

厦門附近几种浮游甲壳动物的化学成分*

陈素丽 王明俊 王奕带

(中国科学院华东海洋研究所)

海洋浮游动物种类多、数量大、分布广，其中不少种类具有很高的营养价值，而以甲壳类的某些种类最为突出。它们不但是许多鱼类和其他某些海产动物的主要饵料，也可以用作人类的食品。

我国劳动人民利用浮游动物作为食品，方法很多并具有悠久的历史。以浮游甲壳类而言，有鲜虾皮、干虾皮、虾酱等，残余的成分才用作饲料和肥料，达到全面综合利用的程度。西方国家直到第一次大战期间，才有人提出利用浮游动物作为家畜饲料及人类食品的建议。随后，如 Clarke^[9,10]，Hardy^[11]，和 Juday^[12]等，都就此问题进行了研究。近年来，Виноградова^[13,14]在浮游生物的化学组成的分析方面做出了一定的成绩。此外，关于浮游生物的氨基酸^[12,13]、维生素^[14]等方面也有人做过一些工作。

据调查，福建沿海浮游动物的捕获量相当大，为沿海人民普遍食用的重要食品，在渔业上占有相当重要的地位。为了提供一些有关的参考资料，以便进一步利用这些生物资源，本文以厦門附近海区常见的、经济价值较大的几种海洋浮游甲壳动物为对象，就其主要化学成份及蛋白质中必需氨基酸的含量进行了分析。

材 料 与 方 法

(一) 分析材料

为晋江东埔的中国毛虾 (*Acetes chinensis*) 和磷虾 (*Euphausia* sp.)，泉州溜石的橈足类——主要为火腿蓴水蚤 (*Schmackeria poplesia*) 和龙海白水营的长额刺糠虾 (*Acanthomyia longirostris*)。

(二) 测定方法

新鲜材料采得后，置于冰壶中，尽快带回实验室。挑去杂质，用自来水冲洗干净，最后再以蒸馏水洗涤，以纱布过滤除去多量水分，再用滤纸吸去体外水分至其个体不再相互粘连为止。材料磨成匀浆即可供分析之用。部分材料则于每100克匀浆中加入0.2克麝香草酚 (Thymol) 粉末，搅拌均匀，置冰箱中保存以备稍长时间测定之用 (或在80°C烘干贮存备用)。干样品采回后，挑去杂质，磨成细粉即可应用。

水分系在105°C烘至恒重测定的。蛋白质用微量凯氏法，脂肪用索氏提取法，碳水化合物中的糖元 (动物淀粉) 用碘量法，钙用高锰酸钾法，磷用钼兰比色法分别予以测定。蛋白质中的必需氨基酸应用纸上层析法^[9, 11, 15, 20]，以氯化钾-乙二醇甲醚-茚三酮

表 1 甲壳动物(糠虾)总蛋白氨基酸之回收率 *%

氨基酸	糠虾总蛋白正丁醇-甲酸-正丁醇 氨水溶剂系统
亮氨酸+异亮氨酸**	101.3 (100.0—102.5)
苯丙氨酸	98.8 (90.0—107.5)
缬氨酸+蛋氨酸**	97.5 (90.0—105.0)
苏氨酸	98.8 (97.5—100.0)
谷氨酸	101.5 (100.0—103.0)
天门冬氨酸	98.4 (94.7—103.0)

* 表内数据为三次以上实验的平均值。

** 在层析谱上色谱重迭故为混合测定值。

* 本文蒙业师黄厚哲、郑重教授热情指导，并审阅文稿，特此谨致谢忱。

显色。色氨酸则用碱进行水解，以对二甲氨基苯甲醛显色^[3, 10]。各氨基酸用71型分光光度计在570m μ 比色测定（色氨酸在600m μ 比色测定）。

用纸层析法分离各种氨基酸并以茚三酮显色定量测定时，为了了解本法的准确性，选择几种氨基酸进行回收率试验，结果如表1。

实验结果，以上几种氨基酸的回收率一般在90~107%，平均在100 \pm 2%范围之内。

结果与讨论

(一) 浮游甲壳类的蛋白质含量与必需氨基酸组成

浮游甲壳类作为食品，味极鲜美，营养价值也很高，这主要和它们含有较高的蛋白质和完整的氨基酸组分有关。由于浮游甲壳类个体均极细小，甲壳及其他不易消化的成份占比例不算太大，蛋白质的消化率也就相对地提高了。

蛋白质含量高是评定食品的营养价值的重要指标之一。海产浮游动物捕捞季节性很强，为了长期保存，加工处理成为十分重要的措施。一般加工方法是直接把鲜品晒干或加入少量食盐，蒸熟，然后烘干贮存。为了了解浮游动物的蛋白含量，和加工后营养价值的变化，我们分别测定几种海产浮游甲壳类鲜品及干制品蛋白质的含量，结果如表2。

表2 几种海洋浮游甲壳动物蛋白质含量

采集日期	1962.12		1963.1		1964.6	
采集地点	泉州溜石		晋江东埔		龙海白水营	
种类	橈足类		毛虾(白虾)		糠虾	
	鲜	干	鲜	干	鲜	干
占干物质的%	53.8	51.4	51.3	47.0	56.6	53.8

以上结果证明，海洋浮游甲壳类的蛋白质含量相当高，可以列为高蛋白的食品之一。表2数字证明，加工以后的干制品，蛋白质含量的损失并不大。因此，可以认为晒干或烘干的加工方法，既简便又少损失，可以普遍采用。

新鲜或干制浮游甲壳类，味均极为鲜美，我们认为这和它们含有较大量的自由氨基酸有关系。我们测定了鲜糠虾的酸溶氨基酸，它占鲜重达到0.24%，含量是相当高的。我们推测在干制时这部分氨基酸可能受到了一些损失。

食物的营养价值主要取决于蛋白质的含量及其消化率，也取决于蛋白质中必需氨基酸的种类及数量^[4]。这类氨基酸既是人体或动物不能自己合成，或合成量不足以自给而必须从食料中取得，因此它们成为食品营养性高低的决定因素是理所当然的。为了了解海产浮游甲壳类的必需氨基酸组成，我们做了一系列的分析，结果列于表3。

表3 几种海洋浮游甲壳动物蛋白质中必需氨基酸的含量 单位：毫克氨基酸/克干重

动物	氨基酸		苯丙氨酸	色氨酸	苏氨酸	缬氨酸	亮氨酸* + 异亮氨酸	缬氨酸* + 蛋氨酸	总计
	亮氨酸*	缬氨酸*							
毛虾(白虾)	71.2	13.2	40.0	20.6	74.2	38.0	260.2		
毛虾(金钩虾)	64.2	12.5	57.2	20.0	64.2	44.4	262.5		
糠虾	59.1	18.0	34.1	10.0	59.1	33.3	213.6		
糠虾	56.0	8.3	24.0	13.7	69.7	57.5	229.2		
橈足类	60.3	16.1	70.0	30.0	100.0	62.5	338.9		

* 在层析谱上色谱重叠故为混合测定值。

在几种浮游甲壳类中，蛋白质必需氨基酸的总含量以橈足类为最高，这就证明了橈足类有很高的营养价值。

在必需氨基酸中，色氨酸因为在各类蛋白食料中含量都較低，它成了营养上的决定性因素。在上表分析数据中，色氨酸含量相对地显得很突出。我們对这种氨基酸在必需氨基酸中占有的比例作了对比計算，据 Block^[8]报导的分析数据，色氨酸在必需氨基酸中所占的百分数，全蛋、酪蛋白为 3.0%，牛肉、魚肉为 3.1%，奶为 3.4%，按我們分析，浮游甲壳类的比例是毛虾、橈足类 5.0%，糠虾 4.6%，磷虾 8.0%，可見海洋浮游甲壳类在蛋白食品中营养价值应列于优等地位。

福建沿海一带普遍把浮游甲壳动物利用为日常食品，是相当合理的。为了闡明这一点，我們对于另外一組的鮮品及干制品的糠虾分別进行蛋白质中必需氨基酸含量的分析，結果列于表 4。

表 4 糠虾（鮮、干）必需氨基酸含量 单位：毫克氨基酸/克干重

动物	加工	采集时间	采集地点	苯丙氨酸	色氨酸	苏氨酸	賴氨酸	亮氨酸 + 异亮氨酸	纈氨酸 + 蛋氨酸	总 計
糠虾	鮮品	1964.6	龙海白水营	51.9	16.3	25.4	19.8	59.3	47.4	220.1
糠虾	干制品	1964.6	龙海白水营	49.0	12.3	23.7	12.7	59.8	47.0	204.5

以上結果表明了經過加工处理的浮游甲壳类其必需氨基酸的总量損失不多，这就进一步地証明了加工以后的干制品，基本上保持其原有的营养价值。

(二) 非蛋白质营养成分

海洋浮游甲壳动物主要的营养成份是蛋白质，它的含量高，质地好，除此而外，这些动物还含有丰富磷素成份，有些还含有較大量的脂肪，这都是相当重要的营养成份。以上几种海洋浮游甲壳动物的基本化学成分列于表 5。

表 5 几种海洋浮游甲壳动物的基本化学成分

种 类	采 集 日 期	采 集 地 点	水 分 %	占 干 物 质 的 百 分 数* %						
				蛋 白 质	脂 肪	碳 水 化 合 物		灰 分	鈣	磷
						糖	元 其 他			
毛虾(白虾)	1963.1	晋江东埔	81.7	51.3	5.0	0.2	15.0	23.6	1.9	1.0
毛虾(金鈎虾)	1962.6	晋江东埔	10.0**	52.6	4.7	0.2	16.1	23.7	1.8	0.9
磷虾	1963.3	晋江东埔	86.8	60.1	6.7	0.2	19.7	11.2	1.7	0.4
糠虾	1963.3	龙海白水营	88.4	50.1	7.5	0.6	23.0	14.0	4.3	0.5
橈足类	1963.1	泉州溜石	88.3	65.6	9.2	0.3	15.0	9.5	0.3	0.2

* 前在“福建省水产学会首届学术年会論文摘要”上刊登过本文摘要，个别数字經多次重复测定作了更正。

** 为干样品的含水量。

水产动物含水量一般比較高，而浮游动物的含水量往往更高（約在 80% 左右）^[1, 4, 6]。我們分析的結果（見表 5），新鮮材料中的含水量为 81.7~88.4%，这显然是与浮游动物的生态机能一致的^[2]。毛虾干样品的含水量为 10%，这个数值与新鮮样品的加工处理及干燥程度有关。

浮游动物的脂肪含量变化范围較大，我們分析的結果（表 5）在于物质中脂肪的含量为 4.7~9.2%，所得結果与一般甲壳类比較起来，可以看出浮游甲壳类的脂肪含量比較高，这是浮游生物适应浮游生活，以減輕体重，增加浮力的一种生态适应的表現^[2]。

通常浮游性的甲壳类，如橈足类、枝角类等，它們所含的灰分較典型的底棲甲壳类如十足类少得多，而且鈣的含量也大为减少，甲壳厚度小，硬度差，这也是它們适应浮游生活的一种表現。

海洋浮游甲壳动物的糖元含量不高，本分析結果在 0.2~0.6% 之間。間接計算求出的碳水化合物的总

含量却不少, 其他作者也得到同样的结果^[1, 5]。

以上各基本化学成分特别容易随着许多因素, 如年龄不同或同一种类的不同时期而变化^[5]。同种生物在不同地点、水层、季节内, 其各种成分也都有所变化。我们对于这一方面尚未进行研究, 有待今后再行补充。

提 要

1. 本文分析的几种海洋浮游甲壳动物都含有占干物质50%以上的蛋白质, 氨基酸的组分也相当完整。其中必需氨基酸的含量相当丰富, 特别是色氨酸。如桡足类的色氨酸含量比牛肉多了三分之二。

2. 经过加工处理的甲壳动物干制品, 无论是蛋白质或必需氨基酸的含量损失不大, 基本上保持其原有的营养价值。

3. 一般浮游甲壳类比底栖型的甲壳类, 所含的脂肪多而灰分的含量正相反, 这是营浮游生活的一种适应现象。

实验结果表明, 以上几种海洋浮游甲壳动物, 无论作为人类的食品或其他海洋经济动物的饲料, 都具有很高的营养价值, 在渔业上具有重大的意义。

参 考 文 献

- [1] 王祖熊, 1950. 虾酱的化学成分. 中国水生生物学报 1 (4): 113—122.
- [2] 郑 重, 1964. 浮游生物学概论. 科学出版社.
- [3] 潘家秀等, 1962. 蛋白质化学研究技术. 科学出版社.
- [4] 大岛幸吉, 1949. 水产动物化学 (上下册), 科学出版社.
- [5] Виноградова, З.А., 1960. К изучению биохимического состава антарктических черноглазок *Eurytemora setacea* Dana. Докл. АН СССР, 113(3): 680—682.
- [6] Виноградова, З.А., 1957. Биохимический состав планктона Черного моря. Докл. АН СССР, 116(4): 688—690.
- [7] Виноградова, З.А., 1964. Некоторые биохимические аспекты сравнительного изучения планктона Черного, Азовского и Каспийского морей. Океанология, 4(2): 232—242.
- [8] Advanced in protein chemistry Vol. 11. 1953. 119.
- [9] Clarke, G.L., 1939. Plankton as a food source for man. Science, 89: 602—603.
- [10] Clarke, G.L. & Bishop, W. D., 1948. The nutritional value of marine Zooplankton with a consideration of its use as an emergency food. Ecology, 29: 54—71.
- [11] Consden, R., Gordon, A.H. & Martin, A.J.P., 1944. Qualitative analysis of proteins: A partition chromatographic method using paper. Biochem. J., 38: 224.
- [12] Cowey, C.B. & Corner, E.D.S., 1963. On the nutrition and metabolism of Zooplankton. 11. The relationship between the marine Copepod *Calanus helgolandicus* and particulate material in Plymouth sea water, in terms of Amino acid composition. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 43(2): 495—511.
- [13] Cowey, C.B. & Corner, E.D.S., 1963. Amino acid and some other nitrogenous compounds in *Calanus finmarchicus*. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 43 (2): 485—493.
- [14] Fisher, L.R. & Kon, S.K., 1955. Vitamin A and carotenoids in certain Invertebrates. IV Euphausiacea. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 38: 81—100.
- [15] Fowler, L., 1951. The quantitative recovery and colorimetric estimations of amino acids separated by paper chromatography. Biochem. J., 48: 327.
- [16] Graham, C.E., Smith, E.P., Hier, S.W., & Klein, D., 1947. An improved method for the determination of tryptophan with p-dimethylamino benzaldehyde. J. Biol. Chem., 168: 711.
- [17] Hardy, A.C., 1941. Plankton as a source of food. Nature, 147, 695.
- [18] Juday, C., 1943. The utilization of aquatic food sources. Science, 97: 456.

-
- [19] Vinogradov, A.P., 1953. The elementary chemical composition of marine organisms. XVI Elementary composition of Arthropoda. 375—417, Yale University.
- [20] Yemm, E. W. & Cocking, E. C., 1955. The determination of amino acids with ninhydrin. *The Analyst*, 80: 209.

THE CHEMICAL COMPOSITION OF SOME MARINE ZOOPLANKTONIC
CRUSTACEA OFF AMOY AND ITS VICINITY

CHEN SU-LI, WANG MING-ZYN, & WANG YU-TAI

(Hwa Tung Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The chief chemical composition of some marine zooplanktonic crustaceans, *Acetes chinensis*, *Euphausia* sp, *Acanthomysis longirostris* and Copepods-mainly *Schmackeria poplesia*, off Amoy water and its vicinity has been analysed, with special emphasis laid on the protein and the essential amino-acids contents. The results reported in this paper show that the protein content of these animals is quite rich, amounting to 50% or over in the dry matter base and the essential amino acids of the protein are fairly complete. Among the animal species analyzed, the copepod is especially prominent in these respects and contains essential amino acids in higher proportion than the other species. When prepared dry, both the contents of protein and the proportion of essential amino acids are without much lost.

The content of the lipid in the zooplankton is higher than that in the benthos, but the reverse is true of the ash.

The results show that the marine zooplanktonic crustaceans have a relatively high nutritive value as the food for human consumption as well as for the marine economic animals, and, therefore are of great importance to the fisheries.