において外部より侵入したものと考えられることも出来るが、しかし、たとえばB菌では80°C, 30分の加熱でも死滅せず、肉中加熱となると、さらに耐熱性の増大することが期待されるから、これらの球菌類が加熱に対して抵抗して、もともと製品中に存在していたものと考えても差支えないように思われる。赤松³⁹⁾も市販魚肉ソーセージ中に少数例ではあるが、球菌が存在することを見ている。

なお、上記の熱抵抗の強い有芽胞桿菌の耐熱性は、たとえば、横関²³⁾が焼竹輪の製造直後の残存細菌として分離している *Bacillus mesentericus* の耐熱性と近似し、同氏らの結果では同菌はブイオン中100°C, 30分の加熱では死滅せず40分ではじめて死滅することを見ている。

次に前項2の1)で検討した、膨脹製品表面の粘質物からの分離細菌群は球菌でしかもその耐熱性は小さく85°C, 5分の加熱によつても死滅する。横関²⁰⁾によれば、膨脹型の腐敗ソーセージは主として *Lactobacillus* により惹起され、その熱抵抗性は弱いので、加熱殺菌後における二次的汚染によるものとしてゐるが、著者らの結果では供試品の膨脹原因菌は球菌で、同氏のいう膨脹型よりもむしろ粘液蓄積型の腐敗を示す *Leuconostoc* あるいは *Streptococcus* に属するガス生成菌によるものではなからうか。

次に軟化型の腐敗ソーセージからは85°C, 30分の加熱に耐えて残存する有芽胞桿菌が分離された。前章Iの試験結果よりケース充填前の魚肉ソーセージ摺身中に、10³/g程度の耐熱性細菌が検出されたので、本試験においても、無菌ソーセージ肉中に同程度の分離細菌胞子を添加して、加熱殺菌したのに、85°Cで90分の加熱では死滅せず、85°Cで50分あるいは100°Cで40分の加熱で漸く死滅し、その耐熱性は、前項1の試験でみた正常ソーセージ品の残存細菌中のA菌(桿菌)に匹敵するほどである(A菌の耐熱性はブイオン中加熱によつた結果であるから、その肉中における耐熱性は軟化ソーセージよりの分離桿菌よりも、あるいは強くなるかも知れない)。本分離菌がはたして軟化原因菌であるかどうかについては別に確認試験は行わなかつたが、しかし、本菌の耐熱性の強さは、横関²²⁾が軟化原因菌として分離している *Bac. circulans* 類似菌と同じ程度である。

以上の結果より、魚肉ソーセージ中に残存する細菌の中には主に有芽胞の桿菌ではあるが熱抵抗の比較的強いものが分離される。これらの残存菌の完全殺菌を期するためには、その加熱殺菌の温度、時間条件の目標をどの程度におくべきであろうか。実際製造における殺菌時間は、工場作業の運営上60分程度を適當と考えれば、殺菌温度はどうしても100°C以上となり、たとえば軟化ソーセージよりの分離菌では105°C(3 lbsの加圧下)で40分間加熱しなければならないということになるが、たとえ完全殺菌を期し得ても製品品質の加熱による影響あるいはケースの耐熱性なども併せ考えなければならず、この点については次章において検討することとした。

III 加熱殺菌時における防腐剤の殺菌効果

清水¹³⁾によれば、防腐剤の殺菌効力は加熱の併用により、さらに増大されるという。

著者らも魚肉ソーセージの混合摺身にフラスキンを添加した場合の残存菌数を、フラスキン無添加のものと比較し、清水らと同様の知見を得た。

1 実験方法

防腐剤のみを添加しない魚肉ソーセージ用の配合摺身を某工場に依頼して調製した。この摺身の一部にフラスキンを $\frac{1}{10}$ 量添加し、肉厚の内径約9 mmの硝子管数本に密に詰め、その長さを5 cmとしてその両端を熔封した。なおフラスキン無添加の摺身も同様に密封し、これらの供試料を90°Cの湯中、および108°C(約5 lbs 蒸気圧)の加圧下で所定の時間(0~60分)加熱殺菌し急冷後、加熱後の残存菌数を常法の十進稀釈法による好気培養で測定した。

2 実験結果並びに考察

実験結果は第1図に示す如くである。

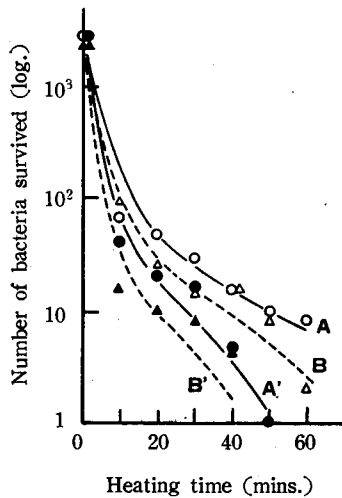


Fig. 1. Efficacy of nitrofrazon ("Flaskin") to fish sausage after heat sterilization

- A 90°C heating | Flaskin
- A' 108°C heating | non-added
- △—△ B 90°C heating | Flaskin added
- ▲—▲ B' 108°C heating | non-added

出来ず、残存細菌の耐熱性が非常に強いことが判る。フラスキン添加の場合108°Cでは約50分で完全に死滅したが、これは、前実験でみた軟化ソーセージよりの分離菌の耐熱性とほぼ匹敵し、このような耐熱性菌は澱粉、あるいは香辛料類中より由来するものであろう。

以上のように、加熱殺菌時においてフラスキンのような防腐剤が存在すると、摺身中の汚染細菌の死滅速度が増大することは確かであるが、しかしその残存菌数は同一時間で比較した場合同程度のオーダーを示し、その殺菌効果は防腐剤無添加のものに比しそれ程大きいとは思われない。それ故本実験とは異なる実際の製造条件下では、ケースの大きさにもよるではあろうが、それ程残存菌数に大差を生ずることは期待されず、この点、宇野ら¹⁵⁾あるいは横関¹⁶⁾の結果が妥当なものと思われる。

しかし防腐剤の添加により、製品の貯蔵性は増大せしめられることは確かなこととされているから¹⁴⁾、加熱後の残存細菌は、防腐剤の静菌力によりその発育を抑制されることは事実であろう。

IV 魚肉ソーセージの熱伝導試験

魚肉ソーセージの加熱殺菌時における熱の伝わり方については、天野ら²³⁾、あるいは松井ら⁴⁰⁾および静

この結果によれば90°Cおよび108°C加熱共にフラスキンの添加されている方が、無添加のものに比し、時間的に速かに細菌の死滅されていくことが明らかである。

なおその死滅過程において多少の階段が示され、加熱後10分までは急激な細菌数の減少が見られるが10~40分の間では、死滅の速度がやゝゆるやかになる。これは横関¹⁶⁾も見ているように加熱当初においては熱抵抗の弱い球菌類が急速に死滅され、加熱10分後においては有芽胞桿菌である耐熱性細菌のみが残存し、そのため細菌死滅の速度がゆるやかになるものと思われる。しかし、108°C加熱の場合に見られるように、これらの有芽胞菌も加熱時間がさらに長時間におよび40~50分後になると急激にその数を減少するに至る。清水¹⁷⁾も*Bacillus mycoides*の孢子について加熱の当初においては、その死滅速度が小さいが、ある時間後において急激に増大することを見ている。

また、本実験のような、細硝子管に肉詰めされたような場合においても商業的加熱条件である90°C、60分の加熱では完全に含有細菌を死滅させることは

岡水試⁴²⁾の報告があるが、加熱温度あるいはケースの大きさなどによつて多少相違がある。

著者らは本研究を通して対象とした魚肉ソーセージの加熱殺菌時における熱伝導様式を検討し、前章IIの魚肉ソーセージ汚染細菌の耐熱性試験結果と併用して、完全殺菌時間を検討する基礎資料とした。

1 実験方法

供試魚肉ソーセージ摺身は某製造工場で配合されたものでその寸法は、直径3cm、長さ16.5cm、内容量132g ライファン・ケース詰めのものである。摺身中澱粉は10%、砂糖は1.6%含有されている。ケース充填後、片一方の未結束部より熱電対を挿入し、その片端をソーセージの中心部に位置せしめ、緊縛した。

これを湯湯又は加圧レトルト中に入れ、加熱温度は $90^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ および $98\pm 1^{\circ}\text{C}$ (沸騰水中加熱)並びに 105°C (レトルト内3lbs蒸気圧下)とし、加熱時間は何れも60分とした。なお加圧殺菌の場合には所定の蒸気圧力に達してから60分加熱した。加熱後、経時的にソーセージ中心部の温度測定を行つた。

なお、参考として同じ工場で配合された魚肉ハム(角ハム)についても同様の実験を行つた。このものの寸法は、 $4\times 4.5\times 9\text{cm}$ で内容量は107g、ライファン・ケース詰めのもので澱粉は10%含有されたものである。

2 実験結果

魚肉ソーセージについての結果は第2図に、また角ハムの結果は第3図に示す。

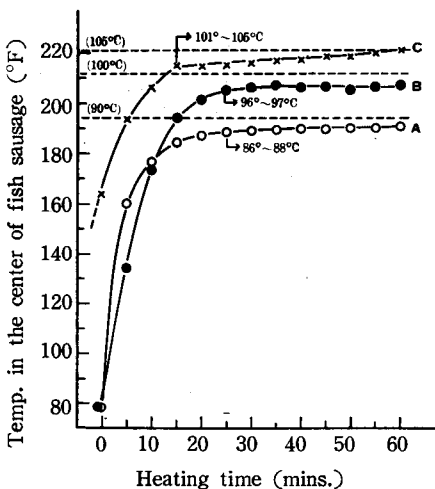


Fig. 2. Curve of heat penetration of fish sausage

- A... 90°C heating
- B... 100°C heating
- ×—× C... 105°C heating

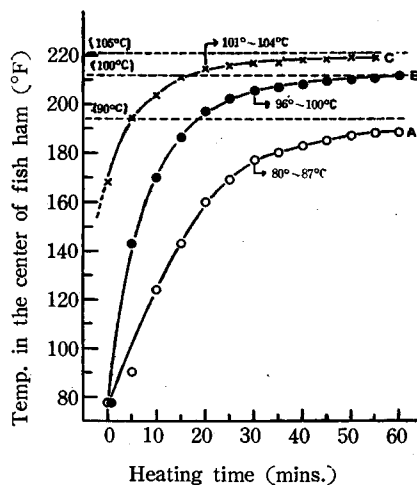


Fig. 3. Curve of heat penetration of fish ham

- A... 90°C heating
- B... 100°C heating
- ×—× C... 105°C heating

この結果によれば、魚肉ソーセージでは 90°C 加熱のときは、加熱開始後25分で 86°C に達し、以後35分間は $86^{\circ}\sim 88^{\circ}\text{C}$ を保持する。また 100°C の沸騰水中加熱では25分後で 96°C に達し、以後35分間は $96^{\circ}\sim 97^{\circ}\text{C}$ を保持する。なおまた 105°C 加熱では15分後(この場合、レトルト内が3lbs蒸気圧に達するまでに約3分間を要し、この点より中心部の温度測定を行つた)に 101°C を超え、以後45分間は $101^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{C}$ を保持する。

また角ハムでは、魚肉ソーセージの場合より熱伝導が多少劣り、 90°C 加熱では最後の30分間が $80^{\circ}\sim 87^{\circ}\text{C}$ 、 100°C では同じく終りの30分間が $96^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 、 105°C では最後の40分間が $101^{\circ}\sim 104^{\circ}\text{C}$ を保持する。なお 105°C 加熱の場合、ライファン・ケースの破損はみられなかつた。また、 100°C 以上の加熱においては、魚肉ソーセージおよび角ハム共に官能的にも肉質および品質の低下を来すことは明らかであつたがこれについては後記する。

以上の結果にみるように、魚肉ソーセージにあつては、実際製造における90°C、60分の加熱条件下では、その中心温度が87°C前後に35分間保持されるわけである。この結果は天野ら²³の結果とも一致し、同氏らの場合には直径3.5cm（本試験では3.0cm）の魚肉ソーセージの場合、90°C加熱では30分後において、その中心温度が約88°Cに達し、以後30分間は同温度に保持されるという。

前章IIで検討したように、この種の魚肉ソーセージ変敗品の分離細菌中には摺身中で加熱された場合85°Cで90分の加熱に対しても死滅しないものがあつたから、上記の結果からもこのような細菌は、当然、ソーセージ製了後においても製品中に残存していたもので、結尾部よりの第二次的な細菌の侵入により汚染されたものではないと思われる。

V 魚肉ソーセージの適正殺菌時間について

前章IIにおいて魚肉ソーセージ中の耐熱性細菌の熱抵抗性を検討し、またIV章においては、種々の加熱殺菌温度における魚肉ソーセージの熱伝導曲線を測定したが、これらの結果より確切の殺菌加熱時間の算出法として用いられる Ball の理論⁴³によつて、魚肉ソーセージの殺菌加熱時間を算出してみた。

IV章第2図の熱伝導曲線はブロークン加熱曲線に属する熱伝播を示すので、いわゆる General method により計算を行つた。

Table 5. Lethal rate value of the thermotolerants isolated from the softened fish sausage at heating of 90°C

Heating temp. (°C)	95	100	105	110	115
Thermal death time (mins.)	50	40	30	20	10

殺菌対象とする耐熱性菌は、前章IIにおいて得た結果のうち、比較的实际条件に近い結果として第4表記載の軟化型の腐敗ソーセージよりの分離菌を想定し、次の第5表に、この場合における加熱温度と細菌致死時間との関係を示した。

細菌の死滅時間 $T_{\theta m}$ と加熱温度 θ_m (°F)

との間には Arrhenius の法則により次の関係がある

$$\log \frac{T_{\theta m}}{T_{\theta' m}} = \frac{\theta' - \theta_m}{z} \dots \dots \dots (1)$$

但し(1)式中、 $T_{\theta' m}$ は標準加熱温度 θ' (普通 250°F) における致死時間で、 z は $\log T_{\theta}$ と θ との直線関係の傾斜の度合を示す係数である。

すなわち第5表の結果より $\log T_{\theta}$ と θ の関係を図示すると第4図に示すような直線関係となる。

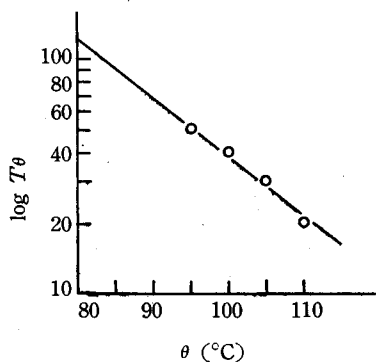


Fig. 4. Relation between $\log T_{\theta}$ and θ

いま第5図の左側に前章IVで得られた90°C加熱の場合の熱伝導曲線(第2図参照)を再録する。すなわち縦軸 y にソーセージの中心温度 (F°) を、横軸 x に加熱時間(分)をとる。この図の右側に、縦の y' 軸は y 軸と同じスケールにして細菌の加熱温度をとり、横の x' 軸には加熱致死時間をとつて第5表の結果に基づいて細菌致死曲線を書く。この場合95°C (203°F) 以下の細菌致死時間は第4図の直線関係より大体推定することが出来る。

次に x' 軸上の各時間の逆数をとつたものを加熱致死率価 (Lethal rate value) とし、上部の x'' 軸に書く。

この第5図において、左側にある加熱時間の点より垂線を立て、熱伝導曲線との交点を求めこの交点より x' 軸に平行に線を延ばして右側の加熱致死曲線との交点を求める。この交点より、更に上部へ垂線を立て x'' 軸上の加熱致死率価を求める。これにより魚肉ソーセージをある温度にお

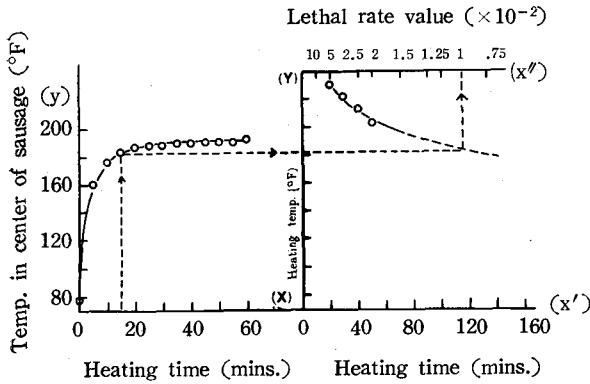


Fig. 5. Adequate processing time of fish sausage in the processing at 90°C

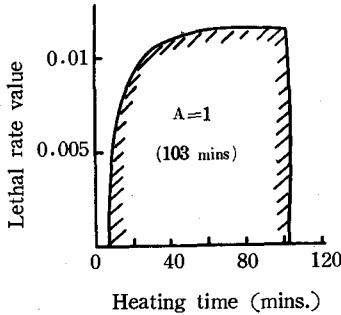


Fig. 6. Lethality curve of bacteria isolated from softened fish sausage

ことを意味する。故にこの致死率曲線の下面積 S を各時間毎にプランメーターで測定し、細菌の致死量 A を求め、 $A = 1$ になるような加熱時間を求めれば、加熱殺菌に必要な加熱時間を知ることが出来る。

いま上記の90°C加熱の場合の加熱殺菌時間と致死量 A との関係を示すと次の第6表に示すようになる。

この結果より、90°C加熱の場合には約103分後において致死量 (A) は1となり、この時間で殺菌が完全に行われることになる。

Table 6. Relation between the lethality (A) of bacteria and the heating time

Processing time (mins.)	L	S (cm ²)	$\int S$	A
10	0.00637	0		
15	0.00870	3.77	3.77	0.037
20	0.00982	4.63	8.40	0.084
25	0.01009	4.98	13.38	0.134
30	0.01019	5.08	18.46	0.185
35	0.01041	5.15	23.61	0.236
60	0.01135	5.62	50.77	0.508
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
103.4			100.00	1.000

いて加熱した場合の各加熱時間における細菌の致死率値が知られる。

こゝで第6図に示すように、縦軸に加熱致死率値を、横軸に魚肉ソーセージの加熱時間を取り、加熱致死率曲線 (Lethality curve) を画く。この場合、前記の $x-y$ の関係を示す熱伝導曲線上では、ソーセージの加熱時間が60分では殺菌不足でさらに加熱時間を延長せしめなければならないことは明らかであるから、第6図の致死率値も、ソーセージの中心温度が定常を保つ約50分以後においては一定の値を保持する。

この加熱致死率曲線下の面積は細菌の致死量に比例し、前記の General method では、殺菌加熱における細菌の致死量 A と時間 t との関係は次式で表わされる。

$$A = \int L dt = KS \dots \dots \dots (2)$$

但し (2) 式中 L は各加熱温度における細菌の致死率値で前記のように細菌の加熱致死時間の逆数である。また S は細菌の致死率値曲線の下に占める面積 (cm²)、 K は常数である。

こゝでもし、 $L = 1$ を m (cm) で示し、時間 d 分が1cmであるようにグラフの尺度をとると (2) 式は次式で表わされる。

$$A = S \cdot \frac{d}{m} \dots \dots \dots (3)$$

この場合 $A = 1$ であることは殺菌が過不足なく行われたこと

第7表には100°Cおよび105°C (3 lbs 加圧下)加熱の場合について前同様に計算した結果を併示した。すなわち100°Cでは63分、105°Cでは44分の殺菌時間を要し、これに Lang⁽⁴⁾ の云う安全率20%を加算すると90°Cでは124分、100°Cでは76分、105°C (3 lbs) では53分となる。なお、魚肉ハムの加熱殺菌時間についてはこゝに対象として考

Table 7. Adequate processing time of fish sausage

Processing temp. (°C)	90	100	105 (3 lbs press.)
Adequate processing time (mins.)	103	63	44
Safety processing time (mins.)	124	76	53

えた魚肉ソーセージ腐敗菌も魚肉ハムの腐敗原因菌として考えられるから、前章IVの第3図の各熱伝導曲線に基づいて、前同様に安全殺菌時間を計算してみると、90°C加熱の場合には151分、100°Cおよび105°C加熱の場合には、ソーセージの場合と同様にそれぞれ

76分および53分と計算された(安全率を算入して)。

既述のように横関らは²²⁾、魚肉ソーセージの軟化原因菌について、寒天培液中の加熱においてすら100°C 60分に耐えることをみており、また井野²⁹⁾もサメ肉を原料とした魚肉ソーセージ中に極めて熱抵抗の強い *Clostridium* 属の嫌気性細菌を検出しているから、上記第7表に得られた結果が適正殺菌時間として果して妥当なものであるか否かについては、なお今後の実際的な検討を要することは言うまでもない。しかし、商業的な殺菌条件として105°C(3 lbs 加圧下)60分程度の殺菌が製品々質上許されるならば、この程度の殺菌操作は当業者間において容易に実施され得る問題であろう。

VI 魚肉ソーセージの加熱殺菌温度と品質との関係

前章IIにおいて検討したように、魚肉ソーセージ中の汚染細菌を完全に殺菌するためには、商業的加熱殺菌時間として60分を適当とすれば、100°C以下の温度では更に長時間を要することとなるので、100°C以上の高温殺菌が必要となる。

しかしIV章の熱伝導試験でも観察されたように、加熱温度が100°C以上になると製品の品質は官能的にも著しく低下し、特に製品の弾力の低下、色沢および香気の損失、焦臭の附加などの悪影響が現われる。しかしこの場合、使用ケースの種類によつては、それほど品質低下がおこらない場合もあることを経験したので、本試験においては、加熱殺菌温度と品質の関係を検討すると共に、特にケースの種類が加熱後の品質に及ぼす影響をも併せ検討した。

1 実験方法

某魚肉ソーセージ工場において調製された配合摺身をライファン、サラシ、クレハロンおよびハイゼックスの各ケースに充填した。各ケースの直径は統一化されたものを入手することが出来なかつたが、ライファンは直径3 cm、厚さ0.04 mm、クレハロンは直径3.5 cm、厚さ0.04 mm、ハイゼックスは直径5.5 cm、厚さ0.04 mmのものを使用した。

充填、結束後の長さはハイゼックス以外は市販品と同じく16.5 cmとし、ハイゼックスのみは12 cmとした。

上記の各充填ケースを、それぞれ90°C、100°C(沸騰水中)、ならびに105°C(3 lbsの加圧レトルト内)で加熱し、加熱時間は工場における加熱条件と同じく45分間とした。加熱殺菌後、急冷(約20分)し、ライファンでは皺伸しを行い、約24時間室温に放置後、その肉質の弾力性を検討した。これは松本ら⁴⁵⁾あるいは岡村ら⁴⁶⁾の実験に見るように、加熱製品の弾力性は加熱後24時間でほぼ定常に達することが明らかとされているからである。

なお本試験に用いたソーセージと全く同じ配合による工場製品(ライファン・ケース詰、90°C、45分間加熱製品)についても、その弾力性を検し、対照とした。

弾力性の判定は、松本ら⁴⁵⁾、志水ら⁴⁷⁾並びに立木ら⁴⁸⁾の方法によつた。すなわち松本らの方法では、一定の直径(本試験では0.7 cm)を有するプランジャーが、固定容器中におさめたソーセージの水平表面を破断するに要する荷重量を求め、これを破断強度(Breaking strength)としている。著者らも破断強度はこれになつた。上記の球形のプランジャーのみを取り外して、代りに刃渡り2 cmのクサビ状のプランジャー(刃の厚さは底面で約1 mm、底面より約1 cm上部では0.5 cm)に取り換え、この先端がソーセージの表面を切斷

して突刺さるときの荷重量を求め、これを仮りに切断強度 (Cutting strength) として表わした。次に志水らの方法では、1 cm²の断面を有するソーセージ片を片一方から引切るときのスプリング秤にかゝる力を測定するものでこれを破断応力 (Breaking stress, 単位は g/cm²) として表わしている。著者らもこれと同様の測定を行つた。また立木らの方法では、いわゆる水検式弾力測定装置による捻切り角度 (Angle of twist) および引きちぎれるまでの伸長度 (Breaking strain, 単位は mm) を測定するもので、これには 1 cm (巾) × 0.8 cm (厚さ) × 3.0 cm (長さ) の長方形のソーセージ切片を左右の両ツマミに固定して測定を行つた。

なお測定試験の切片をソーセージ製品から切りとるときには、各測定法に応じて、その切断方向あるいは測定面などをすべて同じように統一して行つた。

2 実験結果並びに考察

実験結果は第8表に示す如くである。

Table 8. Relation between the elasticities of fish sausages in several kinds of cases and their heating temperatures (heating time, 45 mins.)

Cases	Processing temp. (°C)	Breaking strength (g)	Cutting strength (g)	Breaking stress (g/cm ²)	Angle of twist	Breaking strain (mm)	Remarks (Size of case used)
"Kureharon"	90	162	54	280	210°	16	Dia. 3.5 cm Length 16.5 cm Thickness 0.04 mm
	100	88	28	140	190°	10	
	105	88	19	140	140°	10	
"Saran"	90	154	50	160	180°	10	D. 3.0 cm L. 16.5 cm Th. 0.065 mm
	100	149	38	160	180°	10	
	105	90	3	80	120°	5	
"Hydix"	90	94	21	180	180°	10	D. 5.5 cm L. 12 cm Th. 0.04 mm
	100	71	0	140	120°	5	
	105	70	0	140	110°	5	
"Ryphan"	90	130	14	100	150°	8	D. 3.0 cm L. 16.5 cm Th. 0.04 mm
	100	24	2	0	140°	8	
	105	0	0	0	90°	8	
Control: Ryphan (Commercial sausage)	90	108	14	140	160°	9	Ditto

この結果によると、ライファン・ケース詰の例に見るように90°C、85分間の加熱では対照の工場製品と比較し、その肉質の弾力性を表わす各測定値は大差なく、品質的には同等の価値を有するが、100°C加熱では各数値は著しく減少し肉質が柔軟となり、特に105°C加熱では破断強度、切断強度および破断応力などは、全く測定出来ない程になる。これは高圧加熱によりケース内の摺肉自体が膨脹し、その組織が破壊されるに外ならない。

ライファン以外のケースにおいても、加熱温度が100°C以上においては、全般的にみて90°C加熱の場合に比し、各測定値が減少し、製品の弾力性が低下する傾向が見られるが、しかし、サラン、クレハロン・ケース詰のものでは、ライファン・ケース詰のものにみられたほどの著しい品質の低下はみとめられない。殊にクレハロン詰のものでは100°C加熱と105°C加熱製品とは全くその弾力性は変わらず、またライファン詰のものと同じ直径、同一肉詰量であるところのサラン詰のものでは、同じ90°C加熱でも、その製品の弾力性は

サラン詰の方が優れており、かつ90°Cと100°C加熱製品との弾力性の相違はほとんどみられない。

ハイゼックス詰のものについては、本製品が直径5.5cmで、他のケースとの相違が大きいため、相互比較は困難であるが、加熱温度の上昇に伴う各測定値の減少程度から判断すれば、このケース自体はライファン並か、あるいはそれよりややよい程度の保全効果を示すにすぎないと思われる。なおハイゼックス詰のものでは、100°C以上の加熱ではしばしばケースの破損を来たすることがあった。

以上のようにクレハロン、サランなどの塩化ビニール系のケースに詰めたものは、ハイゼックス（低圧ポリエチレン）あるいはライファン（塩酸ゴム）ケースに詰めたものよりも、加熱温度の上昇による品質の低下が小さいが、これはクレハロン、サランなどの抗張力がハイゼックス、ライファンに比し大きいこと、また反対にハイゼックス、ライファンは抗張力は小さいが、伸張度が大きい性質を示すこと²⁾などより考えて、ケース中の肉摺身の膨脹に対し、クレハロンあるいはサランなどが、相当の抵抗を示すことによるものと思われる。

このことより、魚肉ソーセージのケース内の摺身の膨脹を抑制して加熱することは、加熱後の品質の低下に対しては保護的に作用することが判る。

なお本実験においては、製品の弾力性に主眼をおいて検討したが、色沢、香気などは、やはり加熱温度が100°Cに及ぶと、かなりの変色あるいは損失を招くことが認められた。しかし、クレハロン、サランなどのケースに詰めたもので、加熱後における製品の弾力性が、ライファンあるいはケース詰のものに比し良好であったものにおいては、その色沢、香気も割合によく保全されており、このような点においてもケースの種類差による優劣の差があるものと思われる。

VII 魚肉ソーセージの高温殺菌時における内部膨脹

V章において検討したように魚肉ソーセージの完全殺菌を期するためには、100°C以上の高圧蒸気による加熱殺菌が必要で、少くも3 lbs (105°C) で60分程度の殺菌操作の行われることが望ましい。しかしVI章においてみたように、100°C以上の高圧殺菌によつた場合、ソーセージ・ケース内の内部膨脹によりまた肉質自体の膨脹によりケースの種類によつては破損をきたし、且つ肉質が脆弱化し、また色沢、香気も損失されてその品質が低下する。

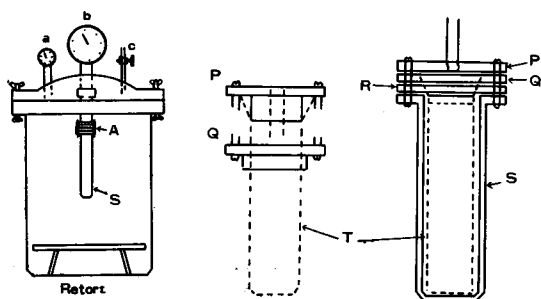


Fig. 7. An apparatus to estimate inner expansion pressure in a case of fish sausage

- P, Q ... Metal ring for setting of sausage case
- R ... Metallic liner
- S ... Metallic retainer
- T ... Sausage case
- A ... Setting position of retainer
- a ... Gauge for retort
- b ... Gauge for sausage case
- c ... Safety valve

著者らは、この高圧殺菌下においてケース内に発生する内部膨脹を、瓶詰食品の殺菌例¹⁾にみるように加圧空気の送入により抑圧しながら加熱殺菌すれば、ケースの破損も肉質の脆化も防止できると考えた。

ここにおいて、まず高圧殺菌下における内部膨脹の測定を行い将来における加圧殺菌の場合の基礎資料とした。

1 ケース内に水を充填した場合の内部膨脹

(1) 実験方法

1) 内部膨脹測定装置

まず予備実験として、二・三種のケース内に水を封入し、高圧加熱を行つた場合の加熱圧力と内部膨脹との関係について検討した。

内部膨脹の測定は第7図に示すような装

置を作つて行つた。すなわち、まずPおよびQの二つの鉄製リングからなるソーセージ・ケース取付用具に図に示す要領でケースを取付け、ナット締めて固定する。Qリングの下部の突端をRの真鍮リングにはめ込み、次いでSの真鍮製リテーナー(厚さ4mm)中におさめる。P、Q、RおよびSは、それぞれ相重ねられたまま、3ヶ所においてナット締めされる。水を上部のねじ込み孔より注入し、満水させ、この取付部全体をレトリート内のA部にねじ込みにより取付け固定する。

なお、真鍮製リテーナーとソーセージ・ケースとの間には側面において約1mm、底面においては結末部の突出面の障害により約3~5mmの空隙が生ずる。しかし、側面に薄板よりなる鋼製リングをはめ込んで密着状態として加熱した場合には、ソーセージ・ケースの内圧が底面の空隙部の方向に働くので、ケースの破損を来たすことが多かつた。すなわち、ソーセージ・ケースと真鍮リテーナーSとの間には、多少の空隙を残しておいた方がよい。このため、ソーセージ・ケース内の内部膨圧の真の値があるいは得られないかも知れないが、その近似値は得られ、且つ、加熱圧力、時間等に対する相関関係はあまり影響されないものと考へた。なお、A部の取付部より、内圧測定用ゲージとの導管中の空気を排除するという特別の工夫は行わなかつた。これは、供試水の中にも、また、実際のソーセージ摺身中にも空気が含有されており、結果的には、何れも同じことと考へたからである。

2) 実験法

ケースは、ライファン、クレハロン、およびハイゼックスの3種類とし、何れも径3cmのものを包装紙会社に依頼して特別に作成してもらつた。長さはレトリートの寸法上10cmに限定した。

上記の要領で装置内に水を充填したケースを取付け、2~15 lbs/平方吋内の所定圧力で一定時間蒸気加熱し経時的にレトリート圧力とソーセージ・ケース内圧とを測定した。

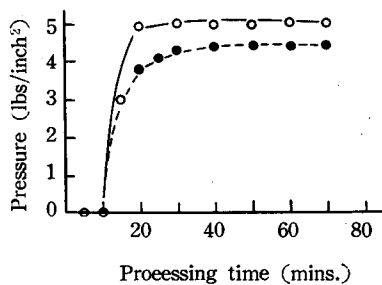


Fig. 8. Variation in the pressures in a Kureharon case of fish sausage during heat processing of 5 lbs pressure (stuffed with water)

○—○ Pressure in retort
●—● Inner press. in Kureharon case

ど変らない。このような関係は他の加熱条件の場合においても同様であつたが、時にはケース内圧が加熱時間の増大につれて、漸減する現象がみられた。特にライファン・ケースの場合は、加熱後のケースの収縮弛緩が激しいようで上記の現象が起きやすい傾向を示す。

次の第9図は各ケースについて得られた加熱圧力すなわちレトリート圧力とケース内圧との関係を示す。これは、加熱開始後30~40分

(2) 実験結果並びに考察

次の第8図は、クレハロン・ケースに水を充填して、5 lbs 加圧下で加熱した場合の結果を示す。この結果によれば、レトリート圧力は加熱開始後20分で定常値5 lbsに達し、ソーセージのケース内圧は約30分後に4.3 lbsを示し、以後70分までの加熱では多少の圧力変動がみられたが、両者の圧力はほぼ比例的な増減を示して変化した。すなわちこの場合にはレトリート圧力>ケース内圧の関係を示し、その圧力差は0.7 lbsで加熱30分以後においては、この圧力差はほとんど

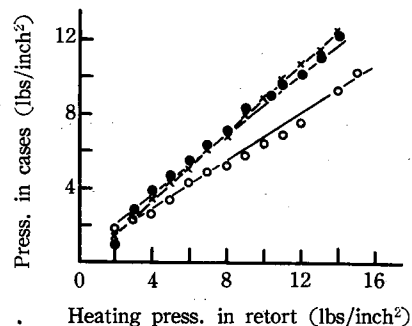


Fig. 9. Relation between heating pressures and inner pressures in cases of fish sausage

×—× Kureharon
●—● Ryphan
○—○ Hydix

後において一応ケース内圧が定常となつた時における各測定値より図示されたものである。

この結果では、加熱圧力が15 lbs/平方吋までは、ケースの種類に拘わらず、レトルト圧力>ケース内圧の関係が示され、且つ、ケース内圧と加熱圧力との関係は、直線関係で表わされる。しかし、クレハロンとライファンとは、ほぼ近似した直線関係を示すが、ハイゼックスは前二者に比し概して低いケース内圧を示す。

第10図はレトルト圧力とケース内圧との差を加熱圧力(レトルト圧力)に対してプロットしたもので、これより加熱圧力が2~15 lbsの範囲において増大するにつれて、レトルト圧力とケース内圧との差もまた増大するが、クレハロンとライファンは、0~2 lbsの比較的低い圧力差を示すのに対し、ハイゼックスは0.5~5 lbsの大きい圧力差を示して変化することが判る。

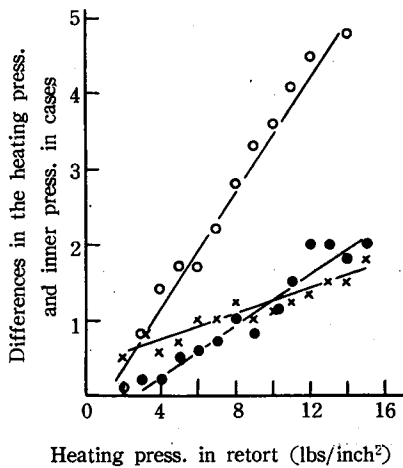


Fig. 10. Relation between the heating pressures and differences in the heating pressures and inner pressures in cases of fish sausage

- ×—× Kureharon
- Ryphan
- Hydex

レトルト圧力>ケース内圧という関係に影響することが最も大きいものと考えられる。前記したように、ソーセージ・ケースと外側の真鍮ケースとの間に側面で約1 mm、底面で約5 mmの空隙を残して本側定を行つたのであるから、加熱中においてケースが内容物と共に膨脹することは確かであろうし、また加熱当初においてケース内圧の変動がみられたことから、一旦膨脹したケースが温度の上昇に伴つてその物理的性質にかなり変化が生じたことは、加熱後においてとり出したケースが変形していたことよりもうかがえる。すなわち加熱後のケースの変形の著しかつたのは、クレハロン(幅には変化はなかつたが、長さははじめの約 $\frac{1}{3}$ に収縮)およびライファン(幅は約 $\frac{1}{3}$ 、長さは $\frac{1}{2}$ に収縮)で、ハイゼックス(やゝ膨脹気味ではあるが幅および長さにはあまり変化がない)は比較的良好であつた。第9,10図にあつて、クレハロンおよびライファンが圧力変化に対し同じような傾向を示し、且つハイゼックスに比し、全般的に高いケース内圧を示したことも前二者の収縮性が関係しているものと思われる。なお、その外にケース表面における蒸気の透過性も考慮され、この点罐詰、瓶詰食品などと比較しても機構的にみて複雑である。

2 ケース内にソーセージ摺身を充填した場合の内部膨圧

(1) 実験方法

前記と同じ方法によりケース内にソーセージ摺身を充填した場合について検討した。使用ケースはライファン1種とし、加熱圧力は2~8 lbs/平方吋、加熱時間は60分とした。なおソーセージ摺身を取付ける場合、摺身表面にガーゼをおいて肉質が加熱膨脹によりゲージへの導管中に押出されることを防止した。しかし実際にはそれほど著しい導管中への圧出はみられなかった。

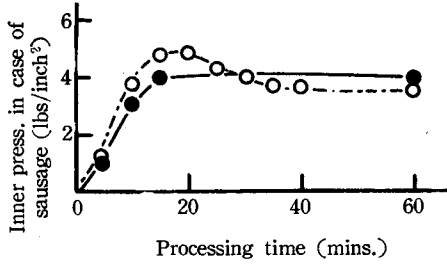


Fig. 11. Variations in the inner pressures of Ryphan case of fish sausage during heat processing at 4 lbs pressure (stuffed with minced fish meat as the raw material of fish sausage)

- Pressure in retort
- Inner pressure in a Ryphan case

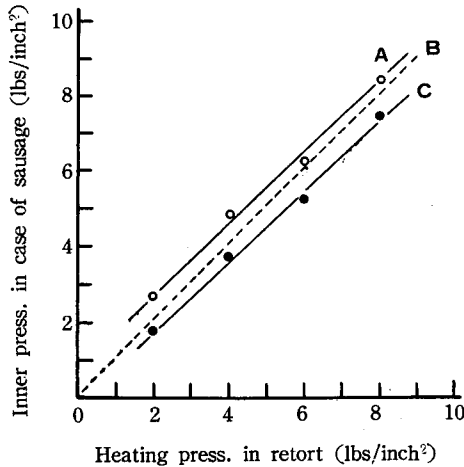


Fig. 12. Relation between heating pressures and inner pressures in Ryphan cases of fish sausage

- A, After the heating pressure attained to constant
- C, After sterilization of 60 minutes
- B, Equi-pressure line (at equilibrium of inner pressure of sausage and heating pressure)

の後ケース内圧の低下するのは、ケース自体の機械的性質の変動によるものではなからうか。

以上の結果にみるように、魚肉ソーセージの高圧殺菌において、ケース内部に発生する圧力は加熱圧力と大差を示さず、罐詰・瓶詰の例によるような大なる過剰圧力を示すことはない。この理由としてケースの物

(2) 実験結果並に考察

4 lbs 加熱の場合の実験例を第11図に示す。加熱当初においてはソーセージ・ケースの内圧がレトルト圧力よりも大きな値を示して変化するが加熱圧力が定常値に達した後においては時間の経過につれて漸次ケース内圧は低下し、ついにはレトルト圧力よりも小さくなる。このような傾向は加熱圧力が増大すると漸次みられなくなり且つレトルト圧力とケース内圧との差はやや小さくなる。

第12図は加熱圧力(レトルト圧力)とケース内圧との関係を示し前記の水封入の場合と同様に直線関係で表わされる。しかし図中B線はケース内圧とレトルト圧力とが相等しい場合の等圧線を示し、A線はレトルト圧力が定常に達したとき、C線は加熱60分後における相互関係を示したものである。これより明らかなように、加熱当初においてはA線はBの等圧線の上位にあり、すなわち、ケース内圧>レトルト圧力の関係を維持するが、加熱時間の経過につれて漸次ケース内圧は低下し、60分後においてはB線の下方C線で表わされレトルト圧>ケース内圧の關係に逆転する。しかしA、C直線はほぼ平行的な關係にあり、ケース内圧とレトルト圧力との差は加熱圧力の増加にも拘らずほぼ0.4~0.6 lbsの一定値を示し大差がない。さきに谷川⁵⁰⁾はミンスト・スキッドの罐詰について上部空隙量と巻締真空度を一定にした場合、罐内圧>レトルト圧の關係を示し、且つその圧力差は加熱圧力の増大に対し影響されず、ほぼ一定の10 lbs圧を示すことをみた。上記の關係もこれと同様である。たゞソーセージの場合はその圧力差が小さく、上記の結果にみるように、加熱殺菌中のケース内の圧力変動を考慮に入れれば加熱圧力とケース内圧とはほぼ同値を示すとすることも出来る。なお加熱当初においてケース内圧がレトルト圧力より増大する理由の一つとして、摺身内部の含有空気の存在があげられるであろう。しかししてそ

理的性質が大きく影響しているものと思われるが、その細目について検討することは仲々困難である。

3 加熱後の肉質変化について

前章VIにおいて検討したように、魚肉ソーセージを100°C以上の高压レトルト中で直接的に加熱殺菌するときはその肉質が甚だしく脆弱化する。殊にライフアン・ケース詰めものは品質の低下がはげしかったのであるが、今回の試験のようにソーセージ摺身を充填したケースを金属製の枠（真鍮リテーナー）の中に入れ、その加熱による膨脹を抑圧して加熱した場合には、その肉質の脆化が小さく、且つ色沢の変色、香気の損失などもまた少ないことが特に注目された。次の第9表は本試験の装置内において種々の加熱条件下で加熱された魚肉ソーセージの弾力性をVI章記載の方法および要領により判定したものである。同表中対照品はVI章において得られたものであるがソーセージ摺身の配合割合には大差はない。

Table 9. The elasticity of fish sausage in Ryphan case after the heat sterilization in retainer (1)

Heating condition	Pressure in retort (lbs/inch ²)	Processing time (mins.)	Breaking strength (g)	Breaking strain (mm)	Angle of twist	Breaking stress (g/cm ²)
High temperature processing (in retainer)	2.5	90	105~110	10	180°	160
	3	20	90	9	140°	260
	3	30	120	14	160°	160
	3	60	115	13	170°	80
	5	60	90	9	160°	20
	5	90	115~120	12	220°	100
	7.5	60	45	10	150°	100
	7.5	90	52	14	160°	0
	10	30	45	7	150°	20
	10	60	30	9	190°	0
Control (Non-retainer)	Ryphan 0 (90°C)	45	108	9	160°	140
	3	45	0	8	90°	0
	Kureharon 3	45	88	10	140°	140

この結果によれば真鍮リテーナーに入れて高压殺菌された場合においても加熱圧力の増大につれて破断強度 (Breaking strength) および破断応力 (Breaking stress) などは漸次低下し、肉質の脆化する傾向がみられるが、しかし10 lbs 加熱のものにおいてさえ対照の3 lbs (ライフアン・ケース詰め) 加熱のものに比し数値的にも、また官能的にも優ることは確かであった。同じ3 lbs 加熱のものでは、真鍮製リテーナーに入れて加熱したものの方が明らかに品質がよく保全されており、対照の90°C 加熱のものとの工場製品と比較しても肉質的には同等であった。なお注目されることはクレハロン・ケースに詰めた対照品で、これは3 lbs 高压レトルト中で直接的に加熱されたものであるにも拘わらず、このものの弾力性が真鍮製リテーナーに入れて同じ圧力下で加熱されたライフアン・ケース詰めのものと同等の値を示すことである。この場合のクレハロン・ケースは直径3.5 cm のものでライフアン・ケースは3 cm のものであったから熱滲透の点において多少の相違はあることと思われ、なお検討を要するが、しかしクレハロン・ケースは確かにその収縮性と、抗張力の点において高压殺菌用のケースとして適当しているものと思われる。

以上の結果より、魚肉ソーセージの加熱に際し金属製のケース内に封入して加熱すれば相当程度の高压殺菌に対しても、よくその品質を保全することが明らかである。

VIII 金属製ケース内に魚肉ソーセージを入れて高圧殺菌した場合の肉質の変化

前章の実験結果より、加熱前のソーセージ・ケースを金属製のケースにおさめて高圧殺菌した場合には、かなり品質がよく保全されるので、本試験では、ブリキ製ケースを試作して実用的な試験を行うと共に加熱殺菌後の製品品質について検討した。

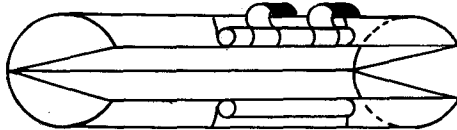


Fig. 13. A retainer for processing of fish sausage

1 実験方法

次の第13図に示すようなブリキ製のリテーナー（厚さ0.3 mm）を作成し、この中に加熱前のソーセージ・ケースを入れて高圧殺菌してみた。この試験においてもソーセージ・ケースとブリキ・リテーナーとの間が密着したような状態では結果は不良で、ソーセージ・ケースが楽に収められる程度にした方がよかつた。

本試験ではライファン・ケース詰めのものを用い、ソーセージ摺身充填後のケースの直径 3.1 cm に対し、ブリキ・リテーナーの内径は 3.3 cm とした。この程度のブリキ・ケースでは 10 lbs 加圧殺菌の場合には、ソーセージの肉質膨脹により破損することがあつたが、8 lbs までの加圧殺菌は可能である。

加熱圧力は 3~7.5 lbs、加熱時間は 30~60 分とした。加熱終了後、実用的な場合を考慮して、ブリキ・リテーナーに封入したまゝ水中に投じ冷却した。製品は一夜放置後、VI章記載の方法によりその弾力性を判定した。

なお、前章IVの要領によりソーセージ中心部に熱電対を設置したものをブリキ・リテーナー内におさめ（この場合導線の入る片端の部分に半円形の孔をあけて挿入した）、ソーセージ中心温度の加熱殺菌中の変化を測定した。

Table 10. The elasticity of fish sausage in Ryphan case after the heat sterilization in retainer (2)

Heating pressure (lbs/inch ²)	Heating time (mins.)	Breaking strength (g)	Angle of twist	Breaking strain (mm)	Breaking stress (g/cm ²)
3	30	100~125	200°	10	140
3	45	100~105	180°	8	80
5	45	140~180	140°	12	140
7.5	30	110~120	150°	10	100
7.5	60	120~130	120°	10	102
Control :					
0 (90°C)	45	108	160°	9	140
3	45	0	90°	8	0
(Non-retainer)					

2 実験結果

加熱製品の弾力性の判定結果は第10表に示す如くである。この結果においても明らかなように、3~7.5 lbs 圧の範囲では、何れの肉質も同程度の弾力を示し、且つ前記第9表の対照品である工場製品（90°C加熱）と比較しても、その肉質上何等の損失がみられない。しかし官能的には、5 lbs 以上の高圧殺菌は肉質の脂肪の変化をはげしくするものと思われ、概して不良であつた。

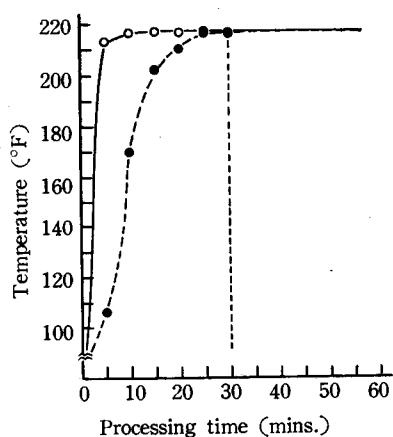


Fig. 14. Variation of the temperatures in the center of fish sausage held in the retainer during processing (3 lbs pressure)

○—○ Retort temperature
●—● Temperature in center of sausage

検討すべき問題があり、これらの問題については次に報告する。

要 約

魚肉ソーセージの完全貯蔵を期するために、魚肉ソーセージの殺菌に関する一連の研究を行った。

(1) まず魚肉ソーセージ製造の原材料、添加物並に製造工場内の細菌汚染度を調査し、ケース充填前の混合摺身中には $10^4 \sim 10^7/g$ 程度の細菌が存在し、このうち $10^2/g$ 程度の細菌は $85^\circ C$ 、30分間の加熱においても残存する耐熱性細菌であることを知った。

(2) 次に、現行の加熱殺菌条件 ($85^\circ C \sim 90^\circ C$ 、60分) により製造された市販製品のもので、軟化腐敗を起したもよりの分離細菌が、肉質中に $10^3/g$ 程度混入されて加熱された場合には、 $95^\circ C$ で50分、 $100^\circ C$ で40分、 $105^\circ C$ (3 lbs 加圧下) では30分、 $110^\circ C$ (6 lbs 加圧下) では20~30分、 $115^\circ C$ (10 lbs 加圧下) では10分の加熱で漸く死滅することをみた。

(3) なお、この場合、フラスキンなどの防腐剤が共存すると、細菌の死滅速度はさらに助長せしめられることをみた。

(4) 一方、市販の魚肉ソーセージ (直径3 cm, 長さ16.5 cm) および魚肉ハム (角ハム, $4 \times 4.5 \times 9$ cm) について、種々の加熱温度下における熱伝導試験を行い、加熱温度に伴う製品の中心温度の時間的変化を検討した。

(5) この熱伝導試験の結果、前記のような魚肉ソーセージ中の耐熱性細菌は現行の $90^\circ C$ 、60分程度の加熱では死滅しないで残存することが明らかとなった。

(6) 次に、熱伝導試験の結果と、先に得られた魚肉ソーセージ中の耐熱性細菌の熱抵抗性試験の結果よりBallの理論により、各温度における理論的な完全殺菌時間を検討した結果、 $105^\circ C$ (3 lbs, 加圧下) では53分程度の殺菌を要することを知った。

(7) 以上の結果より、魚肉ソーセージの完全殺菌には加圧下における高温殺菌の必要が認められたので、この方法を確立する上において必要と思われる基礎的事項について検討を試みた。

(8) まず、高压殺菌において、ソーセージのケース内に発生する内部膨圧を測定する装置を考案設置し、

これを用いて殺菌温度一時間と、ケース内の内部膨圧との関係を検討した。その結果、加熱圧力と内部膨圧との関係は直線的な比例関係で表わされることをみとめた。たゞしこの直線関係はケースの種類によつて異なる。

(9) しかして、この高温殺菌に際し、使用するケースは、サラン、クレハロンが適当で、ライフアンではケースの収縮破損を来たす場合もあり概して不良である。

(10) なお、上記の高温殺菌において、加熱殺菌後の肉質は、殺菌温度が100°C以上においては明らかに低下するが、しかしサラン、クレハロン・ケースに充填したものではライフアン充填のものに比し、その品質は低下しにくい。

(11) しかして、魚肉ソーセージのケース充填したものを一定の金属製の型枠(リテーナー)に入れて、上記の高温殺菌を試みた結果、3~6 lbs (105°~110°C) 60分程度の加熱殺菌を行つても肉質自身の弾力性はそれほど悪化せず、色沢、匂いの点において多少の損色を来たすも、しかし殺菌時間を適切に改良することによつて品質の改善は期待出来ることを知つた。

以上の各試験の結果より、高温殺菌法による魚肉ソーセージの完全貯蔵が期待出来る見通しがついた。すなわち高温殺菌時における内部膨圧に関する知見に基づき、殺菌装置内に加圧空気を封入することにより内部膨圧を抑圧しながら、あるいは一定の形状を有する金属製の型枠にはめ込んでソーセージの膨脹を抑圧することによつて肉質の保全を期しながら完全殺菌することが可能と思われる。

文 献

- 1) 木塚 (1957). 全国魚肉ソーセージ協会々報 (23), 4.
- 2) 谷川 (1959). 包装食品. 310p. 東京; 紀元社.
- 3) 清水 (1956). 魚肉ソーセージ, [p. 4]. 東京; 全国魚肉ソーセージ協会.
- 4) 木俣・河合 (1951). 日水誌 16 (12), 55.
- 5) —・曾々木 (1956). 同上 22 (4), 269.
- 6) 横関・大島 (1952). 北水研報 (5), 21.
- 7) 高畑 (1957). 全国魚肉ソーセージ協会々報 (19), 4.
- 8) 横関 (1958). 日水誌 23 (9), 539.
- 9) —・大島 (1950). 北水誌月報 7 (7), 1.
- 10) 野口・佃 (1954). 日本海区水研年報 (1), 225, 229.
- 11) 曾々木 (1958). 日水誌 23 (12), 793.
- 12) 遠山^外 (1957). 食品衛生ハンドブック. 373p. 東京; 朝倉書店.
- 13) 清水・上野 (1954). 京大食研報 (4), 10.
- 14) 新川 (1956). 全国魚肉ソーセージ協会々報 (13), 6.
- 15) 宇野・徳永・中村 (1956). 北水誌月報 13 (4), 21; 13 (6), 3.
- 16) 横関 (1957). 魚肉ソーセージ講習会要録 IV, 8. 東京; 全国魚肉ソーセージ協会.
- 17) 清水 (1957). 全国魚肉ソーセージ協会々報 (20), 5.
- 18) 内山・横関 (1957). 魚肉ソーセージ講習会要録 III, 18; IV, 5. 東京; 全国魚肉ソーセージ協会.
- 19) 小笠原・斎藤・三井 (1957). 北海道衛生研報 8, 1.
- 20) 横関 (1956). 魚肉ソーセージ講習会要録 III, 9. 東京; 全国魚肉ソーセージ協会.
- 21) 清水^外 (1957). 京大食研報 (19), 44.
- 22) 横関・内山・馬見 (1958). 日水誌 24 (2), 156.
- 23) 天野^外 (1955). 日水誌 20 (9), 817.
- 24) 谷川^外 (1952). 北大水産彙報 3 (1), 13.

- 25) 谷川 (1958). 北大水産紀要 6 (2), 67.
- 26) — (1959). 罐詰時報 38 (9), 46.
- 27) 鉄本・山田・高瀬 (1951). 日水誌 17 (2), 30.
- 28) 横関・大島 (1950). 北水誌研報 (7), 1.
- 29) 井野 (1954). 腐敗研報 7, 31.
- 30) 高瀬・河端・天野 (1955). 日水誌 20 (9), 846.
- 31) 菅原・大島 (1950). 北水試月報 7 (4), 1.
- 32) 笠井・松井 (1957). 全国魚肉ソーセージ協会々報 (18), 5
- 33) 谷川・紀谷 (1954). 北大水産彙報 5 (3), 299.
- 34) 大島 (1953). 北罐技資料 (2).
- 35) 谷川 (1956). 罐詰の製造. [p. 247]. 東京; 紀元社.
- 36) 天野 (1948). 日水誌 13 (3), 103.
- 37) 赤松 (1959). 同上 25 (7-9), 545.
- 38) 内山・田中 (1958). 同上 24 (2), 148.
- 39) 赤松 (1959). 同上 25 (7-9), 549.
- 40) 松井・笠井 (1956). 全国魚肉ソーセージ協会々報 (5), 3.
- 41) —・—・斎藤・諸戸 (1956). 同上 (7), 3; (8), 6.
- 42) 静岡水試 (1955). 4月 II. Z-404-1.
- 43) 谷川 (1956). 罐詰の製造. [p. 137]. 東京; 紀元社.
- 44) Lang (1935). *Univ. of Calif. Pub.* 2 (1), 1.
- 45) 松本・新井 (1952). 日水誌 17 (12), 377.
- 46) 岡村・松田・横山 (1959). 同上 24 (12), 994.
- 47) 志水・清水 (1953). 同上 19 (4), 596.
- 48) 立木^外 (1951). 水検月報 26, 10.
- 49) 谷川 (1956). 罐詰の製造 [p. 88]. 東京; 紀元社.
- 50) 谷川・手塚 (1953). 未発表 (谷川英一著, 罐詰の製造. 44p参照).