

## Krill soluble의 加工 및 아미노酸 組成

李應昊\* · 金世權\* · 趙德濟\* · 韓鳳浩\*

## PROCESSING OF KRILL SOLUBLE AND ITS AMINO ACID COMPOSITION

Eung-Ho LEE\*, Se-Kwon KIM\*, Duck-Jae CHO\* and Bong-Ho HAN\*

A study on the amino acid composition of raw frozen krill, and krill solubles manufactured in forms of paste and powder has been carried out.

The raw frozen krill was thawed, chopped, mixed and homogenized with same amount of water. The mixture was autolyzed or hydrolyzed by the addition of 0.2% pronase-p, a commercial proteolytic enzyme, to the weight of the raw frozen krill at 45°C for 4 hours. After a thermal inactivation of enzymes at 95°C for 15 minutes, the autolysate and the hydrolysate were centrifuged and filtered through gauzes, respectively, and then the lipid layer in the supernatant was removed. The autolysate and the hydrolysate were finally concentrated under reduced atmospheric pressure in a rotary vacuum evaporator at 45°C for 1 hour to produce the krill solubles in form of paste. The powdered krill solubles were prepared by the addition of 5% starch to the autolysate and hydrolysate and by means of concentration in the rotary vacuum evaporator at 45°C for 30 minutes and a forced air drying at 58°C for 3 hours with a air velocity of 3m/sec.

Among the amino acids in raw frozen krill, glutamic acid, lysine, and aspartic acid showed high values in quantity and then followed leucine, alanine, arginine, glycine and proline. The quantity of histidine was very small and that of cystine was only in trace.

The krill solubles in forms of paste and powder prepared by autolysis and hydrolysis with pronase-p revealed almost the same patterns in amino acid composition as in raw frozen krill.

In case of free amino acids, a large quantity of it in raw frozen krill consisted of lysine, arginine, proline, alanine and leucine. The quantities of cystine, histidine and glutamic acid were, in contrast, very small.

In the soluble krill paste prepared by autolysis, lysine, leucine, threonine and alanine existed in large quantities among the free amino acids and cystine, aspartic acid and histidine existed in small quantities.

The contents of almost all of the free amino acids in soluble krill paste prepared by hydrolysis with pronase-p were increased slightly as compared with those in soluble krill paste prepared by autolysis. In this product, the contents of cystine, histidine and serine were very low and lysine, leucine, arginine and proline were the dominant group in quantities among the free amino acids.

The krill solubles in forms of paste and powder were not inferior to whole egg in the view point of its essential amino acid composition.

\*釜山水産大學 食品工學科, Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Busan.

## 緒 言

21世紀의 世界人口은 現在의 거의 2倍로 增加하며 이에 따른 食糧資源, 特히 蛋白質資源은 크게 不足 하리라 한다. 그러므로 未利用資源의 食糧化 또는 未開發食糧資源의 探索은 時急한 問題이며, 이런 면에서 海洋資源中에서는 深海魚, 南大洋의 krill이 食糧資源으로 活用可能한 것으로 注目되고 있다(李, 1977). 實際 南大洋에서 고래類가 減少됨에 따라 그 먹이인 krill은 地球上에 唯一하게 남은 막대한 量의 動物性 蛋白質資源으로 보여지며 FAO에서는 非公式의 年間 5,000~7,000萬톤을 漁獲할 수 있다고 하였으며 日本에서는 最少 3,000萬톤의 漁獲이 可能한 것으로 보고 있다. 이의 食糧化에 관한 研究로는 Lagunov등(1973)의 krill paste製造, 策瀨(1974)에 의한 Lagunov등(1973)의 方法의 改善, 桑野와 三田(1977)에 의한 krill protein concentrate製造에 관한 研究들이 있다. 또 阿部(1977)는 魚醬油를 製造하였으며, Christians와 Leinemann(1978)은 krill을 利用한 sausage의 製造를 시도하였다. Roschke와 Schreiber(1977)는 krill과 그 製品의 各種成分에 대하여 報告하였으며, Beck등(1977) 및 Pfeffer와 Becker(1977)는 krill粉末의 餌料로서의 利用에 대하여 報告하였다. 本 實驗에서는 krill을 食用化하기 위한 한 方法으로서 paste狀 및 粉末狀의 krill soluble을 加工하고 製品의 性狀中 遊離아미노酸 및 構成아미노酸의 組成을 檢討하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 材 料

krill, *Euphausia superba*, 은 南北號(南北水産株式會社)가 1979年 1月 16일부터 2月 9日 사이에 南緯 60°以南, 東經 55°~95°의 南大洋에서 漁獲하여 即時 -25°C에서 凍結貯藏한 것으로서 1979年 3月 15日에 實驗室로 옮겨 -30°C의 凍結庫에 貯藏하여 두고 實驗에 使用하였다. krill의 크기 및 무게는 各 3.9~6.3cm, 0.3~1.1g이었다.

### 2. paste狀의 krill soluble의 製造

生凍結試料를 半解凍하여 chopper에서 磨碎한 後 同量의 물과 混合하고, krill量에 대하여 0.2%의

pronase-p(750,000 tyrosine unit/g, 利研究化學株式會社)를 添加한 것과 添加하지 않은 것으로 구분하여 45°C에서 4時間 攪拌하면서 加水分解시켰다. 이를 95°C에서 15分間 熱處理하여 酵素를 不活性化시킨 다음 두점의 가계로서 濾過하여 殘渣를 除去하고 다시 遠心分離(4000 rpm, 15分)하였다. 上層液中 脂肪層을 除去하고 眞空回轉蒸發器로서 減壓濃縮(45°C, 1時間)하여 製品으로 하였다.

### 3. 粉末krill soluble의 製造

앞의 krill soluble 製造時와 같은 方法으로 krill을 磨碎하고 pronase-p를 添加, 加水分解시킨 후 熱處理하여 濾過한 濾液에서 脂肪層을 除去한 다음 減壓濃縮(45°C, 30分)한 濃縮物에 濾液의 重量에 대하여 5%의 澱粉을 添加하여 58°C에서 3時間 동안 熱風乾燥시켜 磨碎하여 製品으로 하였다. 熱風乾燥時의 空氣의 速度는 3m/sec였다.

### 4. 一般成分 및 揮發性 鹽基窒素의 分析

水分, 粗蛋白質, 粗脂肪 및 粗灰分은 常法으로 定量하였으며, 揮發性 鹽基窒素(VBN, volatile basic nitrogen)은 conway unit를 使用하는 微量擴散法(日本厚生省, 1960)에 의하였다.

### 5. 아미노酸의 定量

#### 1) 構成아미노酸

試料 約 50mg을 精秤하여 ampoule에 넣고 6N HCl 2ml를 加하여 凍結시킨 다음 減壓下에서 密封하고 110°C의 sand bath에서 24時間 加水分解시켰다. 分解液을 다시 減壓乾固시켜 pH2.2의 구연산 완충액으로써 25ml로 하였다.

#### 2) 遊離아미노酸

磨碎한 試料 10g에 1%의 피크린酸 80ml를 加하여 攪拌하며 20分間 均質化 및 抽出한 다음 遠心分離하고 물로써 100ml로 하였다. 이 중 20ml를 取하여 Dowex 2×8樹脂 column (Cl-form, 100~200 mesh  $\phi 2cm \times 3cm$ )을 通過시켜 피크린酸을 除去하였다. 流出液 및 洗滌液(0.02N-HCl 5ml)을 合하여서 減壓濃縮하여 pH2.2의 구연산 완충액으로써 25ml로 하였다.

構成아미노酸 및 遊離아미노酸은 CG-120 樹脂 Column을 使用하는 아미노酸自動分析計(JLC-6AH, No. 310)로써 分析하였다.

結果 및 考察

1. krill의 化學成分

生凍結 krill의 一般成分은 Table 1에 나타내었다. 粗蛋白質이 12.3%, 粗脂肪이 2.8%로서 築瀬(1971)의 生凍結krill의 一般成分에 대한 報告와 비슷하였

다. 이들은 生凍結 krill의 VBN이 9.8~20.2 mg %라고 報告하였으며 本 實驗에서는 그 값이 16.8 mg%였다. 一般的으로 甲殼類의 pH는 魚類의 그것에 比하여 높은 것이 특징으로서 生凍結 krill의 pH는 7.6이었으며, 이는 築瀬(1971)의 報告와 一致하였다.

Table 1. Chemical composition of raw frozen krill

Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)	Carbohydrate (%)	VBN* (mg%)	pH
82.1	12.3	2.8	2.0	1.1	16.8	7.60

\* : Volatile basic nitrogen

2. Krill soluble의 一般成分

生凍結 krill을 半解凍하여 磨碎한 후 同量의 물과 混合, 均質比하고 여기에 酵素를 添加하지 않은 것과 添加한 것은 45°C에서 4時間 攪拌하면서 分解시켜 製成한 krill soluble 및 krill soluble粉末의 一般成分은 Table 2에 나타내었다. paste狀의 krill soluble의 경우 pronase-p를 添加한 것이 粗蛋白質含量이 60.3%로서 pronase-p를 添加하지 않은 即 自家消化의 경우의 55.0%보다 5%程度 높았고, 粗脂肪含量은 酵素를 添加한 것의 量이 3.1%로서 自家消化時의 6.9%보다 4%程度 낮았다. 그리고 水分과 粗灰分量에는 큰 差異가 없었다.

脂肪은 大部分이 未分解 殘渣中에 殘留하기 때문에 最終製品에는 거의 含有되지 않는다고 하였다. 그리고 灰分도 未分解殘渣中에 殘留하는 傾向이 있지만 魚類와 比較하면 krill은 水溶性 無機物을 많이 含有하기 때문에 最終製品中의 灰分含量이 魚類製品의 경우보다 2倍程度의 높은 값을 나타낸다고 하였다. 그러나 本 實驗에서는 paste狀 혹은 粉末狀의 krill soluble 製品의 경우 有機溶媒를 使用하여 脂肪을 除去하지 않는한 極히 낮은 脂肪含量의 製品을 얻을 수 없음을 알았다.

Table 2. Chemical composition and yield of krill soluble (%)

Constituent	Autolysed		Hydrolysed with pronase-p	
	Paste	Powder	Paste	Powder
Moisture	25.3	4.7	27.2	4.2
Protein	55.0	48.1	60.3	53.5
Lipid	6.9	8.2	3.1	5.4
Ash	6.9	7.8	5.8	7.0
Carbohydrate	5.9	30.2	3.6	30.0
Yield	12.3	15.7	16.9	17.2

3. 生凍結 krill 및 krill soluble의 構成 아미노酸組成

生凍結 krill의 아미노酸의 總量은 Table 3에서와 같이 乾物重量으로서 生凍結 krill의 57.22%였고, glutamic acid, lysine 및 aspartic acid가 全體의 約 35%를 차지하였으며, 이외에 leucine, arginine alanine, glycine, proline 및 isoleucine이 約 38%程度였다. 反面에 histidine은 그량이 極히 적었으며 cystine은 거의 檢出되지 않았다.

解凍한 krill을 自家消化시킨 paste狀의 krill soluble의 경우 生凍結한 原料 krill에서와 같이 glutamic acid, lysine 및 aspartic acid가 全體 아미노酸의 約37%였고, leucine, arginine, alanine, glycine, proline 및 isoleucine이 37%程度였다. 그리고 生凍結한 原料 krill에서 거의 檢出되지 않던 cystine도 少量 檢出되었다. 이와같은 아미노酸의 分布比率은 自家消化에 의한 粉末狀의 krill soluble에서도 거의 同一하였다.

粉末狀의 krill soluble의 경우 粗蛋白質은 酵素를 添加하여 加水分解한 製品이 53.5%로서 自家消化時의 48.1%에 比하여 5%程度 높았고 脂肪含量은 5.4%로써 역시 8.2%보다 3%程度 낮았다. 水分, 粗灰分 및 糖의 含量은 서로 비슷하였다. Watanabe 등 (1976)에 의하면 krill은 自家消化酵素力이 強하여 자체의 蛋白質이 쉬이 分解되기 때문에 酵素劑를 添加하여 加水分解시킨 分解物과 自家消化만에 의한 分解物사이에 成分上 큰 差異가 없다고 하였으며 脂

生凍結 krill을 加水分解시킨 때 krill의 量에 대하여 0.2%의 pronase-p를 添加한 paste狀의 krill soluble의 아미노酸總量은 製品의 乾物重量의 61.75

Table 3. Amino acid composition of raw frozen krill and krill soluble products (mg/100g, dry basis)

Amino acid	Raw frozen krill	Autolysed		Hydrolysed with pronase-p	
		Paste	Powder	Paste	Powder
Lysine	6059.0(10.6)	6136.5(12.5)	4709.7(10.9)	6637.5(10.7)	4917.8(10.4)
Histidine	1395.7 (2.4)	904.7 (1.8)	966.1 (2.2)	1513.3 (2.5)	1028.1 (2.2)
Arginine	3706.1 (6.5)	3481.7 (7.1)	2664.8 (6.2)	4015.5 (6.5)	2744.2 (5.8)
Aspartic acid	6040.2(10.5)	5102.0(10.4)	4536.6(10.5)	6322.9(10.2)	5002.8(10.6)
Threonine	2621.7 (4.6)	2172.8 (4.4)	1960.4 (4.5)	2831.8 (4.6)	2197.8 (4.7)
Serine	2385.9 (4.1)	1768.6 (3.6)	1678.6 (3.9)	2448.2 (4.0)	1946.9 (4.1)
Glutamic acid	7850.8(13.7)	6822.4(13.9)	5768.4(13.4)	7998.0(13.0)	6378.9(13.5)
Proline	3097.9 (5.4)	2799.4 (5.7)	2254.2 (5.2)	3428.1 (5.6)	2226.1 (4.7)
Glycine	3418.5 (6.1)	3051.6 (6.2)	2511.8 (5.8)	3610.9 (5.8)	2756.4 (5.8)
Alanine	3734.4 (6.5)	3400.1 (6.9)	2785.6 (6.5)	3889.6 (6.3)	3015.4 (6.4)
Valine	2192.6 (3.8)	2588.1 (5.3)	2262.3 (5.2)	3536.0 (5.7)	2590.4 (5.5)
Cystine	—	203.9 (0.4)	285.8 (0.7)	386.6 (0.6)	283.3 (0.6)
Methionine	2706.5 (4.7)	1520.2 (3.1)	1445.1 (3.3)	1765.0 (2.9)	1525.9 (3.2)
Isoleucine	3003.6 (5.3)	2636.3 (5.4)	2334.7 (5.4)	3542.0 (5.7)	2772.6 (5.9)
Leucine	4507.7 (7.9)	2952.6 (6.0)	3562.5 (8.2)	4908.5 (8.0)	3950.4 (8.4)
Tyrosine	1928.5 (3.4)	1472.0 (3.0)	1481.3 (3.4)	2019.7 (3.3)	1683.8 (3.6)
Phenylalanine	2569.8 (4.5)	2120.9 (4.3)	2000.6 (4.7)	2891.7 (4.7)	2181.6 (4.6)
Total	57218.8 (100.0)	49133.8 (100.0)	43208.5 (100.0)	61745.3 (100.0)	47202.4 (100.0)

( ) ; (A/TA)×100, A; Amount of each amino acid, TA ; Total amino acid

%였으며, 自家消化時에서 처음 glutamic acid, lysine 및 aspartic acid가 가장 많아서 全体의 34%였으며 그의 leucine, alanine, arginine, glycine iso leucine 및 valine등이 많았다. 그리고 自家消化時와 같이 少量의 cystine이 檢出 되었으며 leucine 과 histidine이 더 많이 檢出되었다.

4. 生凍結 krill 및 krill soluble의 遊離 아미노酸 組成

生凍結 krill 및 krill soluble의 遊離아미노酸組成은 Table 4에 나타내었다. 生凍結 krill의 경우 總遊離아미노酸의 量은 試料의 乾物重量에 대하여 10.29

Table 4. Free amino acid composition of raw frozen krill and krill soluble pastes (dry basis)

	Raw frozen krill		Autolysed		Hydrolysed with pronase-p	
	mg/100g	(A/TA)×100	mg/100g	(A/TA)×100	mg/100g	(A/TA)×100
Lysine	1949.0	18.9	1817.5	11.9	2927.0	15.0
Histidine	250.7	2.4	382.9	2.5	299.5	1.5
Arginine	1228.5	11.9	862.6	5.7	1736.8	8.9
Aspartic acid	155.0	1.5	332.5	2.2	716.7	3.7
Threonine	488.2	4.7	1330.3	8.7	1213.6	6.1
Serine	179.5	1.7	974.2	6.4	624.7	3.2
Glutamic acid	23.7	0.2	928.0	6.1	1063.0	5.4
Proline	1201.3	11.7	891.5	5.8	1527.1	7.8
Glycine	984.0	9.6	692.1	4.5	1064.7	5.5
Alanine	937.3	9.1	1240.3	8.1	1653.7	8.5
Cystine	—	—	102.9	0.7	91.5	0.5
Valine	512.6	5.0	1056.8	6.9	1123.8	5.8
Methionine	338.0	3.3	621.4	4.1	744.0	3.8
Isoleucine	479.1	4.7	1145.6	7.5	1094.3	5.6
Leucine	807.4	7.9	1473.9	9.7	2108.8	10.8
Tyrosine	366.0	3.6	652.0	4.3	746.8	3.8
Phenylalanine	384.8	3.8	745.5	4.9	781.4	4.1
Total	10285.1	100.0	15250.0	100.0	19517.4	100.0

## Krill soluble의 加工 및 아미노酸組成

%이었다. 그리고 lysine, arginine, proline, glycine, alanine 및 leucine이 全体 遊離아미노酸의 約 70%를 차지하였으며, 反面에 構成아미노酸에 그 量이 많던 glutamic acid와 aspartic acid는 全体 遊離아미노酸의 1.7%이 不過하였다. 그외에 serine 및 histidine도 그 量이 極히 적었다.

이 結果는 krill의 遊離 아미노酸 中에는 arginine, proline, lysine, glycine 및 alanine 등의 含量이 높고 histidine, methionine, glutamic acid, serine, 그리고 tyrosine 등의 量이 적다고한 Suyama 등(1965)의 報告와, lysine, arginine, alanine, proline 및 leucine 등의 量이 많은 反面에 glutamic acid, histidine, aspartic acid, serine 및 isoleucine의 量이 적다고한 Watanabe 등(1976)의 報告와 一致하였다.

半解凍한 krill을 破碎하여 同量의 물과 混合, 均質化하여 45°C에서 4時間 自家消化시킨 paste狀의 krill soluble의 遊離아미노酸 組成을 보면, 全体 遊離아미노酸의 量은 加水分解物의 乾物重量에 대하여 15.07%였다. 이때 全体 遊離아미노酸의 約 66% 程度가 lysine, threonine, alanine, leucine, isoleucine, valine, serine 및 glutamic acid였으며, cystine, aspartic acid 및 histidine 등이 約 5% 程度였다. 大部分의 遊離 아미노酸의 量이 生凍結原料 krill에서보다 1.8~2.7倍 程度로 많아졌다. 特別히 生凍結 krill에서 그 含量이 極히 적던 serine은 5倍以上, 그리고 glutamic acid는 거의 40倍로 增加하

였고, 生凍結 krill에서 거의 檢出되지않던 cystine도 少量 檢出되었다.

한편 加水分解時 生凍結 krill의 量에 대하여 0.2%의 pronase-p를 添加한 paste狀의 krill soluble의 遊離 아미노酸의 總量은 加水分解物의 乾物重量으로 19.43%였다. 即 pronase-p에 의하여 自家消化時보다 遊離 아미노酸이 全体的으로 4.4% 程度 많아졌다. 個個의 遊離 아미노酸의 量을 生凍結한 原料 krill을 自家消化시켰을 때의 量과 比較하면 大部分이 自家消化時의 量的인 增加幅을 維持하고 있으나, lysine, arginine, methionine 및 tyrosine이 自家消化時보다 多少 더 增加하였으며, aspartic acid와 glutamic acid는 自家消化時보다 2.5~4.5% 程度의 더 높은 增加率을 보였다.

### 5. paste狀 및 粉末狀의 krill soluble의 必須 아미노酸 組成

生凍結 krill 및 이의 自家消化後의 또는 pronase-p를 添加한 加水分解後의 paste狀 및 粉末狀의 krill soluble의 必須아미노酸의 組成은 Table 5와 같다.

生凍結 krill과 두種類의 paste狀의 krill soluble의 lysine 含量이 單糖 또는 穀類에 比하여 同等하게 높았으며, 全体 必須아미노酸의 含量面에서도 穀類보다는 우수하며 單糖과 比較하였을때 甚히 遜색이 없었다. 粉末狀의 krill soluble에서도 같은 傾向이었다.

Table 5. Comparison of essential amino acids content of raw frozen krill, krill soluble products, whole egg, wheat flour and rice

Amino acid	Raw frozen Krill	Autolysed		Hydrolysed with pronase-p		Whole egg*	Wheat flour*	Rice*
		Paste	Power	Paste	Power			
Isoleucine	373.8	375.1	387.2	407.2	424.4	428	262	322
Leucine	561.0	420.1	590.9	564.3	604.8	565	442	535
Lysine	754.1	873.1	781.2	763.1	752.8	396	126	236
Phenylalanine	319.8	301.8	331.8	332.5	334.0	368	322	307
Methionine	336.9	216.3	239.7	202.9	233.6	196	78	142
Threonine	326.3	309.1	325.2	325.6	336.4	310	174	241
Valine	272.9	368.2	375.3	406.5	396.6	460	262	415
Tryptophan	—	—	—	—	—	106	69	65
Total	2944.8	2863.7	3031.3	3002.1	3082.6	2829	1735	2263

\*; Quoted from "Amino acid contents of foods" (M. L. Orr and B. K. Watt, 1957)

要 約

krill을 食用化하기 위한 한 方法으로서 paste狀 및 粉末狀의 krill soluble을 加工하고 製品의 構成아미노酸 및 遊離아미노酸의 組成을 檢査하였다.

生凍結 krill, 自家消化 및 0.2%의 pronase-p의 添加後의 加水分解에 의한 paste狀과 粉末狀의 krill soluble의 構成아미노酸 中에는 glutamic acid, lysine 및 aspartic acid가 가장 많았으며, cystine 과 histidine이 가장 적었다.

生凍結 krill의 遊離아미노酸中에는 lysine, arginine, proline, glycine, alanine 및 leucine이 가장 많았으며, cystine과 histidine 그리고 構成아미노酸에서 그 含量이 많은 glutamic acid와 aspartic acid가 가장 적었다. 自家消化에 의한 paste狀의 krill soluble의 遊離아미노酸에서는 生凍結 krill에서 보다 glutamic acid, serine, threonine, isoleucine, aspartic acid, valine 등의 量이 많아졌으며, 特別히 glutamic acid는 거의 40倍程度로 增加하였다. 全體的으로는 lysine, leucine, threonine 및 alanine 등이 많았으며 cystine, aspartic acid 및 histidine의 量이 적었다. 0.2%의 pronase-p를 添加하여 加水分解한 paste狀의 krill soluble의 遊離아미노酸에는 aspartic acid와 glutamic acid의 量이 自家消化時보다 월등히 큰 增加幅을 보였으며 全體的으로는 lysine, leucine, arginine, alanine 및 proline이 많았으며 cystine, histidine, serine 등의 量이 적었다.

生凍結 krill 및 krill soluble의 必須아미노酸은 含量面에서 달걀과 比較하여 遜색이 없었다.

文 獻

阿部憲治(1977): 南極オキアミを利用した魚醬油. New Food Industry, 19(1), 41-42.  
 Beck, H., H. Koops, K. Tiews und J. Gröpp (1977): Weitere Möglichkeiten des Fischmehl-Ersatzes im Futter für Regenbogenforellen: Ersatz von Fischmehl durch Alkanhefe und Krillmehl. Arch. Fisch. Wiss. 28(1), 1-17.  
 Christians, O. and M. Leinemann (1978): Expe-

riments in making sausages from krill. Die Fleischwirtschaft, 6, 955-957.  
 桑野和民·三田村敏男(1977): オキアミのたんぱく質濃縮物(KPC)について-1. イソプロピルアルコールによるKPC製造ならびにその化學成分·日本誌 43(5), 559-565.  
 Lagunov, L. L., M. I. Kryuchkova, N. I. Ordukhanyan and L. V. Sysoeva (1973): Utilization of krill for human consumption. FAO, WM/D 9586.  
 李應吳(1977): 食糧으로서의 krill의 利用. 韓水誌別冊, pp. 33-42.  
 Pfeffer, E. und K. Becker (1977): Untersuchungen an Regenbogenforellen über den Futterwert verschiedener Handelsfutter und über den weitgehenden Ersatz von Fischmehl durch Krillmehl in Futter. Arch. Fisch. Wiss. 28(1), 19-29.  
 Rochke, N. und W. Schreiber (1977): Analytik von Krill, Krillprodukten und antarktischen Fischen. Arch. Fisch. Wiss. 28(2/3), 135-141.  
 食品檢査指針(1960): 日本厚生省編. pp. 13-16.  
 Spackman, D. H., W. H. Stein and S. Moore (1958): Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. Anal. Chem. 30, 1190-1206.  
 Suyama, M., K. Nakajima and J. Nonaka (1965): Studies on the protein and non-protein nitrogenous constituents of Euphausia. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 31(4), 302-306.  
 Watanabe, T., K. Sugii, H. Yuguchi and T. Kinumaki (1976): Studies on the utilization of antarctic krill, *Euphausia superba* DANA-II. Analysis of nutritive components. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 85, 13-30.  
 築瀬正明(1971): ユーファージアの化學成分および食用ソリュブルへの利用. 東海區水研報 77, 97-102.  
 築瀬正明(1974): 自家消化を利用するオキアミ熱凝固たん白の分離に關するソ連法の改善. 東海區水研報 78, 79-84.