

크릴을 原料로 한 食品加工用 中間素材(크릴페이스트) 加工에 관한 研究*

李應昊·車庸準·吳光秀·具在根

釜山水產大學 食品工學科
(1985년 1월 5일 수리)

Processing of Intermediate Product(Krill Paste) Derived from Krill*

Eung-Ho LEE, Yong-Jun CHA, Kwang-Soo OH and Jae-Keun KOO

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Nam-gu, Pusan 608, Korea
(Received January 5, 1985)

As a part of investigation to use the Antarctic krill, *Euphausia superba*, more effectively as a food source, processing conditions, utilizations and storage stability of krill paste (intermediate product of krill) were examined and also chemical compositions of krill paste were analyzed.

Frozen raw krill was chopped, agitated with 25% of water to the minced krill and then centrifuged to separate the liquid fraction from the residue. This liquid fraction was heated at 98°C for 20 min. to coagulate the proteins of krill, and it was filtered to separate the protein fraction. Krill paste was prepared with grinding the protein fraction, adding 0.2% of polyphosphate and 0.3% of sodium erythorbate to the krill paste for enhancing of functional properties and quality stability. The krill paste was packed in a carton box, and then stored at -30°C.

Chemical compositions of krill paste were as follows: moisture 78%, crude protein 12.9%, crude lipid 5.9%, and the contents of hazardous elements of krill paste as Hg 0.001 ppm, Cd 1.15 ppm, Zn 9.1 ppm, Pb 0.63 ppm and Cu 11.38 ppm were safe for food. The amino acid compositions of krill paste showed relatively high amount of taurine, glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine and arginine, which occupied 55% of total amino acid and also taurine, lysine, glycine, arginine and proline were occupied 65% of total free amino acid. Fatty acid compositions of krill paste consist of 32.4% of saturated fatty acid, 29.6% of monoenoic acid and 38.0% of polyenoic acid, and major fatty acids of product were eicosapentaenoic acid (17.8%), oleic acid (16.9%), palmitic acid (15.3%), myristic acid (8.7%) and docosahexaenoic acid (8.4%).

In case of processing of fish sausage as one of experiment for krill paste use, Alaska pollack fish meat paste could be substituted with the krill paste up to 30% without any significant defect in taste and texture of fish sausage, and the color of fish sausage could be maintained by the color of krill paste.

Judging from the results of chemical and microbial experiments during frozen storage, the quality of krill paste could be preserved in good condition for 100 days at -30°C.

* 본 研究는 1984년도 한국과학재단 연구비 지원에 의해 이루어졌음.

緒 論

南大洋에서 많이 漁獲되는 크릴(krill)은 大型動物性 浮游生物의 일종으로서 資源量이 풍부하여 年間 3,000 만톤 가량 漁獲하여도 그 資源量은 크게 감소하지 않을 것이라고 推定하고 있다.¹⁾ 그래서 動物性蛋白質食料資源으로서 세계 여러나라에서 관심을 많이 기울이고 있다. 우리나라에서도 정부의 재정적 지원과 협조아래 4차에 걸쳐 南大洋에서 시험조업을 실시한 바 있다.

크릴蛋白質은 營養의으로는 우수하지만 그 자체의 강력한 酵素作用때문에 肉質의 軟化 및 黑變 등 선도가 빨리 떨어지는 문제점이 있다. 이런 점을 감안하여 食品素材로서 효율적으로 이용하기 위한 여러 가지 가공방법이 試圖된 바 있으며,¹⁾ 李 등²⁾은 크릴 자체의 自家消化酵素作用을 이용한 自家消化法에 의한 크릴간장의 제조조건 및 제품의 품질안정성에 대하여 보고한 바 있다.

本 研究에서는 크릴을 원료로 하여 Lagunov 등³⁾이 보고한 크릴의 熱凝固蛋白質分離法을 개량하여, 食品加工用 中間素材로 이용하기 위한 크릴蛋白質凝固物, 즉 크릴페이스트(krill paste)를 가공하기 위한 가공조건, 食品加工用 中間素材로서의 이용법, 저장중의 품질안정성 및 크릴페이스트의 화학성분에 대하여 분석, 검토하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

본 실험에 사용한 크릴, *Euphausia superba* (체장; 3.5~5.6 cm, 체중; 0.3~1.1 g)은, 大皓號(大皓遠洋實業株式會社)가 1983年 11月 19日 부터 1984年 3月 16日 사이에 南緯 60° 以南, 東經 30~70°에 이르는 해역중 Enderby 및 Queen Maud land 해역에서 漁獲하여 -35°C에서 급속동결한 것을 試料로 사용하였다.

2. 方 法

크릴페이스트의 제조: 동결된 크릴을 초퍼(chopper)로 마쇄하고 마쇄된 크릴量에 대해 25%에 상당하는 물을 첨가한 다음 2~4°C가 되도록 교반해동시킨 후 원심분리(1,500×g, 10 min.)하여 液汁과 殘渣로 분리하였다. 이 液汁부분을 간접가열방식으로 98°C

에서 20分間 교반가열한 다음, 얻어진 스펀지狀의 熱凝固蛋白質과 엑스분을 여포(2개의 가제)로 여과하여 분리한 후, 이를 stone mortar로써 충분히 마쇄 혼합하여 크릴페이스트를 제조하였다. 이 크릴페이스트를 carton box에 충전포장하여 접촉식동결장치로써 급속동결(-35°C) 시킨 것을 對照製品 C로 하고, 크릴페이스트에 保水性和 結着性增進. 그리고 저장중의 脂質酸化 및 變色防止를 위해 중합인산염(폴리인산나트륨: 메타인산나트륨=85:15) 및 sodium erythorbate를 각각 0.2%, 0.3% 첨가하여 제조한 製品를 製品 K로 하여 -30°C 동결고에 저장하여 두고 貯藏實驗試料로 사용하였으며, 크릴페이스트 제조시 副産物로 얻어지는 殘渣 및 엑스분에 대하여 그 이용성을 검토하였다. 크릴페이스트의 제조공정은 Fig. 1 과 같다.

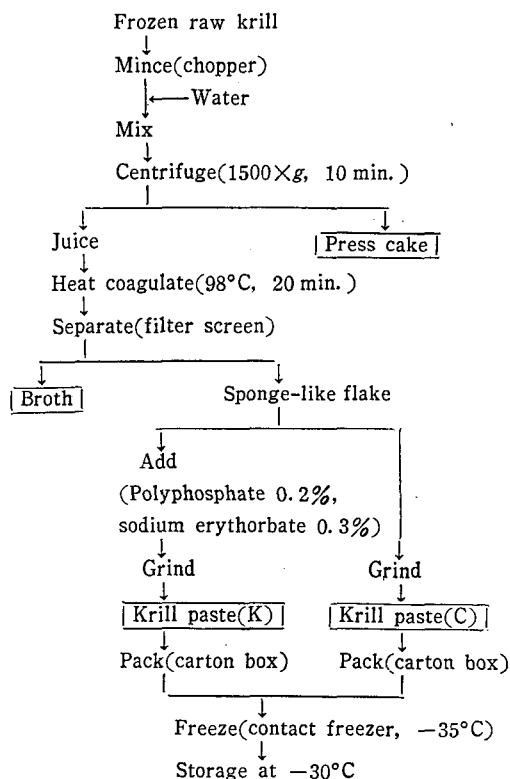


Fig. 1. Flow sheet for the preparation of krill paste.

一般成分, pH, 揮發性鹽基窒素(volatile basic nitrogen) 및 鹽度の 定量: 一般成分은 常法에 따라, 揮發性鹽基窒素는 微量擴散法,⁴⁾ 鹽度は Mohr法⁵⁾으로 定量하였으며, pH는 약 5g의 試料에 10倍量의 물을 加하여 waring blender로 均질화한 후 pH meter

(Fisher model 630)로 測定하였다.

折曲試驗 및 텍스처의 測定 : 折曲試驗은 試料를 3 mm 두께로 잘라 이것을 두점으로 접었을 때 균열이 생기면 C, 균열이 생기지 않으면 B, 네점으로 접었을 때 균열이 생기면 A, 균열이 생기지 않으면 AA 로 표시하였다. 그리고 텍스처는 1 cm의 크기로 절단한 試料(크릴페이스트를 혼합한 어육소시지)를 Instron texturometer(Instron 1140)로써 가압하여 얻어진 force-deformation 곡선에서 Breene⁹⁾의 方法에 따라 硬度(hardness), toughness, 彈性(elasticity) 및 凝集力(cohesiveness)을 測定하였다. 이때 Instron texturometer의 조건은 다음과 같다. sample size : 3 cm(ϕ) \times 1 cm(h), 변형율 : 60%, crosshead speed : 5 cm/min., chart speed : 10 cm/min., 그리고 咀嚼 횟수는 2 회로 하였다.

Thiobarbituric acid value(TBA 값) 및 混合脂 肪酸의 測定 : TBA 값은 Tarladgis 등⁷⁾의 수증기증류법에 의하여었다. 그리고 混合脂肪酸은 Bligh와 Dyer 法⁸⁾에 의하여 chloroform-methanol(2 : 1)로 脂質을 추출하고 1.0 N 알코올성 KOH 로 검화한 다음 14% BF₃-methanol 3 ml 를 加하여 95°C에서 30 分間 환류 가열하여 脂肪酸 methylester를 調製한 후, GLC 로써 분석하였다. 脂肪酸의 同定은 標準脂肪酸의 retention time과의 비교 및 脂肪酸의 이중결합수와 retention time과의 상관그래프를 이용하였으며, GLC의 분석조건은 다음과 같다. instrument : Shimadzu GC-7AG, column : 15% DEGS on Shimalite AW(60-80 mesh), glass column, carrier gas : 질소(유속 : 50 ml/min.), column temp. : 195°C, detector temp. : FID at 250°C, chart speed : 2.5 mm/min.

保水力, 色調 및 生菌數의 測定 : 保水力은 田中⁹⁾의 方法에 의해 測定하였으며, 色調는 色差計(日本 電色 : ND-1001 DP)를 사용하여 製品의 色調에 대한 L 값(明度), a 값(赤色度), 및 b 값(黄色度)을 測定하였다. 生菌數는 동결된 試料를 포장한 채로 常溫

에서 대부분을 해동시킨 후 A. P. H. A의 標準寒天平板培養法¹⁰⁾으로 35 \pm 1°C에서 24 時間 培養하여 測定하였다.

重金屬의 定量 : 카드뮴, 구리, 납 및 아연은 FDA의 chemical procedures¹¹⁾中 濕式灰化法에 의해서 그리고 수은은 A. O. A. C法¹²⁾에 準하여 分析用試料를 調製한 후 原子吸光光度法으로 定量하였다. 이들 重金屬의 原子吸光光度計(Hitachi model 208)의 분석 조건은 Table 1 과 같다.

아미노酸의 定量 : 試料의 구성 및 유리아미노酸含量은 李 등¹³⁾의 方法으로, 구성 및 유리아미노酸分析用試料를 調製하여 아미노酸自動分析計(LKB 4150- α)로써 定量하였다.

官能檢査 : 숙련된 10 人의 panel member를 구성하여 명태냉동고기뜰에 대해 일정비율로 크릴페이스트를 代替添加하여 제조한 어육소시지의 色調, 조직감에 대하여 5 단계평점법으로 평가하였다.

結果 및 考察

1. 크릴페이스트의 가공조건

加水量의 결정 : 크릴은 個體가 작고 殼質로 둘러 쌓여 있기 때문에 육부분을 殼質부분으로부터 분리하는 데는 어려운 점이 있다. 본 실험에서는 Fig. 1 과 같은 제조공정을 확립하였는데, 원심분리를 이용하여 크릴의 肉과 殼質부분을 분리하였다. 이때 분리공정을 용이하게 할 목적과 크릴의 dimethyl sulfide 를 주체로 하는 독특한 냄새¹⁴⁾를 제거하기 위하여 마쇄한 크릴에 일정량의 물을 첨가하여 원심분리를 행하였다. 즉 마쇄한 크릴에 대해 0%, 25%, 50%, 75% 및 100%에 상당하는 물을 첨가하여 Fig. 1 과 같은 공정으로 크릴페이스트를 제조하였을 때 製品의 揮發性鹽基窒素, 蛋白質 및 水分含量의 變化를 Fig. 2 에 나타내었다. Fig. 2 에 나타난 바와 같이 마

Table 1. Conditions for analysis of heavy metals by atomic absorption spectrophotometer

Conditions	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn
Wave length(nm)	253.6	228.6	324.6	283.6	213.8
Lamp current(mA)	6	8	10	10	10
En-Ex slit(mm)	2, 2	2, 2	2, 2	2, 2	2, 2
Air flow rate(l/min.)	—	15	15	15	15
Acetylene flow rate(l/min.)	—	3	3	3	3
Burner height(mm)	29	25	25	25	25

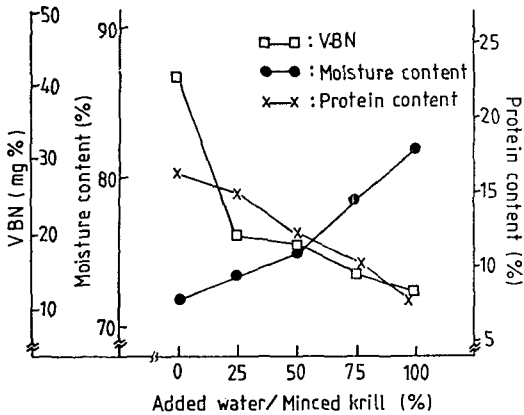


Fig. 2. Changes in VBN, moisture content and protein content of krill paste according to the ratio of added water to the minced krill.

쇄크릴량의 25%에 상당하는 물을 첨가함으로써 크릴페이스트제품의 단백질 및 수분함수에 큰 변화없이揮發性鹽基窒素량을 41 mg%에서 20 mg%로 낮출 수 있었는데 이로 미루어 加水量은 마쇄크릴량의 25% 정도가 적합하다고 여겨진다.

크릴페이스트 제조방법에 따른 수율 및 어묵형성 기능성의 비교 : 본 실험조건 즉 Fig. 1과 같은 공정으로 만든 크릴페이스트와 自家消化法을 도입하여 수율면에서 Lagunov 方法을 개량한 築瀨¹⁵⁾의 方法으로 제조한 크릴페이스트에 대하여 수율, 단백질함량 및 어육소시지가공용 中間素材로서의 機能性を 비교

Table 2. Comparison of processing methods of krill paste in yield, protein content and functional property for the preparation of fish sausage

	Processing method 1 ^{a)}	Processing method 2 ^{b)}
Yield	27%	23%
Protein content	12.8% (55.4%) ^{d)}	10.8% (49.1%)
Functional property for the preparation of fish sausage ^{c)}		
H	10.0	6.9
T	4.0	3.2
C	0.41	0.22
E	0.94	0.92

a) refer to the comment in Fig. 1
 b) Yanase. 1974. 'Modification of Russian Method'
 c) frozen Alaska pollack meat paste 44.4%, krill paste 44.4%, starch 9%, NaCl 2%
 H: hardness(kg), T: toughness(cm²),
 C: cohesiveness, E: elasticity
 d) dry basis

한 결과를 Table 2에 나타내었다. Table 2에서 알 수 있듯이 築瀨의 方法에 따라 제조한 크릴페이스트의 수율 및 단백질함량은 23%, 10.8%로서 본 실험 조건에 따라 제조한 크릴페이스트의 27%, 12.8%에 비해 낮았고, 또한 어육소시지용 中間素材로서의 어묵형성능에 대하여, 즉 두 方法으로 제조한 크릴페이스트와 명태냉동고기풀을 각각 50%씩 섞어 어육소시지를 제조하여 硬度, toughness, 彈性 및 凝集力을 測定한 결과 본 실험에서 확립한 공정으로 제조한 크릴페이스트가 어묵형성機能性面에서도 우수하였다.

2. 크릴페이스트의 화학성분

Table 3에 原料인 생동결크릴 및 크릴페이스트제품의 一般成分, pH, 揮發性鹽基窒素 및 鹽度を 나타내었다. 水分은 原料크릴이 76.9%, 크릴페이스트제품이 77.7%, 粗蛋白質은 原料크릴이 13.5%, 크릴페이스트제품이 12.9%, 粗脂肪은 原料크릴이 4.8%, 크릴페이스트제품이 5.9%였으며, pH는 크릴페이스트제품이 7.53으로 原料크릴의 7.72에 비해 낮았는데, 이는 殼質부분등 높은 pH를 나타내는 부분이 제거되었기 때문인 것 같다.¹⁶⁾

原料크릴, 크릴페이스트제품 및 殘渣의 수은, 카드뮴, 아연, 납, 구리의 重金屬含量을 Table 4에 나타내었다. 크릴페이스트제품의 重金屬含量은 수은 0.001 ppm, 카드뮴 1.15 ppm, 아연 9.1 ppm, 납 0.63 ppm, 구리 11.38 ppm으로 食品衛生的으로 안전하다는 결론을 얻을 수 있었으며, 이 중 구리의 含量이 비교적 높은 것은 甲殼類의 혈액성분인 hemocyanin 때문인 것으로 여겨진다. 渡邊¹⁷⁾은 크릴의 營養價에 관한 성분의 분석에서 크릴에는 有害性元素로서 구리, 아연, 납, 크롬 등이 함유되어 있으나 함유량이 가장 많은 구리는 크릴의 혈액성분이며, 다음으로 많이 함유되어 있는 아연은 毒性이 강하지 않고 카드뮴, 크롬 및 수은은 각각 0.08~0.74 ppm, 0.1~0.5 ppm, 0.1 ppm으로서 食品衛生的으로 안전성에는 문제가 없다고 보고하고 있다. Soevik와 Braekkan의 보고¹⁸⁾에 의하면 크릴의 불소함량은 乾物量基準으로 1,400~2,400 mg/kg으로 FDA의 許容值 100 mg/kg에 비해 상당히 높으나 이 중 대부분이 크릴의 殼質 및 頭胸部에 많이 함유되어 있으므로, 이 부분을 제거하여 만든 크릴페이스트는 불소함량이 낮으며 또한 식품가공용 中間소재로서 이용되기 때문에 그 안전성에는 별 문제가 없다고 생각된다.

原料크릴, 크릴페이스트제품, 殘渣 및 엑스분의

Table 3. Proximate composition, pH, volatile basic nitrogen(VBN) and salinity of raw whole krill and krill paste (%)

	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate	Ash	pH	VBN(mg%)	Salinity
Raw whole krill	76.9	13.5	4.8	0.5	3.6	7.72	35.3	1.87
Krill paste	77.7	12.9	5.9	0.3	3.4	7.53	19.8	0.96

Table 4. Heavy metal content of whole krill, krill paste and press cake (ppm)

	Hg	Cd	Zn	Pb	Cu
Whole krill	trace	1.14	9.2	0.77	10.99
Krill paste	0.001	1.15	9.1	0.63	11.38
Press cake	trace	1.41	10.6	1.53	10.82

* heavy metal content expressed in ppm on wet basis.

구성아미노산組成을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 原料크릴, 크릴페이스트製品 및 殘渣의 아미노산總量은 Table 5에서와 같이 乾物重量으로서 原料크릴, 크릴페이스트 및 殘渣의 60.6%, 57.1%, 55.2%였으며 서로 비슷한 아미노산組成을 나타내고 있었다. 즉 軟體類나 甲殼類에 많이 함유되어 있고 삼투압조절에 관여하는 taurine의 含量이 13.3~15.7%로 가장 많았으며 그 다음으로 glutamic acid, aspartic acid, leucine, arginine, lysine의 순으로 含量이 많았고, 이들이 전체 아미노산의 약 49~55%로 절반

이상을 차지하였다. 엑스분의 아미노산組成은 역시 taurine이 전체의 39.1%로 가장 많았으며, 그 다음으로 glutamic acid, aspartic acid, arginine, proline, glycine, lysine의 순이었다. Table 5에서 보면 크릴페이스트製品에는 leucine등 필수아미노산이 비교적 골고루 함유되어 있었고, 특히 lysine의 含量이 높은 점이 주목할 만 하였다. 須山¹⁹⁾로 크릴蛋白質에는 필수아미노산 중 leucine, isoleucine, valine, threonine, lysine, methionine이 풍부히 함유되어 있으며, 필수아미노산 平형으로 보면 크릴蛋白質은 魚肉蛋白質보다도 우수하다고 推察한 바 있다.

Table 6에 크릴페이스트製品과 엑스분의 유리아미노산組成을 분석한 결과를 나타내었다. 유리아미노산은 엑스분 중의 含窒素化合物의 주요성분의 하나이며 식품의 風味, 變質에도 관련이 있으므로 식품학적으로 매우 중요한 성분이다. 크릴페이스트製品의 경우 總유리아미노산의 量은 乾物重量에 대하여 17.1%였고 taurine, lysine, glycine, arginine,

Table 5. Contents of amino acids in raw frozen krill, krill paste, press cake and broth (mg/100g, wet wt)

Amino acid	Raw frozen krill	Press cake ^{a)}	Krill paste ^{a)}	Broth ^{a)}
Taurine	1867.9(13.3) ^{b)}	2124.3(15.2)	2103.1(15.7)	3869.4(39.1)
Lysine	811.3 (5.8)	824.6 (5.9)	956.3 (7.1)	436.6 (4.4)
Histidine	507.1 (3.6)	865.4 (6.2)	737.5 (5.5)	226.1 (2.3)
Arginine	771.2 (5.5)	754.7 (5.4)	618.8 (6.8)	477.9 (4.8)
Aspartic acid	967.0 (6.9)	229.9 (8.8)	1109.4 (8.3)	519.3 (5.2)
Threonine	471.7 (3.4)	531.1 (3.8)	496.9 (3.7)	264.7 (2.7)
Serine	391.5 (2.8)	447.2 (3.2)	378.1 (2.8)	197.6 (2.0)
Glutamic acid	1460.0(10.4)	1607.2(11.5)	1337.5(10.0)	846.9 (8.7)
Proline	672.2 (4.8)	600.9 (4.3)	584.4 (4.4)	463.2 (4.7)
Glycine	719.3 (5.1)	656.9 (4.7)	540.6 (4.0)	460.5 (4.6)
Alanine	707.6 (5.0)	684.8 (4.9)	693.8 (5.2)	418.2 (4.2)
Valine	584.9 (4.2)	517.1 (3.7)	565.6 (4.2)	261.9 (2.6)
Methionine	490.6 (3.5)	349.4 (2.5)	275.0 (2.0)	61.6 (0.6)
Isoleucine	698.1 (5.0)	768.7 (5.5)	671.9 (5.0)	301.5 (3.0)
Leucine	992.9 (7.1)	978.3 (7.0)	965.6 (7.2)	404.4 (4.1)
Tyrosine	846.7 (6.0)	489.2 (3.5)	487.5 (3.6)	305.1 (3.1)
Phenylalanine	1047.2 (7.5)	517.1 (3.7)	606.3 (4.5)	375.0 (3.9)
Total	14007.2(100.0)	13957.8(100.0)	13428.3(100.0)	9907.9(100.0)
Moisture content	76.9%	74.7%	76.5%	87.9%

a) refer to the comment in Fig. 1

b) % to total amino acid

Table 6. Contents of free amino acids in krill paste and broth (mg/100g, wet wt)

Amino acid	Krill paste ^{a)}	Broth ^{a)}
Taurine	820.8(20.4)	292.8(11.3)
Lysine	599.7(14.9)	345.8(13.3)
Histidine	82.6 (2.1)	94.2 (3.6)
Arginine	432.6(10.8)	271.9(10.5)
Aspartic acid	61.4 (1.5)	69.4 (2.7)
Threonine	175.0 (4.4)	140.2 (5.4)
Serine	84.9 (2.1)	79.3 (3.1)
Glutamic acid	95.0 (2.4)	66.2 (2.6)
Proline	318.7 (7.9)	285.7(11.0)
Glycine	444.8(11.1)	217.0 (8.4)
Alanine	275.8 (6.9)	242.4 (9.4)
Valine	155.0 (3.9)	136.9 (5.3)
Methionine	59.8 (1.5)	45.4 (1.8)
Isoleucine	119.0 (3.0)	92.0 (3.6)
Leucine	170.7 (4.3)	130.9 (5.1)
Tyrosine	63.8 (1.6)	41.2 (1.6)
Phenylalanine	56.4 (1.4)	39.9 (1.5)
Total	4016.0(100.0)	2591.2(100.0)
Moisture content	76.5%	87.9%

a) refer to the comment in Fig. 1.

proline 및 alanine이 전체유리아미노산의 약 70% 이상을 차지한 반면 구성아미노산에 많이 함유되어 있는 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 극히 낮은 점이 특징적이었다. 또한 크릴페이스트 제조시 副産物로 얻어지는 엑스분의 總유리아미노산량은 乾物重量으로 21.4%였으며, 이때 유리아미노산組成은 크릴페이스트製品과 비슷하여 lysine, taurine, proline, arginine, alanine, glycine 등의 함량이 높았으며, 이들 아미노산이 전체유리아미노산의 약 64%를 차지하였다. 엑스분은 진한 桃色으로 새우냄새와 같은 芳香을 갖고 있어 그대로 또는 농축하여 調味料나 수우크의 原料로 사용할 수 있다고 생각되며, 이때 lysine, glycine, proline, arginine 및 alanine 등 風味性아미노산이 크릴페이스트 및 엑스분의 독특한 風味에 큰 구실을 할 것으로 여겨진다.

原料크릴, 크릴페이스트製品 및 殘渣의 脂肪酸 메틸에스테르를 가스크로마토그래피로 분석한 脂肪酸組成은 原料크릴, 크릴페이스트製品 및 殘渣의 飽和 및 不飽和脂肪酸의 組成비는 飽和酸이 각각 34.9%, 32.4%, 33.3%이고 monoene酸이 30.7%, 29.6%, 29.2%, polyene酸이 34.4%, 38.0%, 37.2%로 특히 高度不飽和脂肪酸의 組成비가 높았으며, 脂肪酸組成은 原料크릴, 크릴페이스트製品 및 殘渣가 서로 비슷하였다. 즉 飽和酸에서는 palmitic acid 및 myristic

Table 7. Fatty acid compositions of raw krill, krill paste and press cake (area %)

Fatty acid	Raw krill	Krill paste ^{a)}	Press cake ^{a)}
12:0	0.5	0.2	0.4
13:0	0.6	0.4	0.4
14:0	10.9	8.7	8.4
15:0	0.5	0.7	0.4
16:0	16.8	15.3	16.4
17:0	0.9	1.3	1.0
18:0	1.6	2.0	2.0
19:0	0.8	1.0	0.4
20:0	1.1	1.5	1.1
22:0	1.2	1.4	2.8
Total	34.9	32.4	33.3
14:1	0.8	0.8	0.5
15:1	0.2	0.1	0.2
16:1	8.6	7.4	7.2
17:1	1.2	1.9	1.5
18:1	17.6	16.9	17.4
20:1	1.0	1.9	1.5
22:1	0.8	0.7	0.8
Total	30.7	29.6	29.2
18:2	3.1	3.2	2.4
18:3	3.6	3.6	3.3
20:2	0.8	1.5	1.0
20:3	0.8	1.6	1.0
20:4	1.1	1.4	1.4
20:5	17.6	17.8	16.7
22:4	0.3	0.6	1.3
22:5	0.3	0.9	1.2
22:6	7.0	8.4	8.9
Total	34.4	38.0	37.2

a) refer to the comment in Fig. 1.

acid의 組成비가 높았으며, 不飽和酸에서는 oleic acid, eicosapentaenoic acid 및 docosahexaenoic acid가 다량 함유되어 있었다. Table 7에 나타난 크릴페이스트製品의 脂肪酸組成을 보면 必須脂肪酸인 oleic acid가 16.9%, linoleic acid가 3.2%, linolenic acid가 3.6%, 그리고 혈관중에서 콜레스테롤 축적방지작용이 있는 eicosapentaenoic acid가 17.8%로 상당히 많이 함유되어 점으로 보아 크릴페이스트製品의 脂質은 營養的인 면에서 우수함을 알 수 있다. 여기서 엑스분과 함께 處理副産物로 얻어지는 殘渣는 약 13.6% 정도의 粗蛋白質을 함유하고 營養的으로 우수한 아미노산組成 및 脂肪酸組成을 가지고 있다. 또한 Yamaguchi 등²⁰⁾의 보고에 의하면 astaxanthin diester, astaxanthin monoester 등과 같은 카로테노이드色素를 풍부히 함유하고 있으므로 産卵鰻 및 觀賞魚의 飼料로 利用可能하다고 한다.

3. 크릴페이스트의 利用實驗

Fig. 1 과 같은 공정으로 제조한 크릴페이스트의 食品加工用 中間素材로서의 이용법을 모색하기 위해, 크릴페이스트를 0%에서 50%까지 명태냉동고기풀에 代替添加하여 어육소시지를 제조하고 이를 시판 어육소시지와 비교하여 色調, 텍스투어, 折曲試驗 및 官能檢査한 결과를 Table 8에 나타내었다. 色調를 보면, L 값(明度), a 값(赤色度), b 값(黃色度) 및 官能檢査결과 기준명태냉동고기풀을 20~30% 정도 크릴페이스트로서 代替하여 제조한 어육소시지가 시판 어육소시지와 色調面에서 가장 비슷하였으며, 또한 텍스투어의 測定결과 어육소시지의 품질에 크게 저하됨이 없이 크릴페이스트로서 30% 까지 代替可能하였는데, 이상의 결과로 미루어 명태냉동고기풀로서 어육소시지를 가공할 때 명태냉동고기풀을 크릴페이스트製品으로 20~30% 정도 代替할 수 있다는 결론을 얻었고, 특히 食用色素를 사용하지 않아도 크릴肉의 色素로서 어육소시지의 桃色색깔을 유지시킬 수 있는 잇점이 있음을 알 수 있었다. Yamaguchi 등²⁰⁾은 이같은 크릴의 色素에 대해 크릴에는 3~4 mg/100 g 정도의 카로테노이드色素가 함유되어 있으며, 이 카로테노이드色素는 astaxanthin diester(40~50%), astaxanthin monoester (30~40%), 그리고 astaxanthin (15~25%)이 주성분을 이룬다고 보고하였다.

4. 동결저장중의 품질변화

크릴페이스트製品의 結着性增進과 脂質酸化 및 變色防止를 위해 크릴페이스트에 대해 중합인산염 0.2%와 抗氧化劑인 sodium erythorbate를 0.3% 첨가한 것을 크릴페이스트製品 K로 하여, 이를 對照製品 C와 비교하여 동결저장 중의 품질변화를 실험하였다.

동결저장 중 크릴페이스트製品의 水分含量과 保水力의 變化를 測定한 결과는 Table 9와 같다. 저장 중 水分含量은 全製品 모두 거의 變化가 없었는데, 이로 미루어 포장재를 통한 水分의 移動은 거의 없다고 생각된다. 保水力은 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내고 있는데, 對照製品 C의 경우 저장 0일째에 75.5%이던 것이 저장 100일째는 70.5%로 감소한 반면 製品 K는 저장 100일 동안 약간의 저하경향을 나타내어 크릴페이스트에 중합인산염을 0.2% 첨가함으로써 동결저장 중 保水力의 감소를 억제시킬 수 있었다.

Table 10에 製品의 동결저장 중 pH 및 揮發性鹽基窒素의 變化를 나타내었는데 저장 중 全製品에 있어서 pH와 揮發性鹽基窒素은 약간 증가하는 경향을 나타내었으나 저장 100일 동안 큰 變化는 없었다. 여기서 製品 K가 對照製品 C에 비해 pH가 높았는데, 이는 첨가된 多鹽基性酸鹽인 중합인산염 때문인 것 같다.

크릴페이스트製品은 5.9% 정도의 비교적 많은 脂質을 함유하고 또한 高度不飽和脂肪酸의 含量이 높

Table 8. Quality of fish sausage prepared with frozen Alaska pollack meat paste partially substituted for krill paste

Substitution rate ^{a)}	Color			Texture				Folding test	Sensory score ^{b)}	
	L	a	b	H	T	C	E		Color	Texture
0/100	—	—	—	17.0	7.2	0.57	0.97	AA	—	4.8
10/90	50.7~ 52.1	2.6~ 3.3	8.8~ 10.8	16.0	6.4	0.52	0.97	AA	4.3	4.8
20/80	45.8~ 48.8	6.2~ 6.8	11.1~ 12.7	13.0	5.5	0.39	0.95	AA	4.5	4.6
30/70	44.0~ 46.8	7.8~ 9.1	13.1~ 13.7	11.0	5.1	0.32	0.93	A	4.4	4.4
40/60	38.1~ 42.9	8.5~ 9.5	13.6~ 14.1	8.6	4.5	0.24	0.93	B	4.0	4.0
50/50	37.8~ 42.5	9.3~ 9.8	15.1~ 15.8	6.0	2.3	0.12	0.91	B	3.8	3.5
Reference ^{c)}	49.5~ 52.0	9.3~ 11.5	12.5~ 13.2	3.8	2.1	0.15	0.94	B	4.5	3.8

a) krill paste/frozen Alaska pollack meat paste(%)
 b) 5 scale; 5: very good, 4: good, 3: acceptable, 2: poor, 1: very poor
 c) fish sausage on market

Table 9. Changes in moisture content and water holding capacity of krill paste during storage at -30°C (%)

Storage days	Moisture content		Water holding capacity	
	C ^{a)}	K ^{a)}	C	K
0	70.6	73.2	75.5	77.3
30	70.5	72.0	74.9	76.6
60	71.2	72.5	71.0	76.3
100	70.2	73.0	70.5	76.1

a) refer to the comment in Fig. 1.

Table 10. Changes in pH and volatile basic nitrogen(VBN) of krill paste during storage at -30°C

Storage days	pH		VBN (mg/100g)	
	C ^{a)}	K ^{a)}	C	K
0	7.57	7.74	19.2	18.5
30	7.55	7.72	19.2	18.4
60	7.62	7.77	19.5	18.8
100	7.69	7.80	20.0	18.9

a) refer to the comment in Fig. 1.

기 때문에, 저장중 脂質酸化가 문제가 될 것으로 보아 TBA 값 및 脂肪酸組成의 變化를 測定하였다. Fig. 3과 같이 TBA 값은 對照製品 C의 경우 저장 30일까지 증가하여 최고값인 0.18에 도달하였고 그 후 감소하는 경향을 나타 내 반면, sodium erythorbate를 첨가한 製品 K는 저장 全期間을 통하여 TBA 값의 變化가 거의 없었으며 對照製品에 비해 훨씬 낮은 값을 나타내었으므로 酸化抑制效果가 우수함을 알 수 있었다. 한편 동결저장중 크릴페이스트製品的 脂肪酸組成의 變化는 Table 11과 같다. 저장 중 전반적

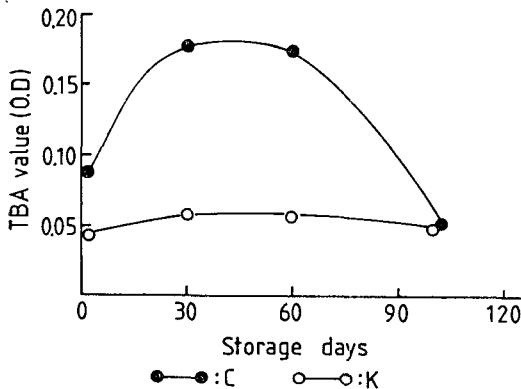


Fig. 3. Changes in TBA value of krill paste during storage at -30°C .

Table 11. Changes in fatty acid composition of krill paste during storage at -30°C (area %)

Fatty acid	Storage days			
	30		100	
	C ^{a)}	K ^{a)}	C	K
14:0	11.9	11.6	12.1	11.9
15:0	0.3	0.3	0.3	0.3
16:0	15.9	16.7	17.4	17.2
17:0	0.7	0.7	0.8	0.8
18:0	1.2	1.2	2.9	2.3
19:0	0.5	0.4	0.5	0.5
20:0	0.8	0.9	1.2	1.0
22:0	0.6	0.7	1.4	0.9
Total	31.9	32.5	36.6	34.8
16:1	8.8	8.8	8.9	8.8
17:1	1.8	1.7	0.5	0.4
18:1	19.8	18.7	20.3	18.9
20:1	0.3	0.2	1.0	1.1
Total	30.7	28.9	30.7	29.2
18:2	2.8	2.5	2.6	2.3
18:3	3.8	3.9	3.0	3.5
20:3	0.3	0.3	0.4	0.5
20:4	0.8	1.1	0.6	0.9
20:5	18.2	18.5	17.0	18.8
22:3	1.0	1.7	0.8	0.8
22:4	0.4	1.0	0.3	0.7
22:5	2.3	1.0	0.4	0.7
22:6	8.1	8.2	7.2	7.9
Total	37.8	38.2	32.3	36.1

a) refer to the comment in Fig. 1.

으로 polyene酸의 비율이 감소하고 飽和酸의 비율은 상대적으로 증가하였으나 monoene酸의 비율은 거의 변동이 없었다. 對照製品 C는 C_{20:5}, C_{22:5}과 같은 高度不飽和脂肪酸이 감소하였고, C_{16:0}, C_{18:0} 및 C_{22:0} 등의 飽和酸이 증가하는 경향이 있는 반면, 製品 K는 저장 중 高度不飽和脂肪酸의 보존효과가 좋았으며, 脂肪酸組成의 變化는 거의 없었다. 이와같은 결과로 미루어 보아 크릴페이스트 제조시 抗氧化劑로서 sodium erythorbate를 첨가함으로써 저장중 脂質酸化를 억제시킬 수 있다는 결론을 얻었다.

동결저장중 크릴페이스트製品的 色調變化를 色差計로서 測定한 결과를 Table 12에 나타내었다. 저장 중 全製品이 L값(明度)은 약간 감소하는 경향을 나타내고 있고, a값(赤色度) 및 b값(黄色度)에 있어서는 對照製品 C는 증가하는 경향을 나타낸 반면, 製品 K는 저장중 거의 變化가 없었다. 이는 sodium erythorbate를 첨가함으로써 저장중 脂質酸化 및 色素의

Table 12. Changes in color values of krill paste during storage at -30°C

Sample ^{a)}	Storage days				
	0	30	60	100	
L		53.2	52.9	51.0	51.2
	C	a	25.2	25.8	26.1
	b	20.4	21.8	22.0	22.3
L		53.0	52.8	51.8	51.7
	K	a	26.2	25.9	26.0
	b	21.7	21.5	21.6	21.2

a) refer to the comment in Fig. 1.

Table 13. Changes in viable cell counts of krill paste during storage at -30°C

Sample ^{a)}	Storage days			
	0	30	60	100
C	8.1×10^3	7.6×10^3	7.3×10^3	7.4×10^3
K	8.3×10^3	7.8×10^3	7.7×10^3	7.5×10^3

a) refer to the comment in Fig. 1.

酸化가 억제되었기 때문이라고 생각된다.

또한 저장중 크릴페이스트製品的의 生菌數變化는 Table 13과 같다. 대체로 두製品 모두 저장기간동안 生菌數는 서서히 감소하는 경향을 나타내고 있는데, 이는 동결로 인해 微生物이 사멸 또는 발육이 억제되기 때문인 것으로 추정된다. 동결 저장중 각 製品의 生菌數는 $7.3 \sim 8.3 \times 10^3$ 정도로, 日本食品衛生法의 加熱後攝取冷凍食品의 生菌數는 檢體 1g 당 300만 以下이어야 한다²⁾는 규정에 비교하여 크릴페이스트製品은 食品衛生的인 면에서 안전하다고 할 수 있다. 단 取扱不備로 인한 有害細菌의 오염이나 증식은 식중독사고를 유발시킨 우려가 있으므로 製品의 생산에서 소비까지 微生物에 대한 관리는 중요하다고 생각된다.

동결 저장중인 크릴페이스트製品的의 食品加工用 中間素材로서의 機能性を 살펴 볼 목적으로 저장중 일정기간마다 크릴페이스트를 取하여, 명태냉동고기풀에 대하여 25% 代替하여 어육소시지를 제조하였을 때, 어육소시지의 色調 및 텍스처의 變化를 Table 14, 15에 나타내었다. 여기서 알 수 있듯이 중합인산염과 sodium erythorbate가 첨가된 크릴페이스트製品 K로 만든 어육소시지가 對照製品 C로 만든 어육소시지에 비해 色調 및 텍스처 면에서 변화폭이 적었다. 따라서 크릴페이스트에 중합인산염 및 sodium erythorbate를 첨가함으로써, 동결 저장중 크릴페이스트製品의 食品加工用 中間素材로서의 機能性を 증진시킬 수 있음을 알 수 있었다.

Table 14. Changes in color values of fish sausage prepared with frozen Alaska pollack meat paste 25% substituted for krill paste during storage at -30°C

Fish sausage ^{a)}	Storage days				
	0	30	60	100	
L		45.1	46.1	44.9	44.4
	C	a	10.5	10.4	10.9
	b	15.5	15.9	16.6	16.8
L		43.6	43.9	44.1	44.1
	K	a	8.4	7.9	8.7
	b	14.4	14.2	14.9	14.7

a) Alaska pollack meat paste 61.2%, krill paste (C, K) 20.4%, NaCl 2.0%, starch 8.2%, water 8.2%

Table 15. Changes in texture of fish sausages prepared with frozen Alaska pollack meat paste 25% substituted for krill paste during storage at -30°C

Fish sausage ^{a)}		Storage days			
		0	30	60	100
C	H ^{b)}	11.6	11.2	9.2	8.8
	T	5.0	4.8	4.0	3.7
	C	0.65	0.60	0.54	0.53
	E	0.76	0.76	0.74	0.72
K	H	11.4	11.2	10.3	10.0
	T	4.9	4.7	4.3	4.3
	C	0.66	0.62	0.65	0.63
	E	0.78	0.78	0.79	0.76

a) Alaska pollack meat paste 61.2%, krill paste (C, K) 20.4%, NaCl 2.0%, starch 8.2%, water 8.2%

b) H; hardness(kg), T; toughness(cm²), C; cohesiveness, E; elasticity

要 約

크릴을 보다 유효하게 食糧으로 이용하기 위한 방안의 하나로, 크릴을 原料로 하여 食品加工用 中間素材, 즉 크릴페이스트(krill paste)를 제조하기 위한 가공조건, 中間素材로서의 이용법 및 저장안정성을 검토하고 아울러 製品의 화학성분을 분석하였다.

동결크릴을 초퍼(chopper)로 마쇄하고 마쇄크릴量에 대하여 25%에 해당하는 물을 첨가한 다음 교반해동한 후 원심분리(1,500×g, 10 min.)하여 液汁과 殘渣를 분리하는 것이 좋았다. 이 液汁을 간접가열 방식으로 98°C, 20分間 가열한 다음 스펀지狀의 熱

凝固蛋白質을 여포로 여과하여 마쇄함으로써 크릴페스트를 얻을 수 있었고, 동결저장 중 크릴페스트의 結着性增進, 脂質酸化 및 變色防止를 목적으로 크릴페스트에 대해 중합인산염 0.2% 와 sodium erythorbate 0.3% 를 첨가하여 이를 carton box에 충전포장하여 접촉식동결장치로써 급속동결(-35°C) 시킨후 동결저장하였다. 이때 副産物로 얻어지는 진한 桃色의 새우와 같은 芳香을 갖고 있는 엑스분은 그대로 또는 농축하여 調味料나 수우프소재로, 殘渣는 養魚餌料로서 이용할 수 있다는 결론을 얻었다.

이상의 조건하에서 제조된 크릴페스트製品の 一般成分은 水分 78%, 粗蛋白質 12.9%, 粗脂肪 5.9% 였으며, 수은, 카드뮴, 아연, 납 및 구리 등의 有害性重金屬含量은 각각 0.001 ppm, 1.15 ppm, 9.1 ppm, 0.63 ppm 및 11.38 ppm 으로 이는 食品衛生的으로 안전한 含量이었다. 크릴페스트製品の 구성아미노산은 taurine, glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine 및 arginine 등의 含量이 많아 전체아미노산의 55%를 차지하였으며, 유리아미노산은 taurine, lysine, glycine, arginine, proline 등의 含量이 많아 전체유리아미노산의 65%를 차지하였다. 또한 크릴페스트製品の 脂肪酸組成은 飽和酸이 32.4%, monoene酸이 29.6%, polyene酸이 38.0% 였으며, 주요 構成脂肪酸으로서는 eicosapentaenoic acid (17.8%), oleic acid(16.9%), palmitic acid(15.3%), myristic acid (8.7%) 그리고 docosahexaenoic acid(8.4%)의 含量이 많았다.

명태냉동고기풀로서 어육소시지를 가공할 때 製品 품질에 손색없이 크릴페스트로서 명태냉동고기풀을 20~30% 代替할 수 있었다. 또한 이때 食用色素를 사용하지 않아도 크릴페스트의 色素만으로 어육소시지의 색깔을 유지시킬 수 있었다.

동결저장 중 크릴페스트제품의 품질은 -30°C에서 100일간 저장하여도 化學的, 微生物學的으로 安定하였고, 중합인산염 0.2% 와 sodium erythorbate 를 0.3% 첨가함으로써 食品加工用 中間素材로서 製品의 機能性を 향상시킬 수 있었다. 그리고 脂質酸化 및 變色도 억제시킬 수 있었다.

크릴을 原料로 하여 食品加工用 中間素材로서 利用價値가 있고, 저장성도 좋은 크릴페스트製품을 加工할 수 있다는 結論을 얻었다.

辭 謝

크릴試料 구입에 도움을 주신 大暉遠洋實業(株)여

러분, 水産廳製造課 李昌起 課長, 朴喜烈係長, 그리고 試料保管에 협조하여 주신 大洋物産(株) 安承佑 社長님께 깊은 謝意를 표합니다.

文 獻

1. 李應昊. 1977. 南大洋의 크릴. 韓國水産學會誌 別冊. pp. 33-42.
2. 李應昊·趙舜榮·車庸準·朴香淑·權七星. 1984. 크릴간장 製造에 관한 研究. 韓國營養食糧學會誌. 13(1), 97-106.
3. Lagunov, L. L., M. I. Kryuchkova, N. I. Ordukhanyan and L. V. Sysoeva. 1973. Utilization of krill for human consumption. FAO, WM/D 9586.
4. 日本厚生省編. 1960. 食品衛生檢査指針 I. 揮發性鹽基窒素. pp. 30-32.
5. 日本藥學會編. 1980. 衛生試驗法注解. 金原出版株式會社. 日本, pp. 62-63.
6. Breene, W. M., 1975. Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation. J. Texture Studies 6, 53-82.
7. Tarladgis, E. G., B. M. Watts and M. T. Younathan. 1960. A distillation method for the quantitative determination on malonaldehyde in rancid foods. J. American Oil Chem. Soc. 37, 44-48.
8. Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification, Can. J. Biochem. Physio. 37, 911-917.
9. 田中武夫. 1969. 北洋産冷凍スケトウダラの鮮度と品質との關係-I. 肉の組織學的 觀察と保水性. 東海水研報 60, 143-156.
10. A. P. H. A. 1970. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shell-fish. 3rd., Am. Pub. Health Assoc. Inc., pp. 17-24.
11. Chemical procedures. 1975. National Shellfish Sanitation Program. U. S. Department of Health, Education and Welfare Public Health Service Food and Drug Administration, pp. 5-6.
12. A. O. A. C. 1980. Method of the Association of Official Analytical Chemists. 13th, pp. 405-406.
13. 李應昊·金世權·趙德濟·韓鳳浩. 1979. Krill soluble의 加工 및 아미노산組成. 韓水誌 12(4), 235-240.

크릴을 原料로 한 食品加工用 中間素材加工에 관한 研究

14. Yamanishi, S. 1980. *Comprehensive studies on the effective utilization of krill resource in Antarctic ocean.* Science and Technology Agency, Japan, pp. 71—83.
15. 築瀬正明. 1974. 自己消化を利用するオキアミ熱凝固たん白の分離に関するソ連法の改變. 東海水研報 78, 79—84.
16. 柴田宣和. 1979. 南極産オキアミのたんぱく質の諸性質について. 東海水研報 100, 17—33.
17. 渡邊武彦・杉井麒麟三郎・湧口浩也・衣巻豊軸. 1976. オキアミの利用に関する研究-Ⅲ. 栄養價に関する成分の分析. 東海水研報 85, 13—30.
18. T. Soevik and O. R. Braekkan. 1979. Floride in Antarctic krill and Atlantic krill. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 36, 1414—1416.
19. 須山三千三・中島喜久一・野中順三九. 1965. オキアミ類の含窒素化合物に関する研究. 日水誌 31 (4), 302—306.
20. Yamaguchi, K・W. Miki・N. Toriu・Y. Kondo・M. Murakami・S. Konosu・M. Satake and T. Fujita. 1982. The composition of carotenoid pigments in Antarctic krill, *Euphausia superba*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 49(9), 1411—1415.
21. 日本藥學會編. 1980. 衛生試驗法注解. 金原出版株式会社, 日本, pp. 294—295.