

中国对虾体内几种重要无机元素的含量^{*}

李荷芳 刘发义

(中国科学院海洋研究所)

提要 用原子吸收分光光度技术和比色法测定了不同体长的对虾, 包括亲虾及其不同组织中的K、Na、Ca、Mg、Mn、Cu、Zn、Fe和P的含量。除Mn以外, 上述元素在对虾整体的含量随着体长的增加呈规律性的变化。值得注意的是, 微量元素Cu在对虾中的含量相当高, 特别是在内脏中的含量非常高, 因此在研制人工配合饵料时应注意是否会出现缺铜的问题。

中国对虾 (*Panaeus orientalis*) 是一种味道鲜美的海产食品, 深受人们的欢迎。近年来, 我国的对虾人工养殖事业发展得非常迅速, 由于天然饵料的不足, 对人工配合饵料的需求越来越迫切。为了研制出适合对虾不同生长阶段营养需求的、配方科学的人工配合饵料, 首先必须弄清不同生长阶段的对虾对各主要营养要素的需要量。

蛋白质、糖、脂肪、维生素和无机盐是对虾生长发育需要的五大营养要素。目前, 国内有些单位就对虾的营养生理做了一些研究工作, 但还只是开始。关于对无机盐的需求的研究则更少。而要真正弄清对虾对无机盐 (包括微量元素) 的需要量, 作为第一步, 有必要了解它们在对虾体内的含量。李爱杰¹⁾等曾报道对虾肉中几种元素的含量。李荷芳也曾就对虾体内的一些主要元素作了半定量的估计²⁾, 并报道了对虾不同组织中Cu的含量²⁾。上述测定所用的生物样品仅只是某一个生长阶段的对虾, 有的用的是人工养殖的虾。本文报道的是从自然海域中采集来的、几个不同生长阶段对虾体内的元素含量。因为自然海域中的虾比人工养殖虾生长得好, 由其获得的数据对对虾的

营养研究更有参考价值。

一、材料和方法

体长<3cm、3—5cm、5—7cm和10cm左右的对虾, 分别于1985年7月下旬和9月上旬采自山东省胶南县红石崖附近的胶洲湾海域。对虾捕到后, 用冰瓶带回实验室, 按体长分类, 用自来水冲洗干净、滤纸吸干表面水分, 部分虾整体称重, 另一部分经解剖后, 取其肉称重。称重后的整体虾和虾肉置于烘箱中, 于105℃烘干至恒重, 测其水分, 然后研碎, 取0.200g置于消化瓶中, 用浓HNO₃和浓H₂SO₄进行湿法消化, 直至得到无色透明液体, 定容后进行测定。

体长16.5—19.5cm的亲虾, 是1985年3月采自青岛胶洲湾中, 其中部分被解剖, 取其肉、壳和内脏 (包括胃、肠和肝胰脏), 另一部分以整体虾进行测定。样品的预处理同上。

上述所有样品, 除了肌肉外, 其它都进行

1) 李爱杰、徐家敏、楼伟凤, 1983。水产研究集刊。

2) 李荷芳, 1985。海洋湖沼生态学与甲壳动物学学术讨论会论文摘要汇编, 第162—163页。

^{*} 本研究所用的对虾材料, 由郝斌和李世效同志提供; 在元素分析过程中, 得到了王琦同志的大力帮助, 特此致谢。

表 1 不同体长整虾对虾中的元素含量 (以干重计)
Table 1 Mineral concentrations in whole body of the prawn (dry basis)

虾体长度 (cm)	样品数	K (mg/g)	Na (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	P (mg/g)	Mn (μg/g)	Cu (μg/g)	Zn (μg/g)	Fe (μg/g)	Ca:P	Cu:Zn	水分 (%)
<3	35	11.67 ±0.00	11.98 ±1.48	4.29 ±0.73	1.01 ±0.12	16.22 ±0.04	26.88 ±1.34	66.88 ±2.65	64.81 ±11.75	212.70 ±6.46	1:3.78	1:1.09	79.30
3—5	30	11.57 ±0.13	9.30 ±0.00	3.48 ±0.14	0.95 ±0.06	13.88 ±0.53	21.88 ±0.00	61.56 ±0.44	51.25 ±0.00	203.57 ±32.28	1:3.99	1:0.86	79.10
5—7	20	11.30 ±0.00	9.88 ±0.16	3.74 ±0.22	0.76 ±0.01	10.94 ±0.08	25.00 ±1.77	59.68 ±1.32	53.94 ±12.10	153.35 ±64.56	1:2.93	1:0.93	77.70
~10	5	14.63 ±0.00	9.88 ±0.00	4.15 ±0.02	0.64 ±0.01	14.41 ±0.22	9.38 ±1.37	77.82 ±2.21	60.12 ±3.36	107.70 ±0.00	1:3.47	1:0.80	78.88

表 2 不同体长对虾肌肉中的元素含量 (以干重计)
Table 2 Mineral concentrations in muscle of the prawn (dry basis)

虾体长度 (cm)	样品数	K (mg/g)	Na (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	P (mg/g)	Mn (μg/g)	Cu (μg/g)	Zn (μg/g)	Fe (μg/g)	Ca:P	Cu:Zn	水分 (%)
3—5	20	9.07	9.94	1.62	0.59	10.19	5.38	25.00	83.88	51.12	1:6.29	1:3.36	82.40
5—7	10	10.56	9.36	1.11	0.37	7.69	2.63	15.00	78.50	17.00	1:6.93	1:5.23	78.40
~10	5	18.15	7.82	0.46	0.32	12.69	1.25	29.50	91.38	8.38	1:27.58	1:3.10	69.30

表 3 亲虾整体和不同组织中的元素含量 (以干重计)
Table 3 Mineral concentrations in parent prawn tissues (dry basis)

组织部位	样品数	体长 (cm)	K (mg/g)	Na (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	P (mg/g)	Cu (μg/g)	Zn (μg/g)	Fe (μg/g)	Ca:P	Cu:Zn	水分 (%)
整 体	2	19.0—19.5	7.33 ±0.00	12.60 ±0.00	10.76 ±2.93	0.70 ±0.01	16.81 ±0.35	82.50 ±0.00	73.75 ±3.00	65.00 ±19.52	1:1.57	1:0.89	77.64
肌 肉	3	16.5—18.5	8.81 ±0.00	15.32 ±3.31	0.64 ±0.02	0.30 ±0.01	12.78 ±0.08	33.75 ±1.77	80.00 ±0.00	24.40 ±13.29	1:20.28	1:2.37	81.88
壳	3	16.5—18.5	0.95 ±0.21	6.89 ±0.00	17.64 ±0.64	5.86 ±0.26	30.25 ±1.60	32.50 ±0.00	120.60 ±0.85	225.65 ±18.60	1:1.73	1:3.71	64.02
内 脏	3	16.5—18.5	10.74 ±0.21	23.34 ±0.28	0.88 ±0.06	0.73 ±0.01	14.38 ±1.24	826.90 ±27.44	251.20 ±0.00	82.50 ±31.80	1:16.16	1:0.30	84.25

两份平行测定。

元素测定主要采用原子吸收分光光度法,其中K、Na、Ca、Mg、Fe和Zn的含量用WFY-2型原子吸收分光光度计(北京第二光学仪器厂生产)测定,Cu和Mn是用带石墨炉的PE-373型原子吸收分光光度计测定。测定Ca和Mg时,在样品和标准中分别加入1%镧盐,以消除化学干扰。P用磷钼酸铵比色法测定。

二、结果和讨论

(一) 不同体长对虾体内的无机元素含量

表1和表2分别列出了不同体长的整体对虾及其肌肉中的几种主要无机元素的含量。

K、Na、Ca、Mg和P是几种主要的常量元素,它们在生命活动中起着重要作用。从表1看出,在整体对虾中,总的来看,P和K的含量最高,其次是Na,然后依次是Ca和Mg。肌肉中也是P、K和Na的含量较高,Ca和Mg较低。李爱杰等曾测定了10—12cm长对虾肌肉中的Ca和P,其P的含量与我们的结果近似,但Ca的含量相差较大。他们测得雌雄对虾肉中,Ca的含量分别为1.36和1.35mg/g(干重、下同),我们的结果是0.46mg/g。这可能是因为测定的方法,以及对虾的来源不同引起的。他们用的是人工养殖的虾,以草酸盐滴定法测定的Ca。

Cu、Zn、Mn和Fe都是必需微量元素,它们是一些酶的组成成份,或者参与一些酶的反应。根据表1和表2的数据,整体对虾中的这4种微量元素,以Fe的含量最高,Cu次之,然后是Zn和Mn。肌肉中则以Zn的含量最高。李爱杰等用极谱法测定10—12cm雌对虾肉中的Cu为2.12μg/g,雄对虾肉中则未检出Cu,雌雄对虾中的Zn分别为73.18和12.08μg/g;用比色测定其中的Mn分别为24.06和17.97,Fe分别为42.01和13.37μg/g。我们测得的Cu和Zn的含量比上述数值高,Mn和Fe的含量则低于上述值,其原因可能与上述Ca的讨论相同。值得注意的是,无论是海水中,还是饵料

中,Zn的含量都比Cu大得多;可是,根据我们的测定结果,整体对虾Cu的含量却高于Zn,这说明Cu在对虾生长发育中起着非常重要的作用。我们知道,在人体和其它动物体内,Cu与细胞色素氧化酶、超氧化物歧化酶、铜蓝蛋白等多种酶有关^[1]。在对虾体内,已经知道Cu是酪氨酸氧化酶^[2]、以及负责运载氧的血蓝蛋白的组成成份^[1]。Cu在对虾体内还有哪些作用,尚不十分清楚。上述现象提醒我们,在研制人工配合饵料时,必须注意是否会出现缺Cu,以及饵料中Cu的含量究竟多少为合适等问题。

另外,就整体对虾来看,上述9种元素的含量随着体长的增加呈规律性的变化。在5—7cm以前,随着体长的增加呈下降的趋势,即小于3cm的虾中,这9种元素的含量几乎都明显地高于3—5和5—7cm的虾,只有K的这种变化不十分明显。随着体长进一步增加,即从5—7cm增加到10cm左右,除了Mn的含量变化没什么规律外,Mg和Fe的含量继续下降,其它几种元素则又趋于增加。产生这些变化的原因尚不清楚。根据这些资料是否可以说明,对虾生长发育的早期,即<3cm的阶段,对上述9种元素的需要量要高些,在3—7cm阶段,需求有所下降,而到后期,即10cm左右或大于10cm阶段,又应供给较多的Na、Ca、P、Zn和Cu等元素?这些问题,只能有待于通过对虾的营养研究来回答,但本文报道的这些数据,可以为这类研究提供参考。

对于肌肉,3cm以下的虾,由于个体太小,未专门测定其肉中的元素含量,仅分析了3—5、5—7和10cm左右3个生长阶段的虾肉。与整体对虾相比,这些虾肉中的Ca、Mg、Mn和Cu的含量都明显地低于整体对虾,Zn的含量则高于后者。P的含量虽比整体对虾低,但不是太多,因此肌肉中的Ca:P值远小于整体对虾,且随着体长的增加而加大,Cu:Zn值也远比后者小。

(二) 亲虾及其不同组织中的元素含量

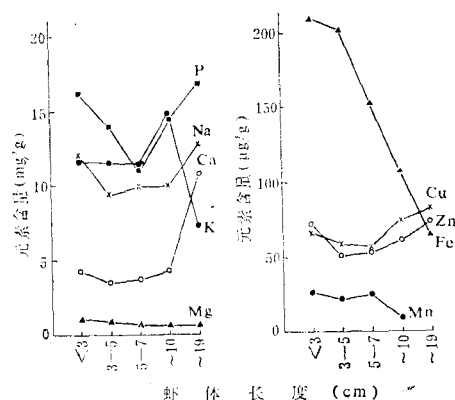
表3列出了自然海域中的亲虾整体及其不

同组织中几种重要无机元素的含量。

从表 3 可以看出, K和Na在肌肉和内脏中的含量较高, 二者都高于整体虾中的数值, 而在壳中的含量较低, 特别是K, 在壳中的含量特别低。与K和Na不同, Ca、Mg和Fe以壳中的含量较高, 肉和内脏则低得多。P在壳中的含量也比较高, 但与其它组织的差别不象Ca、Mg和Fe那样悬殊, 分布相对比较均匀。Cu在壳中的含量异常的高, 达827ppm, 壳和肌肉中Cu的含量相对地要低得多。内脏中Zn的含量也很高, 但比Cu低得多, Zn在肌肉和壳中的含量也不低。

上述元素在亲虾不同组织中分布的差异, 可能与对虾对它们吸收的途径不同有关。Deshimaru et al.^[3]用⁴⁵Ca进行示踪试验发现, 对虾能从海水中直接吸收相当量的Ca。虾壳中Ca的含量特别高, 一方面说明Ca是虾壳的主要组成成份之一, 另一方面, 这也许与对虾从海水中直接吸收Ca有关。虾壳中Mg和Fe的含量也很高, P和Zn的含量也不低, 说明虾或许也能从海水中直接吸收这些元素。但这只是一种分析, 还缺乏直接的证据。与上述元素不同, Cu和Zn以内脏的含量最高, 其它组织中较低, 说明这两种元素可能主要是通过消化系统被吸收的。

另外, 比较表 1—3 的数据和元素含量变化图可以看出, 亲虾体内的元素含量, 与其它各生长阶段相比, 有比较明显的差异。就整体虾来看, 亲虾体内的Na、Ca、Cu和P比其它



不同生长阶段整体对虾的元素含量变化

Fig. Variation of mineral concentrations in the prawn of different life stages

各生长阶段的虾都高, 而K、Fe和Mg比较低, Zn的含量差异不大。虽然亲虾的捕捞地点, 时间与其它虾不同, 而且亲虾越过了一个冬天, 并经过了长距离的迴游, 但其体内大多数元素的含量却似乎遵循上面谈到的变化规律, 即虾长到5—7cm以后, Mg和Fe的含量继续下降, Na、Ca、P、Cu和Zn的含量又趋于增加; 唯有K的变化有些异常。

主要参考文献

- [1] 孔祥瑞, 1982. 必需微量元素的营养、生理及临床意义. 安徽科学技术出版社, 158页。
- [2] 藤永原著 (刘贻华译), 1982. 虾类饲养与繁殖. 五洲出版社, 台北, 228—230页。
- [3] Deshimaru, O. et al., 1978. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 45: 591—594.

DETERMINATION OF IMPORTANT INORGANIC ELEMENTS IN PRAWN, *PANAEUS ORIENTALIS*

Li Hefang and Liu Fayi

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

Contents of K, Na, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn and Fe in the whole bodies and the muscles of different length prawn, *Panaeus orientalis*, were determined with atomic absorption spectrophotometers, and P was done with colorimetric analysis. The contents of the elements in the viscera of parent prawn was also determined. In general, the contents of P and K in the whole bodies are the highest, and among the trace elements, Cu, Zn, Fe and Mn, the content of Fe is the highest, and Cu the next. It is, however, noticed that the content of Cu is very high, even though that in seawater and diets is very low. The contents of all 9 elements in both whole bodies and muscles varied in different body size of the prawn.