イワシの鶏卵乳化処理

大村浩久*・マリオ ペレス ウオン*・篠原和毅*
大畑健一*・野中美智子*・片山 寂**・石松成子***

Emulsifying Processing of Sardine with Chicken-egg

Hirohisa OMURA*, Mario PEREZ Won*, Kazuki SHINOHARA*, Ken'ichi OHATA*,
Michiko NONAKA*, Shizuka KATAYAMA** and Shigeko ISHIMATSU***

*Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Kyushu
University, 6-10-1, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka-shi, Fukuoka 812
(Reprint request should be addressed to H.O.)

**Ebisho Co., Inokuma, Mizumaki-machi, Onga-gun, Fukuoka 807

***Faculty of Domestic Sciences, Kyushu Women's University,
Orio, Yahatanishi-ku, Kitakyusyu-shi, Fukuoka 807

Emulsified product with high emulsion activity and stability was manufactured by mixing of frozen sardine fillet with chicken egg and soybean oil in a powerful mixer. The properties of the product differed depending on the ratio of the components and were improved by increasing or decreasing the ratio of egg or oil to the fillet, respectively. The satisfactory standard ratio of the fillet: egg: oil was found to be 2:1:2, and about 50% of the raw sardine fillet was recovered. The product kept the emulsion properties for at least 2 weeks in cold and more longer in frozen state. The general composition of the product emulsified in the standard ratio was approximately 40% moisture, 45% lipid and 10% protein. Amino acid composition satisfied the FAO/WHO requirement, especially with lysine content of twice higher, although sulfur-containing amino acids were somewhat insufficient. In addition, protein efficiency and digestibility were observed to be satisfactory. Fishy odor was depressed and was almost scentless in the fresh product but was developed when the product was kept at room temperature. However, during cold and frozen storages, the repression of the odor was proved to be for one week and much longer. Anti-oxidation of lipid in the product was also observed, similar to that in which some anti-oxidants had been added.

(Received Mar. 10, 1987)

近年 200 カイリ水域の設定をはじめ北方海域における漁場の制約などによりスケトウダラを中心とする加工原料魚の漁獲は減少し、食糧とくにタンパク資源の確保に大きな影響を与えている。これに対応するためイワシなど多獲性魚介類の完全利用が期待されるが、これらは、

ある限られた海域で、またある季節に一時に大量に漁獲されることが共通して問題となっている。従って、たとえばイワシの場合、食用として利用されるのは20%程度であって、大部分は飼料、肥料、あるいは漁業用餌料として利用されているに過ぎない。もちろんその上に個々

* 九州大学農学部食糧化学工学科 (現在; ペレス: チリーセレナ大学, 篠原: 農林水産省食品総合研究所, 大畑: (株)ニチレイ) (〒 812 福岡市東区箱崎 6-10-1)

** (株)えび商 (〒 807 福岡県遠賀郡水巻町猪熊)

*** 九州女子大学家政学部 (〒 807 北九州市八幡西区折尾)

の魚介類にはそれぞれ固有の問題点も含まれている。これらの障害を解決し、すぐれた食品素材を生産して食用として利用率の向上をはかる技術の開発は広く資源の有効利用の観点からも重要な課題である。

イワシはわが国における多獲性魚の代表的なものである。鮮度のよい原料が入手しやすいことや、エキス分に富み栄養価もすぐれており、かつ価格も安いことなどの長所があるにもかかわらず、加工上多くの欠点もかかっている。藤井¹⁾は上記漁獲上の地域性や季節性のほか、魚体の大きさ、鮮度低下速度、筋肉タンパク質の特性、脂質の特性、血合肉など障害となる問題点を指摘している。とくに鮮度低下や油脂の酸化が速く、さらに特有の強い色や臭いなどは大きな欠点となっている。従ってカマゴやスリ身などの原料として利用する場合、通常まづ水晒しを行なう。しかしこれとともに、可溶性タンパク質その他の低分子栄養成分や呈味成分の損失、それにもともなう利用率の低下をきたす。さらに魚体が小さいために処理にはとくに時間や手間がかかり、また操作中におけるタンパク質の変性、廃水処理などの問題も起ってくる。従ってこの過程を省き原料をそのまま完全に利用することができれば実用上望ましいことである。

片山²⁾は鶏卵を用いる魚肉、畜肉ないしオキアミなどの乳化処理が消臭に有効であることを見出したので、広く食品素材の製造に適用するため検討を行なった。

実験方法

1. 試料

新鮮なイワシを魚市場より購入、直ちに出来るだけ速やかに手開きして、頭、尾、中骨および内臓を除き、附着している残渣および血液を水で十分に洗浄する。こうして得られた皮および小骨を含むフィレーは実験の便宜上約 250 g 毎にプラスチック袋に入れ、使用するまで冷凍庫 (-30℃) に保存した。

2. 乳化処理

イワシフィレーを凍結状態のまま 5 cm 角程度に細断し強力ミキサー(ナショナル・クックマスター KM 6000)で高速粉砕する。通常短時間毎にミキサーをとめながら 5~7 分間攪拌処理した(第1次処理)。これに鶏卵を加え、引き続き 2~5 分間ミキサーで混合攪拌する(第2次処理)。最後に適量の大豆油を分液ロートから徐々に加えながら同じくミキサーで 2~5 分間攪拌を継続して乳化させる(第3次処理)。これによって通常のイワシミンチとは異なったキメの細かいペースト状の乳化標品が得られた。なお原料イワシは凍結状態のままミキサー

処理を行うことが望ましい。

3. 乳化活性

10 g 乳化標品を 10 ml 容目盛付ガラス遠沈管に入れ、2 000 rpm で 5 分間遠心分離し、全量に対する分離した油層の割合を求める。

4. 乳化安定性

乳化活性を測定する場合と同様に試料を遠沈管に入れ 80℃ 30 分間加熱、流水で冷却したのち遠心分離し、油層の割合を求める。

5. 酸化安定性

柴田ら⁴⁾に従い油脂の酸化を TBA 法により求めた。

6. タンパク質含量

固体試料についての大城⁵⁾の方法に従いビュレット反応により求めた。

7. アミノ酸組成

常法により試料を 6 N HCl で加水分解したのちアミノ酸自動分析機で測定した。トリプトファンはアルカリ分解法⁶⁾によった。

8. タンパク質効率

Hsu ら⁷⁾により必須アミノ酸プロファイルに基づいて求めた。

9. タンパク質消化性

Hsu ら⁸⁾に従い、トリブシン、キモトリブシンおよびペプチダーゼを用いる multi enzyme 系、*in vitro* で測定した。

10. 硬さ

レオメーター(サン科学(株), R-DM-2 型)、プランジャー直径 0.5 または 1.25 cm、試料台速度 2 cm/分で測定した。

結果および考察

1. 処理条件

原料イワシは冷蔵しても鮮度の低下が進み数日で汁液を生じるが、得られたミンチ状の乳化製品は安定であって離水はみられなかった。しかし一般に乳化には原料イワシ、鶏卵および大豆油の混合割合が重要であるので、製品の乳化活性と乳化安定性を主体に検討しながら適切な条件を求めた。乳化物調製に用いたミキサーの関係で原料凍結イワシフィレー(肉、皮、小骨) 250 g を標準として試験した。

(1) 鶏卵

凍結イワシフィレーに大豆油を滴加しながらミキサー処理して乳化を行なっても、調製した標品は乳化活性ならびに乳化安定性を示さず、暗色でかつ特有の強い臭い

Fig. 1 Effect of amount of chicken egg on the properties of the emulsified product

Fresh sardine was purchased from the fish market and head, central bone and viscera were immediately removed. The fillet including skin and small bones as well as meat was then washed with water to eliminate rests of blood and viscera. For the sake of convenience in processing, an aliquot of about 250 g of the fillet was put into a plastic bag and kept at -30°C in a frozen state until use.

The frozen fillet was cut into small pieces about $5 \times 5 \text{ cm}$ and ground in a home cooking mixer with high power for 5 to 7 min (1st treatment). Whole egg was added to the ground material of sardine in the cup of the mixer and then treated further for 2 to 5 min (2nd treatment). Finally, soybean oil was gradually added under continuous mixing for 2 to 5 min to get emulsified product (3rd treatment).

In this experiment, about 250 g sardine fillet, varying amount of whole egg from 1/2 to 1/6 to sardine and about 250 ml soybean oil were employed.

The emulsified product was kept in cold (5°C) and emulsion activity (A) and stability (B) were estimated.

Standard sample was prepared from 250 g frozen sardine fillet, 125 g whole egg and 250 ml soybean oil.

を呈した。そこで試験では凍結試料 250 g に 1/2 ないし 1/6 重量の鶏卵および大豆油 250 ml を混合して乳化物を調製、 5°C に 2 週間冷蔵し、この間における乳化活性および乳化安定性を求めた。

Fig. 1 から明らかなように、鶏卵の添加が乳化に必要であり、その量は原料フィレの半量でも十分な乳化活性および安定性を示したが、これより少なくなると乳化特性が劣ってくる。

この鶏卵の乳化効果は卵黄に含まれるレシチンなどによることが推定される。そこで鶏卵を卵黄および卵白にわけてそれぞれイワシフィレの半量宛用いて乳化物を調製したが、Fig. 2 に示すように卵黄は有効であるのに対し卵白は効果がなかった。しかし実際の処理では卵黄と卵白とをわける手間を省くために全卵そのものを利用した。

(2) 大豆油

次に添加可能な大豆油の割合を求めた。凍結フィレ 250 g、全卵 125 g に大豆油 125 ないし 1000 ml の割合で調製し、 5°C に 3 週間保存した製品の乳化活性および安定性を試験した。また油を加えないもの（第 2 次処理

Fig. 2 Properties of the emulsified products with egg-white or egg-yolk.

Emulsified product was prepared as in the case of Fig. 1 (sardine fillet 250 g, egg-white or egg-yolk 125 g, soybean oil 250 ml).

Fig. 3 Effect of amount of soybean oil on the properties of the emulsified product

Emulsified product was prepared as in the case of Fig. 1 (sardine fillet 250g, whole chicken egg 125g, soybean oil 1000ml).

製品)も比較のために対照として測定した。結果を Fig. 3 に示す。大豆油 1000 ml, すなわち原料イワシの 4 倍量まで加えても完全な乳化物が得られた。しかし 1000 ml の場合 1 週間後に約 20%, 750 ml では 2 週間後からごく僅かに乳化活性は低下したが 500 ml 以下では完全に乳化活性が保持された。乳化安定性も 500 ml までは調製直後 100% であった。しかし 250 ml 区では安定は保持されたが 500 ml になると冷蔵日数に応じて徐々に低下した。また 750 ml 以上加えると完全な乳化製品は得られたがその安定性はかなり低かった。

(3) イワシ

イワシは一時に多量漁獲されるが、肉の鮮度低下は迅速であるので凍結して貯蔵される。そこで -30°C に 3 ヶ月間凍結保存したフィレーについて Fig. 3 におけると同様に油の量を変えて試験した。Fig. 4 から明らかに新鮮な原料にくらべて製品の乳化特性が劣ることは免れないが、少なくとも油の量 250 ml 程度までは調製後も 5°C でほぼ 10 日間ほとんど低下しなかった。しかも全卵の割合をフィレーと同量まで増加すればこれらの欠陥も克服された。

Fig. 4 Effect of prolonged freezing of sardine on the properties

Emulsified product was prepared as in the case of Fig. 3. Sardine fillet had been preliminary stored at -30°C for 3 months.

また春夏秋冬、各シーズンに得たイワシについて試験したが製品の乳化活性および安定性にはほとんど差異はなかった。

なおイワシを凍結することなく新鮮なものをそのまま処理すると皮は粉碎されにくいので、あらかじめ凍結することが望ましい。

以上、これらの結果から乳化処理の条件としては、イワシ凍結フィレー 250g, 全卵 125g, 大豆油 250ml (2:1:2) を標準とした。油の割合を下げるか全卵を増加せると製品の特性は改善された。

(4) 回収率

この方法により、Table 1 に示すようにイワシのほぼ 50% が製品に回収される。損失は頭、尾、中骨、内臓などを主とするものであって、小骨や皮までは完全に利用される。またスリ身の調製にならって磨砕および水晒し処理を行なったものと比較した。この場合、皮も除くのでフィレーの収率は乳化法より多少低く、しかもくり返し水晒しを行なうために可溶性成分などの損失が大きく最終的には約 20% が利用されるに過ぎなかった。その上水晒しによる大量の廃水も無視出来ない。

Table 1 Recovery of sardine

Step	Emulsified product*	Surimi-like product**
Original sardine	100	100
Fillet	53.3	44.3
Minced meat	50.0 (1st treatment)	41.7
Final product	50.0	19.0

*: Prepared as in the case of Fig. 1.

** : Prepared as follows : Visceras, total bones and skin of fresh sardine were removed and the fillet was treated similarly in 1st treatment. Minced material was rinsed repeatedly with water. By this treatment, soluble materials were lost.

Table 2 General analysis of the emulsified product

	Emulsified product	FPC ⁹⁾
Protein	10.0	85.0
Lipid	44.9	1.2
Ash	2.5	—
Water	40.2	4.0

Table 3 Amino acid composition of the product

Amino acid	Product	FPC ⁹⁾	FAO/ WHO
Isoleucine	4.8	4.6	4.0
Leucine	8.5	7.1	7.0
Lysine	10.7	8.9	5.4
Methionine	2.7	3.3	3.5
Phenylalanine	4.3	4.1	6.0
Tyrosine	3.9	4.4	
Threonine	4.0	5.0	4.0
Tryptophan	2.5	1.6	1.0
Valine	5.5	4.7	5.0
Arginine	7.1	6.3	
Histidine	3.5	3.1	
Alanine	6.0	4.9	
Aspartic acid	9.3	9.3	
Glutamic acid	15.0	14.9	
Glycine	4.0	3.7	
Proline	4.0	3.3	
Serine	4.2	3.9	

2. 栄養的性質

乳化物の一般組成を Table 2 に示すが、とくに油を加えているために脂質含量が高かった。近年栄養上から

Table 4 Digestibility and protein efficiency of product

	Protein efficiency	Digestibility
Emulsified Product	2.9	95.0
FPC	3.0	94.6
Casein	2.8	88.1

Table 5 Odor of product

	Days after preparation						
	0	2	4	6	8	10	30
Room temperature	—	‡					
5°C	—	—	—	—	—	‡	
−30°C	—	—	—	—	—	—	+

‡ : Strong fish rancid odor

+ : Slight sardine odor

— : No sardine odor

Sample was prepared as in Fig. 1.

エネルギーないし脂質の摂取については多くの批判があるので、乳化物調製に際し添加する油の割合や種類などには配慮することが望ましい。アミノ酸組成 (Table 3) はただ含硫アミノ酸が多少不足気味であるほかは FAO/WHO 評点パターンを満足し、とくにリジン含量は2倍にも達している。またタンパク質効率や消化性 (Table 4) なども比較的にすぐれていて、ほぼカゼインに匹敵するものと思われる。

なお、アルコール・*n*-ヘキサン低温処理で調製した FPC⁹⁾ の値も比較のために示した。

3. 油の酸化

イワシに含まれる固有の臭いは一般に好まれない。しかも脂質含量が高く季節変動も大きい上に酸化速度が著

Fig. 5 Storage of minced sardine and fillet under several conditions

C: Sardine fillet was minced in a mixer (1st treatment).

C+N₂: Sardine fillet was treated as C under passing N₂ gas.

C+BHA·BHT: 0.025% BHA and 0.025% BHT were added to C.

C+N₂+BHA·BHT: 0.025% BHA and 0.025% BHT were added to C+N₂.

F: Sardine fillet.

F+BHA·BHT: Sardine fillet was sintered in a mixture of 0.025% BHA and 0.025% BHA.

るしく魚臭を悪化ならびに増強するなどの欠点があり、これらが白身魚にくらべて消費性が劣る主な要因となっている。上述のように鶏卵乳化処理により、定性的ではあるが魚や畜肉などの臭いが抑えられることを認めているので²³⁾、イワシについて乳化物調製後の魚臭ならびに油の酸化を追及した。

Table 5 に示すように、標準条件で調製した直後では魚臭をほとんど感じなかったが、これを室温に放置すると2日後には臭いを強く感じるようになった。一方、冷蔵すると少なくとも一週間臭気は抑えられたが10日後には強い臭いを感じた。しかも-30°Cに冷凍すれば臭いの抑制はさらに長期間持続され、1ヶ月後でも僅かに臭いが感じられる程度に過ぎなかった。

次に油の酸化状況を TBA 値により求めた。イワシフィレーを磨砕（第1次処理）すると、Fig. 5 で明らかなように低温に於ても TBA 値は日数とともにかなり上昇した。この場合、窒素ガスを通気しながら処理し、プラスチック袋に入れて保存するとその上昇はかなり抑えられた。酸化防止剤 BHA および BHT を加えると TBA 値はさらに低く、また窒素ガス処理と薬剤添加と

Fig. 6 Storage of emulsified products of sardine

C: Sardine fillet was minced in a mixer (1st treatment).

E: Emulsified product was prepared by the standard procedure as in Fig. 1.

E+N₂: E was prepared under N₂ gas flush.

E+BHA·BHT: 0.025% BHA and 0.025% BHT were added to E.

E+N₂+BHA·BHT: 0.025% BHA and 0.025% BHT were added to E+N₂.

を組み合わせると酸化防止に最も有効な傾向が見られた。フィレーのまま保存しても酸化は進むが磨砕物にくらべて緩慢であり、この場合も薬剤により抑制された。同様な現象は凍結状態にすると（-30°C）さらに長期間に亘って観察された。他方鶏卵乳化物も Fig. 6 に示すように、5°C、10日間あるいは-30°C、3ヶ月後も TBA 値の上昇はほとんど認められず、乳化処理によって抗酸化剤の添加に匹敵するほど酸化防止効果が達成された。窒素ガス処理ならびに薬剤添加も磨砕物の場合と同様に多少の効果をさらに示したが、その程度は僅少であって単なる傾向に過ぎなかった。こうして鶏卵乳化法は酸化防止剤などに代って、イワシの低温保存にも有効であることが認められた。従ってこの手法は、さらに製品の加工ないし調理などについて検討を加えることにより、イワシをはじめ多獲性魚介類の新しい利用の途が開かれるものと期待される。

要 約

凍結したイワシフィレーに鶏卵および大豆油を添加しながら強力ミキサーで磨砕混合し、乳化活性および乳化安定性のすぐれた製品を調製した。その乳化特性はイワシフィレー、鶏卵、大豆油の混合割合により異なり、鶏

卵の増加ないし大豆油の減少により品質を向上するが、混合比として 2:1:2 が基準とされる。この方法により原料イワシ肉のほぼ 50% を含む乳化物が得られ、低温では少なくとも 2 週間は安定に保持された。

本製品は水分含量約 40%, 油を加えているため約 45% の脂質を含み、タンパク質含量は 10% 程度であった。アミノ酸組成は含硫アミノ酸が多少不足気味であるほかは FAO/WHO 評点パターンを満足し、とくにリジン含量は 2 倍にも達した。またタンパク質効率および消化性も比較的にすぐれていた。

乳化処理により魚臭は抑制され、調製直後の製品ではほとんど感知されなかったが室温に放置すると認められるようになった。しかし冷蔵すれば約 1 週間、冷凍ではさらに長期間魚臭の抑制は持続された。また抗酸化剤の添加に匹敵する酸化防止効果も達成された。

本研究の一部は日本農芸化学会西日本支部・関西支部合同大会(1983 年 10 月 15 日, 広島)において発表した。

文 献

- 1) 藤井 豊: 日食工誌, **31**, 131 (1984).
- 2) 片山 寂: 日本特許公報, 昭 58-4899.
- 3) 片山 寂: 日本特許公報, 昭 58-16868.
- 4) 柴田宣和・衣巻豊輔: 日水誌, **45**, 505 (1979).
- 5) 大城善太郎: 鹿大水紀要, **6**, 125 (1958).
- 6) NOLTMANN, E.A., MAHOWALD, T.A. and RUBY, S.A.: *J. Biol. Chem.*, **237**, 1146 (1962).
- 7) HSU, H.W., SUTTON, N.E., BANJO, M.O., SATTERLEE, L.D. and KENDRICK, J.G.: *Food Technol.*, **1978** (12), 69.
- 8) HSU, H.W., VAVAK, K.L., SATTERLEE, L.D. and MILLER, G.A.: *J. Food Sci.*, **42** 1269 (1977).
- 9) PEREZ, M., HAYASHI, W., OOSHIRO, Z. and OMURA, H.: *Alimentos*, **2**, 21 (1986).

(昭和 62 年 3 月 10 日受理)