

卤虫增养殖及其开发利用

AQUICULTURE AND DEVELOPMENT OF *Artemia sinica*

李勃生 单宝田

(中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071)
(青岛海洋大学 266003)

卤虫增养殖业是近几十年来在世界范围内发展起来的新兴行业。我国从 80 年代中期开始进行卤虫增养殖至今已有了很大发展。我国卤虫资源丰富,加之优良品种的增养殖以及卤虫成品系列产品的开发和利用,目前已取得了很好的社会效益和经济效益。本文就卤虫增养殖及其开发利用作一评述。

1 卤虫的饵料和食品价值

卤虫作为蛋白源在西方国家受到高度重视,已形成一项新的产业——蛋白源产业。如美国、加拿大、比利时等国近几年投入大量资金已初见成效,他们已开发出 pel 系列饵料、鱼虾用卤虫强化系列饲料(如国际 NV 公司系列产品)以及多个系列的卤虫保健食品。我国对卤虫经过几十年的研究,在开发利用方面已取得了很大进展,目前对于成虫的开发主要有两个方向,即作为活鲜饵料直接用于鱼、虾养殖业和通过粗加工成干品作为其他养殖业动物蛋白。

卤虫如此受到重视其原因可归结为以下几点:(1) 卤虫营养成分全面,其成分比例也适合于鱼、虾发育生长的要求。(2) 卤虫的无节幼虫体长不足 0.5 mm,其大小正

适合于鱼、虾幼苗阶段的捕食要求。(3) 其无节幼虫的游泳速度很慢,极易被其他动物捕获。(4) 卤虫的体壁纤弱,头胸甲柔软,鱼、虾苗种喜食,极易消化。(5) 无节幼虫的生产过程可以全人工控制,可以根据用户需要达到定时、定量生产。(6) 生产无节幼虫所用的卤虫滞育卵,十分便于用户的保存、运输和各种处理。(7) 成虫生长速度快,饲料转化效率高。(8) 盐田、盐湖等高盐水域中卤虫自然资源丰富。

作为食物蛋白源来说,人类直接食用卤虫并不广泛,在中国东南沿海也只是有个别家庭用于饮食中的作汤调味,但在非洲某些部落区域确认为卤虫是一种高档食品^[6]。

2 卤虫的种群生产力特性及其养殖

在自然界与卤虫的生产力相关的因素主要有:温度、盐度、营养盐和初级生产力以及卤虫自身的生物学特性如种群动态和生活史特性。

2.1 营养盐和初级生产力

水域中的可利用营养盐的浓度,特别是 P 和 N 通常是限制初级生产力的主要生态因子。在淡水中通常 P 的限制作用比较明显(其重量比 $N:P > 8$)。在多数盐水中 N 对初级生产力的限制更明显。

Lenz^[6]在一篇卤虫生态学综述中指出,依据已报道的文献看,其地理位置位于内陆的水域一般营养元素含量都较高(如美国的大盐湖、加拿大的 Little Manitou 湖以及我国的山西盐池湖泊),而接近海岸线的盐水水域较低,其原因是后者的水源主要来自于营养盐较低的海水或近海地下水,而前者主要来自地表径流和地下渗流。这一差异对于解释内陆盐水水域初级生产力高于沿海的现象是合理可信的。

在盐水中,初级生产力包括两部分——浮游植物生产力和底栖光合生物生产力。后者在盐水水域生态系的初级生产力构成上具有重要的意义,特别是在浅型水域中估计可占总初级生产力的大部分。然而,有关盐水水域初级生产力的详细研究报道甚少,特别是底栖光合生物生产力目前为止未见有很详细的研究^[14]。

第一作者:李勃生,出生于 1951 年,工程师,从事海洋文献信息研究。电话:0532-5833580

收稿日期:2002-06-26;

修回日期:2002-07-30

2.2 温度、盐度和种群动态的可预测性

环境的生产性能可以体现在所确定的生物产品的最终数量上,但要从定量的角度去探讨环境的生产性能则从种群动态与环境因子以及生物间的交互作用的角度入手可获得实质性进展。在卤虫生境中,由于盐度限制,动、植物群落结构相对简单,群落多样性指数较低,所以环境因子对种群动态的影响就显示出其绝对主导地位。是否具有稳定的可供卤虫周年生存的环境以及可否预测这种生存环境的变化节律也就成为环境因子对种群动态影响研究的焦点。

大型温带湖泊,如美国的大盐湖和莫洛湖、我国内陆的山西盐池湖泊等,全年盐度变幅相对较小;季节特征主要表现在温度周期性的特点上,其对种群动态的影响已有详细报道^[2,3,15,16]。冬季低温卤虫以卵越冬,年周期开始于春季滞育卵的孵化,第一代于5~6月间成熟。对山西盐池湖泊的模拟计算表明1年有6.27个世代^[5]。在水相对较深(平均>2 m)的温带湖泊,与上述湖泊一样有相似的年温度变化周期,这些湖泊的卤虫种群变化特点也是可以预测的,如美国 Oregon 州的 Abert 湖和前苏联境内的一些内陆湖。

实际上许多的温带湖泊和池塘水很浅(平均<1 m)。在这些生境中,盐度的变化是剧烈的,盐度变动基本取代了温度的变化而成为种群季节变动的基本因子。Dana^[11,12]对美国的尼华达州的 Fallon 池塘的变化特点进行了讨论,发现在该水域中冬季种群消失,夏季池水干枯;卤虫只能在春、秋两个

季节接近5个月的生长期内完成2~3个世代;在接近夏季时,盐度增高,环境压力增大,卤虫只能维持生命,在水域完全干枯前几周,卤虫种群消失。与上述温带湖泊情形相反,热带和亚热带的盐水水域年温度变幅较小,卤虫的消失是由于雨季所造成的盐度极端稀释。

环境的相对可预测性可以推演出卤虫种群增长和生殖力的动态^[15]。在大型温带湖泊中如美国的莫洛湖、大盐湖和山西盐池湖和硝池湖等有可预测的周期,虽然季节性很强,但在每一年中变化强度和变化次序是相对一致的。当然,随着气候周期性变动和人类活动的影响,湖泊也存在着长周期性的不断变化。如在山西的盐池、硝池等盐水湖泊,存在着30年一个小周期、60年一个大周期的变化,在此周期内的一些年份,面积大小不等的十几个湖泊水域全部干枯。但除了水域消失之外,水域盐度的年间波动还是相对较小的。在热带和亚热带的永久性湖泊中,由于缺乏季节性,可能不具备良好的可预测性。在温带池塘中,其变化规律可能不好预测,因为栖境的体积越小,对短期内的天气的变化反应越迅速,即环境稳定性越差,如 Dana^[11,12]对 Fallon 池塘做出的结论一样。

3 卤虫养殖与资源增殖的实验研究与生产实践

3.1 高密度集约化养殖技术

在室内养殖实验设施研究上成果较为显著的是气-水提升环道。这种设施可用于批量生产卤虫,并且不受环境限制,在世界各地都可以建造使用。

有关卤虫摄食机制和食性研究的成果也为卤虫人工养殖中的饲料选择提供了依据。由于卤虫的非选择滤食特性,养殖中可选用的饵料品种和来源都十分广泛。除各种天然藻类和纤毛虫类原生动物外,来源广、数量大而又便宜的各种农副产品下脚料如:米糠、废面粉及豆制品废水,均为卤虫的良好饲料^[13,18],甚至养鱼污水也可以作为卤虫的饵料。这些研究不仅解决了卤虫养殖中的饲料问题,而且也为了提高自然水域卤虫生产力提供了一条途径。

当然这种室内高密度集约化养殖技术有一个难以克服的问题——养殖成本高。因为这种养殖方式的研究是以大批量、高密度及完全人工控制为目的。因而技术上的复杂性和投入成本的高昂,使得这种高价值饵料的生产和使用受到很大限制^[7,13],难以在世界范围内推广,特别是在水产养殖产量上占世界主要出口产量的发展中国家。

3.2 通过引种、移植和人工养殖,在新的生境培植更多的资源

关于通过向永久性盐水水体引种和移植卤虫来缓解卤虫资源供给不足的矛盾这一途径受到普遍重视,到目前为止,已在几个国家进行了实践,并取得了良好进展。

卤虫的移植工作取得了很大的进展。在巴西东北部 Macau 地区的商业性盐场(巴西最大的晒盐场),初级蒸发池的水来自于含有很高饵料生物量的富营养型红树林海水。这一盐场原先没有卤虫,1975年以后移植了一些卤虫,以后即很快形成了自然种群。这一工作不仅为巴西提供了一个新的开发价值较大的卤虫资源地,同时

也使得该盐场的产盐质量大有提高^[10,17]。

卤虫的引种和养殖已成为那些水产发展大量需要卤虫、但又不具备卤虫全年生长条件的国家和地区的一个主要卤虫来源。南亚缺乏土生卤虫^[17]，由于水产养殖业、特别是对虾等创汇型养殖业的发展使得卤虫成为一个重要的养殖对象。在泰国，卤虫的养殖已成为一种带有一定技术性的半密集型卤虫卵产业。在许多国家，如菲律宾、哥斯达黎加等国已在旱季引种成功并投入了生产（因为雨季盐田盐水淡化，不适宜于卤虫生存）。在以前，哥斯达黎加水产养殖所用的卤虫全靠进口，1979年9月到1980年4月在临近太平洋沿岸的一个晒盐场进行了小规模卤虫试验生产获得了成功。

4 品系与卤虫生殖力

由于不同品系的卤虫原始生境的多样性，各个品系间生活史特征的不同是不足为怪的^[8,9]。卤虫属于世代时间短、易于养殖而又实验条件容易控制的动物，可以从实验条件下采到具有可比性的各种数据，也容易在自然生境中进行直接观察。对于卤虫生殖力而言，这种差异最为直接地表现在性成熟年龄、生殖次数、生殖间隔时间以及每一次所产地子代个数等方面^[8,9]。当然，性成熟时的雌体体长对卤虫每次的产卵量也有相关关系。

卤虫一生中产卵的次数以及每次产卵的个数在各个品系间差异很大^[8,9]。Vu Do Quynh and Nguyen Ngoc Lam 1987年在越南一盐场对巴西的 Macau 品系、美国犹他州的大盐湖（GSL）品系以及中国品系

（中国粮油进出口公司天津分公司生产，长城牌）的实验结果也表明，中国卤虫成熟速度较慢，平均生殖率较低，仅为49个卵/雌体，而GSL品系为106个，Macau为109个。Amal^[4]1982年的比较工作证明，中国品系除了生殖力特别低以外，其它特征同大多数孤雌生殖品系一样；不过与其它品系比较，GSL品系和中国品系的卤虫更倾向于卵生。

有关生殖间隔时间和达到生殖年龄时的体长与每次怀卵量的问题研究较少，在自然界实地研究的更少，关于不同地理品系间这一方面差异的报道尤为少见。

在我国，内陆盐湖卤虫可分为两个品系，一是以山西解池的中华卤虫（*Ate mia sinica*）为代表的两性生殖品系；二是孤雌生殖品系。两性生殖产地多，但分布分散，资源量少；而孤雌生殖卤虫产地虽少，却分布集中，资源量相对较大。从卤虫资源的自然分布状况看，各盐湖的卤虫已适应了当地的自然环境，人类没有必要去干预。如进行卤虫人工增殖，应首选孤雌生殖品系。

5 发展我国的卤虫生产业

我国盐水水域资源丰富，沿海盐田面积约3600 km²，内陆盐湖水面面积大于1 km²的约有500多处。内陆盐湖卤虫资源约有43处^[1]。另外，我国沿海省份如山东、河北（包括天津）、江苏、辽宁以及福建和海南等地也有卤虫资源分布。山东产量约50 t，其他省份的总和也不低于150 t。因此粗略估算我国卤虫卵产量可达300 t以上，其资源可堪称世界第一。

在卤虫卵的开发方面，除数量外，卤虫卵的质量是关键。其中孵化率的高低最为关键。实验表明，卤虫卵的孵化率与卤虫种类和品系等并无明显的关系，主要由产地的环境因子、采收方法、保存条件及加工处理方法等决定。采收方法主要是掌握时机。每年的9月至翌年的3月为较好的采收季节。一是数量相对集中，易于收获；二是卤虫卵空壳少，孵化率高；三是气候干燥凉爽，便于加工贮存。从技术开发方面，内陆应与沿海相结合，沿海的技术力量较强，内陆在劳力和管理方面有优势，双方合作对卤虫资源开发十分有利。国内和国外的技术相结合，引进和借鉴国外的技术进行卤虫片和卤虫卵的深加工，以提高产品质量和拓宽卤虫资源的开发利用范围。在开发产品直接用于鱼、虾养殖业和其他养殖业的同时，应大力开发适用于人类的多种系列卤虫保健品，为人类健康提供更多的蛋白源。

我国卤虫品系资源丰富，盐水域资源丰富，为我国的卤虫增殖与资源开发提供了坚实基础，也提供了广阔开发前景。我国水产养殖业的蓬勃发展，特别是因近海天然资源枯竭而大量发展起来的海水养殖业，为卤虫的应用提供了广阔市场。因此，开展适合我国生态环境的高产品系的筛选，加强对卤虫卵和成虫加工工艺的研究，开发卤虫新型系列产品，对提高卤虫质量、发挥本国资源优势、加强市场竞争力、开辟新的创汇型养殖业具有重要意义。

参考文献

- 1 马志珍. 中国内陆盐湖卤虫资源开发利用的研究, 海洋水产研究,

SCIENCE SCOPE

科学视野

- 1996, **17**(1) :1 ~ 14
- 2 贾沁贤. 盐度对山西盐池卤虫群体的影响, 水产学报, 1995, **19**(2) : 172 ~ 176
- 3 贾沁贤等. 温度对山西卤虫种群的影响, 生态学报, 1995, **15**(3) : 312 ~ 318
- 4 Amal F. . Diferenciacion Y distribution de las poblaciones de *Ate mia* de Espan III oviparis mo Yovoviviparis mo, estudio cualitativo Y cuantitaliovo, *Invest .Pesq.*, 1982, 46 :3 ~ 13
- 5 Bengtson D. A. *et al.* . Use of arte mia as a food source for aquaculture . In : Browne R. A. *et al.* . *Ate mnia* Biology . Bation, Florida, USA: OPC Press .Inc ., 1991 . 255 ~ 285
- 6 Bossuyt E. *et al.* . Technological aspects of the batch culturing of *Ate mia* in high densities , *Brine Shrimp Ate mia* , 1980 , 3 : 133 ~ 152
- 7 Broowne R. A. *et al.* . Biogeography of the brine shrimp *Ate mia* ;distribution of parthenogenetic and sexual populations , *J .Biogeogr.*, 1982, 9 : 331 ~ 338
- 8 Browne R. A. *et al.* . Partitioning genetic and environmental components of reproduction and lifespan in *Ate mia* , *Ecology* , 1984, 65 : 949 ~ 960
- 9 Camara M. R. *et al.* . *Ate mia salina* L.(Anostraca) : uma opcao para aquicultura do nordeste do Brasil , *Rev. Bms . Zool. Sao . Paulo .*, 1983, **1**(3) :145 ~ 147
- 10 Dana G. L. . Comparative population ecology of the brine shrimp *Ate mia* thesis , California : San Francisco State University Press , 1981 . 125
- 11 Dana G. L. . *Ate mia* in temporary alkaline ponds near Fallon, Nevada with a comparison of its life history strategies in temporary and permanent habitats , *Vernal Pools and Ixermittent Stæans* , 1984, 5 :115 ~ 125
- 12 Dobbeleir J. *et al.* . New aspects of the use of inert diets for high density culturing of brine shrimp , *Brine Shrimp Ate mia* , 1980, 165 ~ 174
- 13 Javor B. J. . Planktonic standing crop and nutrients in a stern ecosystem , *Limnol . Oceanogr.*, 1983, 28 : 153 ~ 159
- 14 Lenz R. H. . Life-history analysis of an *Ate mia* population in a changing environment , *J .Plankton Res .*, 1984, 6 : 967 ~ 983
- 15 Lenz R. H. . Ecological studies on arte mia : a review , *Ate mia Research and Its Applications* , 1987, 3 :1 ~ 8
- 16 Persoone G. *et al.* . General aspects of the ecology and biogeography of *Ate mia* , *Brine Shrimp Ate min* , 1980, 3 : 3 ~ 24
- 17 Sorgeloos P. *et al.* . The culture of *Ate mia* on ricebran : the conversion of a waste product into highly nutritive animal protein , *Aquaculture* , 1980 , 21 : 393 ~ 396

(本文编辑 :张培新)