

内部加熱을 利用한 保藏性魚肉(고등어) 煉製品의 加工 및 製品開發에 관한 研究*

1. 原料·添加物의 配合 및 加工條件

李康鎬·李炳昊*·兪炳眞·徐載壽·曹震鎬·鄭寅鶴·諸外權

釜山水產大學 食品工學科 *東義大學校 食品營養學科

Processing of Water Activity Controlled Fish Meat Paste by Dielectric Heating

1. Formulation and Processing Conditions

Kang-Ho LEE, Byeong-Jin YOU, Jae-Soo SUH,
Jin-Ho JO, In-Hak JEONG, Yoi-Guan JEA

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan
Namgu, Pusan, 608 Korea

and

Byeong-Ho LEE

Department of Food and Nutrition, Dong Eui University

As an effort to expand the utilization of mackerel which has been thought disadvantageous to processors due to the defects in bloody dark color of meat, high content of lipid, and low stability of protein, and to develop a new type of product, so called, preservative fish meat paste, the processing method was studied in which dielectric heating was applied by means of cooking, pasteurization, dehydration, and control of water activity.

The principle of this method is based on that dielectric heating can initiate a rapid dispersion or displacement of moisture in the meat tissue so that the level of water activity can be controlled by dehydration with hot air meanwhile the product is cooked, pasteurized, and texturized. And the product is finally heated with electric heaters and vacuum sealed to stabilize water activity and storage stability.

In present paper, a formula for preparing the fish meat-starch paste, the conditions of dielectric heating and dehydration, shape and size of the product, and other parameters were tested to optimize the process operation.

A formula of the fish meat-starch paste to provide proper textural properties and water activity was 10% starch, 1.5% salt, 3% soybean, 0.6% MSG, 2% sucrose, and 3% sorbitol against the weight of fish meat.

A proper shape and size of the product to avoid foaming and case hardening during heating was sliced disc of 8 cm diameter×0.8 cm thickness or 10×10 cm square plate with 1.0 cm thickness. The disc shape was recommended because it resulted more uniform heating, minimum foaming and case hardening. And it was also advantageous that disc was simply provided when the fish meat disc was stuffed in the same, solidified in boiling water for 2 to 3 minutes, and sliced.

Condition of dielectric heating was critical to decide the levels of sterility, water activity, and textu-

* 본 연구는 1983년도 산학협동재단 연구비로 수행되었음.

ral property of the product. The temperature at the center of the meat disc slices was raised up to 95°C in 1.5 minutes so that continuous exposure to microwave caused expanded tissue and hardening ending up with a higher water content. Heating for 5 to 6 minutes was adequate to yield the final water activity of 0.86 to 0.83(35 to 40% moisture). It is important, however, that heating had to be done periodically, for instance, in the manner of 2.0, 1.5, 1.5, and 1.0 minute to give enough time to displace or evaporate moisture from the meat tissue.

The product was dehydrated for 2 to 3 minutes by hot air of 60°C, 3 to 5 m/sec and finally exposed to electric heaters for 5 to 6 minutes until the surface was roasted deep brown. These conditions of heating and dehydration resulted in a complete reduction of total plate count from an initial count of $5.3 \times 10^6/g$ to less than $3 \times 10^2/g$.

General composition of the product was 40.1% moisture, 20.8% protein, 17.4% lipid, 16.2% carbohydrate, and 5.5% ash. Textural properties revealed folding test AA, hardness 42, cohesiveness 0.53, toughness 4.6, and elasticity 0.8.

서 론

어육 연제품에 AF-2 등 방부제의 첨가가 전면 규제 됨에 따라 연제품의 유통에 어려움을 겪게 되었다. 일본에서는 상온 유통을 가능하게 하려면 제품을 120°C 4분이상 가열살균하거나, pH를 5.5 이하로, 수분활성을 0.94 이하로 조절해야 한다고 규정하고 있다.

이로 인하여 수분활성을 저하시키는 첨가물에 관한 연구에 큰 관심을 모으게 되었고 臼杵(1977) 등은 수분활성 저하제의 종류와 유효 농도에 대하여, Sloan 등(1976)과 Bone(1973)은 저하제의 혼합순서에 따른 효과에 관하여 보고 하였다. 또한, Labuza 등(1976)은 각종 humectant의 *Aspergillus*의 증식효과에 대하여 보고하였고, 그리고 Bone(1973)과 Kim(1981)은 첨가제 혼합사용시의 수분활성조절 상승효과에 대하여 보고하였다. 그러나 이들의 결과는 첨가물과 humectant의 종류에 관계없이 수분활성은 0.90 이하로 떨어뜨리지 못하였다.

현재 시판되고 있는 어육류는 포장의 유무를 막론하고 대부분의 경우 저온저장 하였을 때도 식용가능한 저장일수는 10~14 일 정도이다.

본 연구에서는 위에서 적은 어육연제품의 보장성을 높이기 위한 가공기술의 개발과 짙은 육색, 어취, 높은 지방함량 및 단백질의 불안정성 등으로 인하여 아직도 가공도가 낮은 소위 일시다육성 적색어육의 하나인 고등어의 소비확대를 위한 새로운 제품의 개발을 목적으로 어육, 전분, 식염, 대두단백 기타 탄력 증강제와 보수력 안정제를 첨가하여 마세한 燻肉을 유전자열에 의한 내부가열방식으로 가열하여 일

단제로 조리, 살균함과 동시에 조직 내부의 수분을 신속히 확산 이탈시키고 이단계로 이를 열풍과 전열로서 가열 건조하여 제품의 수분활성을 조절하고 물성을 높여 보장성을 높이는 새로운 가공방법을 실험하였다.

여기서는 고등어 연육의 원료와 첨가물의 배합비, 가열 및 건조조건등 가공조건을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 시료의 조제

(1) 냉동고기육의 제조

1984년 3월 20일 부산공동어시장에서 구입한 신선한 고등어(*Scomber japonicus*; 체장 25~35 cm, 체중 350~400 g)를 머리와 내장을 제거하여 채육한(roII 式 채육기, $\phi 4.5 mm$) 다음 고등어육은 어육량의 7 배가량 0.4% 탄산수소나트륨 용액을 가하여 1차 수세한 후 3~5°C의 냉각수로 3회 씻고 조기육은 알칼리처리 없이 냉각수로만 3회 세척하였다.

수세한 육은 원심탈수한 후 chopper로서 잘아 중합인산염 0.3%, sorbitol 3%, 설탕 4%를 첨가하여 stone mortar에서 충분히 고기갈이 한 다음 급속동결(접촉 동결, -40°C) 하여 -30°C에 저장하였다.

(2) 시험제품의 가공

Fig. 1에서와 같은 가공공정에 따라 (1)에서 조제된 고기육에 옥수수 전분 식염, 대두단백 등의 탄력보강제와 MSG, 설탕, sorbitol 등 첨가제의 배합비를 달리하여 어육-전분, 혼합 마세물인 燻肉을 만들고 이것을 막대, 부들어육, 네모판 또는 원반형으로

内部加熱을 利用한 保藏性魚肉(고등어) 煉製品の 加工 및 製品開發에 관한 研究

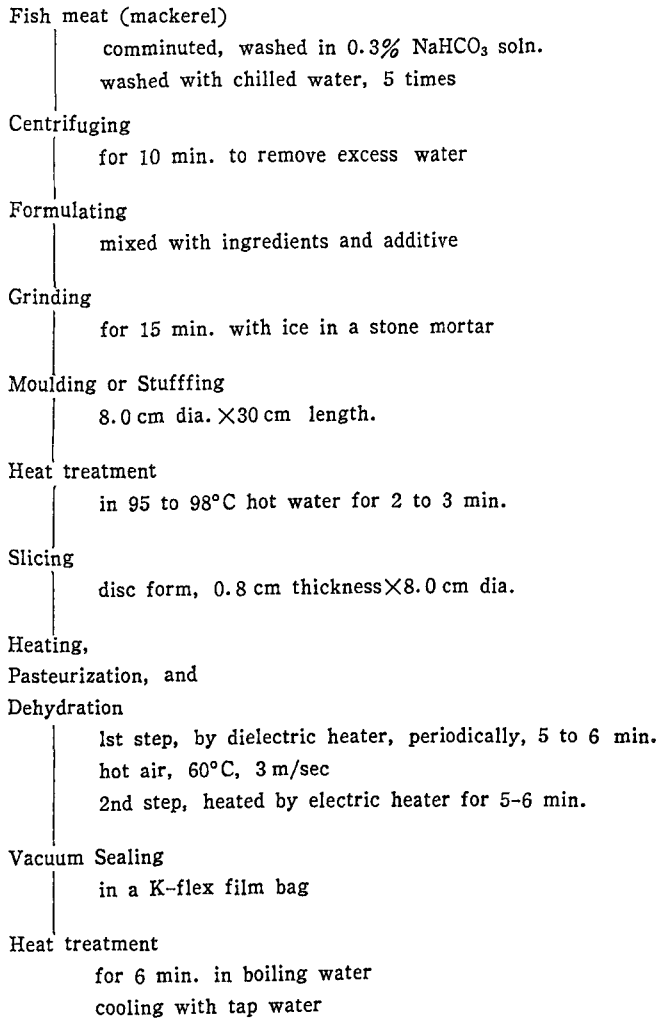


Fig. 1. Processing procedure of the water activity controlled fish meat paste

각각 크기가 다르게 성형하여 1단계로 유전자열하여 조적을 gel 화시키면서 내부수분을 확산시키고, 동시에 살균 목적을 달성하고 확산된 수분은 열풍으로 건조하면서 2단계로 전열로 가열하여 제품의 표면을焙燒시키고 동시에 수분활성을 조절하여 제품을 완성하였다.

이때 사용된 장치의 구조는 Fig. 2에서와 같고 크기는 내측으로 50×30×300 cm, 풍속을 최대 7 m/sec 까지 조절할 수 있는 송풍기, 그리고 테프론수지로 피복한 체인컨베어를 부설하였다. 마이크로파 발전기의 출력 100 V, 2,450 Hz, 700 W 이고 실내의 열풍온도는 20~100°C로 조절할 수 있다.

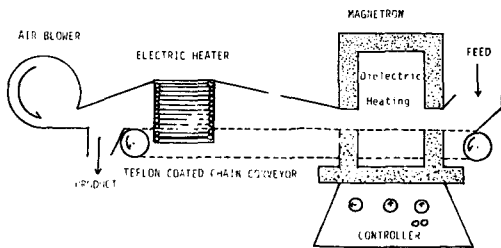


Fig. 2. Diagram of heating and drying apparatus

2. 실험방법

(1) Texture의 측정

가로, 세로 2.5 cm로 절단한 어묵편을 Instron

texturometer(Instron 1140)로 가압하여 얻어진 force-deformation 곡선으로 부터 몇가지 parameter를 측정하였다. hardness와 파쇄성(brittleness)은 Bourne(1968)의 방법에 따라 계산하였고 toughness는 시편의 크기가 일정하므로 제 1 변형곡선의 면적으로 계산하였다. cohesiveness는 Kapsalis(1970) 방법에 따르고 elasticity는 Mohsenin(1970)의 방법에 따라 계산하고 chewiness는 hardness, toughness 및 elasticity의 곱으로 나타내었다. force-deformation의 면적은 면적계로 계산하였고 Instron texturometer의 조건은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Conditions employed for texture profiles test using the Instron Texturometer

Sample size	2.5 cm×2.5 cm
Deformation(%)	70
Crosshead speed (cm/min.)	5
Chart speed (cm/min.)	10
Number of bite	2
Weight of bite (kg)	50

(2) Folding test

절곡시험; 시료를 3 mm 두께로 잘라 이것을 두겹으로 접었을 때의 파열상태의 정도로서 표시 하였으며 다음과 같이 부호로 나타내었다.

AA; 두겹으로 접어서 절곡중심부를 압박하여도 균열이 생기지 않은 때

A; 두겹으로 접어서 절곡중심부에 균열이 생기지 않을 때

B; 두겹으로 접어서 절곡중심부에 균열이 1/2 정도로 생길 때

C; 두겹으로 접어서 절곡중심부에 균열이 완전히 생길 때

(3) 수분활성 및 중심온도의 측정

수분활성은 대형 conway unit (87 mm i.d.)를 사용하는 개량간이수분활성 측정법(小泉 등 1980)으로 측정하였고, 중심온도는 열전대가 설치되어있는 온도기록계(Jenwag PHM6)를 사용하여 측정하였다.

(4) 생균수의 측정

A.P.H.A.(1970)의 방법에 따라 표준찬천배지를 사용하여 10 회희석법으로 희석하고 35°C에서 48시간 배양하여 집락수를 계측하였다.

(5) Trypsin Inhibitor(TI)의 측정

Rhinehart(1975) 방법을 개량한 Ryu(1983)의 방법에 따라 시료로 부터 TI를 추출하여 추출된 TI를 ANRC-Casein에 加하여 여기에 trypsin 용액을 가한 후 일정시간 후의 pH 강하정도를 측정하여 TI 함량을 계산하였다.

(6) 관능검사

10명의 panel member를 구성하여 각 제품의 외관, 맛, 냄새, 탄력 및 overall acceptance를 평가하였다.

(7) 성분분석

수분, 조단백질, 조지방, 탄수화물, 회분 등은 상법에 준하였다.

결과 및 고찰

1. 원료와 첨가물의 배합

(1) 탄력보강제의 첨가량

전분 및 대두단백을 여러가지 농도로 첨가하여 만든 연육을 2분간 유전자열하여 얻은 제품의 품질을 측정한 결과는 Table 2와 Table 3과 같다. 가장 탄력효과가 좋다는 옥수수 전분(志水; 1981)과 보수력을 보장하는 대두단백질(山内; 1979)의 첨가로 가열에 의한 유리수 분리가 억제되었고, texture는 전분 첨가량이 증가할 수록 경도는 증가하고 탄성은 감소하는 경향을 나타내었다. 西谷(1981) 등은 냉동고기 폴로 만든 어묵의 경도를 낮추기 위해서는 전분의 첨가량을 줄여야 한다고 지적하였는데 본 실험의 경우 전분 10%를 첨가한 것이 양호하였다(Table 2).

한편 대두단백질은 첨가량이 증가함에 따라 전분만을 첨가했을 때보다 경도가 낮아지는 반면 탄성은 증가하였다(Table 3). 그러나 8% 이상 첨가할 때는 Cassen 등(1975)이 지적한 바와같이 제품의 맛과 색조가 좋지 않았다. 대두단백 첨가시는 그 중에 존재하는 trypsin inhibitor (TI) (Churella 등; 1976, Tidemann과 Schingoethe; 1974, Freed와 Ryan; 1978, Baintner; 1981)에 의한 소화율의 저하를 (Boonvist와 Whitaker; 1976) 고려하지 않을 수 없다. 대두단백의 첨가량에 따른 유전자열 후 (270 sec) 잔존하는 TI의 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 그에 따르면 5~8% 첨가한 것은 60~80 mg/g 이상의 TI 함량을 나타내었고 3% 이하의 첨가량에서는 20 mg/g 이하의 TI 함량을 보여 3% 이상의 첨가는 어렵다고

Table 2. Textural property and water activity of the fish-starch paste prepared with different content of starch and heated for 2 minutes by dielectric heating

Corn starch added (%)	Hardness (kg)	Toughness (cm ²)	Elasticity	Cohesiveness	Chewness (kg)	Gel strength (g. cm)	Folding test	a _w
0	24	2.2	0.86	0.43	45.6	907	AA	0.90
5	33	3.8	0.81	0.35	101.4	1,100	AA	0.90
10	55	4.7	0.72	0.39	186.0	1,169	AA	0.90

Table 3. Textural property and water activity of the fish-starch paste prepared with different contents of soy protein and heated for a minutes by dielectric heating

Soy protein (%)	Hardness (kg)	Toughness (cm ²)	Elasticity	Cohesiveness	Chewness (kg)	Folding test	a _w
0	55	4.7	0.72	0.39	186.0	AA	0.90
1	54	3.9	0.70	0.41	170.2	AA	0.90
3	48	2.7	0.86	0.40	101.4	AA	0.90
5	47	3.0	0.87	0.41	98.8	AA	0.91
8	49	2.8	0.89	0.40	102.4	AA	0.90

Table 4. Changes of trypsin inhibitor contents in fish paste prepared with the different contents of soy protein

Soy protein added(%)	TI* (mg/g)
0	10.25
1	12.58
3	27.28
5	60.73
8	80.92

*Rhinehart method(1975)

생각되었다.

(2) 기타 첨가물의 배합

수분활성을 저하시키기 위한 식염 및 sorbitol의 첨가효과는, 식염의 경우 4% 첨가했을 때 a_w 0.89를 얻을 수 있었으나 2.5% 이상 첨가시에는 짠맛이 너무 강하였고 제품의 맛을 고려하면 1.5%의 첨가가 가장 적당하여 식염첨가에의 a_w 저하효과는 실효성이 낮았다. 또한 卍村 등(1977)이 그 효과를 인정한 sorbitol을 첨가하였을 경우 8% 첨가할 경우에 0.92로 저하함을 보았으나 6% 이상 첨가시는 제품의 맛에 영향을 미쳤고 적당 첨가량은 3% 정도였다.

卍村 등(1977)이 포장어육의 a_w를 0.94 이하로 낮추려면 sorbitol 20%, maltose와 lactose는 40% 이상을 첨가해야 한다고 보고한 것을 미루어 humectant에 의한 a_w 0.90 이하로 조절하는 것은 기대하기 어려웠다. 그의 조미료 위한 첨가물인 MSG, 설탕 등은 각각 0.6%, 2% 첨가하였을 때 적당하였다.

이상의 결과를 종합하면 첨가물의 배합은 고기풀 100에 대하여 건분 10%, 식염 1.5%, 대두단백 3% MSG 0.6%, 설탕 2%, sorbitol 3% 일때가 적당하였다.

2. 제품의 형상과 크기

내부가열에 의한 수분의 확산, 건조, 살균등 조작에 적합한 제품의 형태와 크기를 시험하였다. 형태는 막대형(직경 2.5cm×길이 10cm), 중앙부에 구멍이 있는 부들어묵형(직경 2.5cm×길이 10cm), 네모판형(두께 10×10cm) 및 원반형(두께 0.8cm×직경 8cm)중에서 앞의 두가지 형태는 가열층이 두꺼워 가열중 발포에 의한 조직의 팽화와 표면경화현상이 심하게 일어났고 어떤 경우는 표피층이 분리되었다. 두께가 얇은 네모판 또는 원반형인 경우는 가열이 균일하고 수분의 확산도 빠르고 조직의 팽화와 경화현상도 막을수 있었고 제품의 형상도 좋았다. 특히 원반형이 작업에 편리 하였는데 이것은 연육을 같은 크기의 원주형으로 길게 충전하여 열탕중에서 gel화시킨 다음 앞의 크기로 쉽게 절단할 수 있었기 때문이다.

3. 연육의 예비가열

앞에서 지적하였듯이 성형한 연육을 열탕처리하여 gel화시켰을 때 일정한 크기로 절단하기 쉬운편 아니라 유전자열시의 발포, 팽화 및 경화를 막고 또 유전자열시간을 단축시킬수 있으므로 이와같은 예비가열이 제품의 성상에 미치는 영향을 검토하였다. Table 5의 결과에서 알 수 있듯이 95~98°C의 열탕

Table 5. Textural property of the fish paste when treated in hot water by different heating time

Heating time (sec.)	Hardness (kg)	Toughness (cm ²)	Elasticity	Cohesiveness	Chewness (kg)	Jelly strength	Folding test
60	22.0	4.8	0.73	0.64	77.3	985.4	AA
120	19.5	4.1	0.74	0.63	61.9	846.7	AA
180	10.5	2.9	0.81	0.41	24.7	747.2	AA
240	8.5	2.4	0.73	0.35	14.7	833.2	A
300	6.5	1.1	0.78	0.38	5.6	841.2	A or B

중에서 2~3 분간 가열할때 성상이 좋았고 열처리 시간이 길어지면 경도와 점착성이 저하하여 제품의 형상이 손상되는 경우도 있었다.

4. 가열 및 건조조건

본 방법의 특징은 어육-전분의 마쇄분인 어육을 1 단계로 유전가열로서 단시간내에 조리(gel화), 살균하는 동시에 내부수분의 확산·증발을 유도하였고 그와 동시에 열풍으로 반건조하면서 2 단계로 전열기로 표면을 건조 배소하면서 제품의 최종 수분활성을 조절하는 것이다. 이때 연육의 팽화와 표면건조 현상은 유전가열의 시간이 길수록 또 가열온도가 높을수록 현저하였고 가열방식이 제품의 성상과 보장성을 좌우하였다.

Fig. 3에서 보는 바와같이 가열방식은 일정시간을

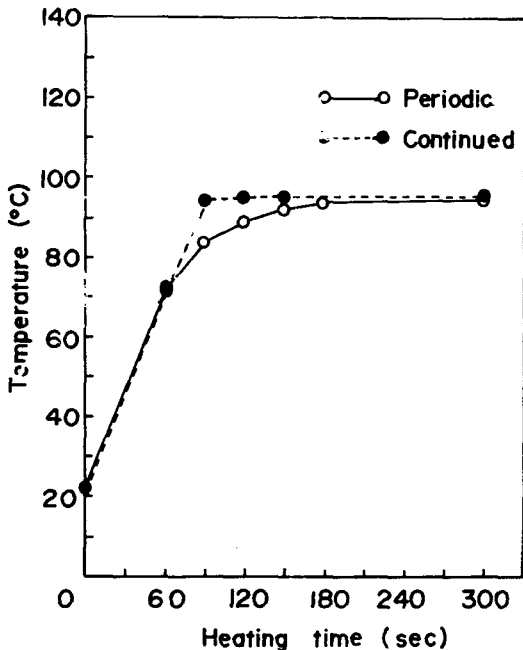


Fig. 3. Temperature distribution in the fish paste heated by two different method of heating

계속적으로 가열하는 것 보다는 단시간씩 간헐적으로 행하는 것이 팽화·경화현상을 막을 뿐 아니라 과열을 피하고 수분의 확산·이탈을 충분히 하게 하였다. 예를들면 6분의 가열시간을 6분동안 계속적으로 가열하지 않고 2분, 1.5분, 1.5분, 1분씩으로 간헐적으로 행할때 전자의 경우 수분활성 0.93으로 그치나마 후자의 경우는 수분활성 0.84에 도달하였다.

Fig. 4는 유전가열에 따른 연제품의 수분활성, 잔류 수분함량 및 TI 함량의 변화를 실험한 결과로서 3분 가열의 경우, a_w 0.87, 잔류수분 45.3% 었으

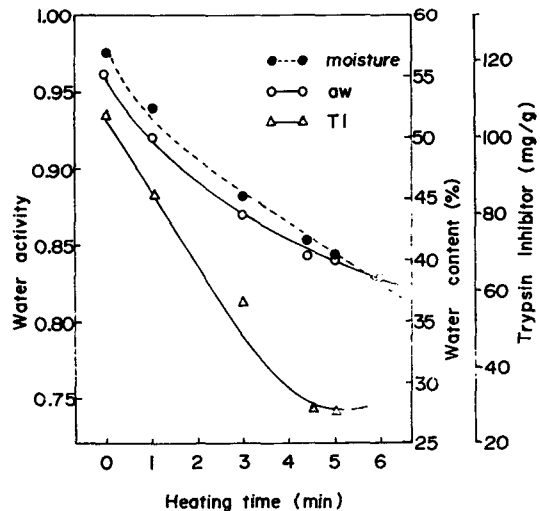


Fig. 4. Levels of a_w , moisture, and TI in the fish meat paste after heating and dehydration

나 TI 함량에 있어서는 57.9 mg/g으로 잔류율이 높았다. 그러나 5분 가열후에는 a_w 0.84 잔류수분 40.1%, TI 잔류량 27.3 mg/100g으로 양호하였다.

한편 가열시간에 따른 연제품의 물성과 생균수의 변화를 보면(Table 6) 최초 $5.3 \times 10^6/g$ 의 total plate count가 3분 이상의 가열에 있어서는 모두 $3 \times 10^2/g$

Table. 6. Textural property and total plate count of the fish meat paste when treated at different heating time.

Heating time (sec.)	Hardness (kg)	Toughness (cm ²)	Elasticity	Cohesiveness	Chewness (kg)	Folding test	Total plate count
0	—	—	—	—	—	—	5.3×10 ⁶
180	27.5	4.7	0.85	0.42	110.3	AA	<3×10 ²
270	37.5	4.5	0.79	0.45	134.0	AA	<3×10 ²
300	42.5	4.6	0.80	0.53	156.3	AA or A	<3×10 ²

이하로 감소하여 내부가열의 높은 살균효과를 나타내었고 물성의 변화에 있어서도 5분까지는 경도가 다소 증가하는것 외에 큰 변화는 없었고 5분 이상의 가열에 있어서는 잔류수분의 감소와 더불어 경도가 증가하여 folding test 성적이 다소 저하하는 정도였다. 1단계 가열을 위한 유전자열 시간은 5~6분을 간헐적으로 행하는 것이 적당하였고 그때 육편의 중심온도는 가열시작 15분 후에 95°C에 달하였다 (Fig. 3)

내부가열에 의하여 확산·이탈되어 나오는 수분은 60°C, 3~5 m/sec의 풍속으로 순환시키는 열풍으로 2분간 제거하고 계속하여 이동하는 체인콘베어에 의하여 건조실 출구에 부설된 전열기(600 W)에 의하여 표피를 밝은 갈색이 되도록 배소하였는데 그 시간은 5~6분이면 충분하였다.

5. 제품의 품질

이상에서 기술한 배합 및 가공최적 조건하에서 만든 고등어 연제품의 품질은 일반성분조성에 있어서 수분 40.1%, 단백질 20.8%, 지방 17.4%, 탄수화물 16.2% 및 회분 5.5% 였다.

제품의 수분활성은 0.84~0.86, 생균수는 3×10²/g 이하였고, texture 시험 성적은 foldingtest AA, hardness 42, cohesiveness 0.53, toughness 4.6, elasticity 0.8 이었다.

MSG 0.6%, sorbitol 3.0%, 설탕 2.0% 일 때가 가장 적당하였다.

(2) 연제품의 형상과 크기는 두께 0.8 cm, 직경 8 cm의 원반형이 균일한 가열과 팽화 및 표면경화를 막는데 가장 적당하였고 이것은 연육을 8 cm 직경의 원주형으로 충전하여 이것을 열탕중에서 2~3분간 가열처리하여 gel시킨 후 0.8 cm 두께로 절단하여 만들수 있으므로 조작성이 매우 편리하였다. 동시에 열탕처리는 유전 가열시간을 단축시키는 효과도 있었다.

(3) 유전자열은 5~6분간을 2분, 1.5분, 1.5분 및 1분씩으로 간헐적으로 행하는 것이 제품의 성상과 수분활성 조절 및 살균효과가 좋았다. 1단계 가열에 의하여 확산·이탈된 수분은 60°C, 3 m/sec의 열풍으로 2분간 건조하고 계속적으로 600 W 전열기로 5~6분간 가열 표면배소와 함께 최종적으로 수분활성을 조절할 수 있었다.

(4) (3)과 같은 조건으로 가공한 연제품은 수분활성 0.84~0.86, 생균수 3×10²/g 이하, TI 함량 27.6 mg/g였고 texture 시험성적은 hardness 42, cohesiveness 0.53, toughness 4.6, elasticity 0.8, folding test AA였다.

(5) 연제품의 일반성분 조성은 수분 40.1%, 단백질 20.8%, 지방 17.4%, 탄수화물 16.2% 및 회분 5.5% 였다.

요 약

유전자열을 이용한 내부가열로서 어육연제품을 조리·살균함과 동시에 내부수분을 확산·이탈시켜 제품의 수분활성을 조절하여 상온보장이 가능한 보장성 어육을 가공하는 방법과 제품개발을 위한 원료첨가물의 배합 및 가공조건을 검토한 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 고등어 연육의 첨가물 배합조건은 고기풀 100에 대하여 전분(옥수수 전분) 10%, 소금 1.5%,

문 헌

- A.P.H.A. 1970. Recommended procedure for the bacteriological examination of sea water and shell-fish. 3rd ed., Am. Pub. Health Assoc. Inc., 1970 Broadway, N.Y 19. 17-24.
- Baintner, K. 1981. Trypsin-inhibitor and chymotrypsin-inhibitor studies with soybean extracts. J. Agric. Food Chem. 29, 201-203.
- Bone, D.P. 1973. Water activity in intermediate

- moisture food. *Food Technol.* 27, 71-76.
- Boonvisut, S. and J.R. Whitaker. 1976. Effect of heat, amylase, and disulfide bond cleavage on the in vitro digestibility of soybean proteins. *J. Agric. Food Chem.* 24(6) 1130-1135.
- Bourne, M. C. 1968. Texture profiles of ripening pears. *J. Food Sci.* 33, p.323
- Cassen, R.G., R.N. Terrell and C. Couch. 1975. The effect of texture soy flour particles on the microscopic morphology of frankfurters. *J. Food Sci.* 40, 1097-1098.
- Churella, H.R., Benita Co Yao and W.A.B. Thomson. 1976. Soybean trypsin inhibitor activity of soy infant formulas and its nutritional significance for the rat. *J. Agric. Food Chem.* 24(2) 393-396.
- Freed, R.C. and D.S. Ryan. 1978. Changes in kunitz trypsin inhibitor during germination of soybeans: an immunoelectrophoresis assay system. *J. Food Sci.* 43, 1316-1319.
- Kapsalis, J.G., J.E. Walker and M. Wolf. 1970. A physicochemical study of the mechanical properties of low and intermediate moisture foods. *J. Texture Study.* 1, 464-468.
- Kim, D.S. 1981. Effect of food humectants on lowering water activity of casing kamaboko. M.S. Thesis of National Fish. Univ. of Pusan.
- 小泉千秋・和田俊・野中順三九 1980. 食品の簡易水分活性測定法の改良ならに水分活性に及ぼす食品成分の影響について. *J. Tokyo Uui. Fish.* 67(1), 29-34.
- Labuza, T.P., K. Acott, S.R. Tatini, R.Y. Lee, J. Flink and W. McCall. 1976. Water activity determination: A collaborative study of different methods. *J. Food Sci.* 41. 910-917.
- Mohsenin, N.N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. Vol. 1. Structure, physical characteristics and mechanical properties. Gordon and Breach. Science Pub., N.Y., U.S.A.
- 西谷喬助. 1981. 最近における冷凍ねりの加工利用について. *New Food Industry* 23(10), 43-52.
- 白杵睦夫・福見 徹・加藤健二. 1977. 魚肉ねり製品の品質保持試験 第3報. 主添加物の水分活性低下効果カマボコの品質に與える影響, *北水誌月報* 34(8), 1-12.
- Rhinehart, D. 1975. A nutritional characterization of the distiller's grain protein concentrates. MS thesis of Univ. of Nebraska-Lincoln. 29-42.
- Ryu H.S. and K.H. Lee. 1983. Nutritional evaluation of protein quality in some seafoods. Ph. D. thesis of National Fish. Univ. of Pusan.
- 志水實. 1981. かまぼこの足. *New Food Industry* 23(9), 65-76.
- Sloan, A.E., P.T. Waletzko and T.P. Labuza. 1976. Effect of ordering-of-mixing on lowering ability of food humectants. *J. Food Sci.* 41, 536-540.
- Tidemann, L.J. and D.J. Schingorthe. 1974. The use of activated charcoal to remove or inactivate mouse growth inhibitors present in soybean whey. *J. Agric. Food Chem.* 22(6) 1059-1062.
- 山内文男. 1979. 大豆タンパク質の物性と食品物性. *日食工誌* 26(6), 226-277.