

锯缘青蟹养殖生物学的研究*

STUDY ON CULTURE BIOLOGY OF *Scylla serrata* Forskal

李少菁 王桂忠 曾朝曙 上官步敏

(厦门大学海洋系 361005)

锯缘青蟹[*Scylla serrata* (Forsk.)]是我国主要养殖蟹类之一,近 10a 来,我国南方沿海各省的青蟹养殖业有较大的发展,但因苗种的生产未获关键性突破,从而阻碍了养殖业的进一步发展。另一方面,青蟹的养殖生物学研究得不多,群众性的养殖得不到应有的科学指导,所以产量丰欠波动很大。几年来,我们开展了青蟹人工育苗、幼体实验生态以及养成等实验研究。

1 卵子发生、卵巢发育以及卵巢发育过程中神经内分泌调控的研究

这项研究不但与人工育苗有密切关系,而且还对青蟹的人工育红有一定的应用价值。结果表明,青蟹卵子发生和卵巢分期与其他十足目动物基本相同。

1.1 卵子发生^[1]

青蟹卵子的发生可分为 3 个时期:卵原细胞,卵黄发生前期的卵母细胞和卵黄发生期的卵母细胞。

在卵黄发生前期的卵母细胞胞质中,出现一至数个嗜酸性液泡,称之为“吞噬泡”。

在卵黄发生期,卵母细胞体积迅速增大,胞质内开始积累卵黄粒,并且迅速增多。此期可分为卵黄发生初期和卵黄发生后期。在卵黄发生初期,滤泡细胞包围成群卵母细胞形成卵巢小管,卵母细胞胞质中液泡消失;在卵黄发生后期,滤泡细胞在每个卵母细胞周围形成单层的滤泡层,胞质内卵黄粒大而密集。

1.2 卵巢发育^[1]

根据生殖细胞和滤泡细胞的发育,结合卵巢大小、颜色、形态的外部特征,将卵巢发育过程划分为 6 期:

1.2.1 在未发育期,卵巢为透明、无皱褶的中空细管,内有少量卵原细胞,此期是卵巢发育和卵子发生相对静止阶段。

1.2.2 在发育早期,卵巢皱褶明显,呈带状,由半透明转变为乳白色,此期初期卵原细胞增殖活跃,此期后期卵巢被分隔成许多卵巢小管,卵巢小管内含卵黄发生前期的卵母细胞和卵原细胞。此期为卵原细胞增殖的

主要时期以及卵母细胞分化和早期生长的时期。

1.2.3 在发育期,卵巢迅速增大(宽约 5~20mm),呈淡黄至橙黄色。滤泡细胞逐渐包围住每一个卵母细胞(次级滤泡形成);此期为卵母细胞迅速生长并进行活跃的卵黄形成活动的时期。

1.2.4 到近成熟期,卵巢呈桔红色,卵质内充满卵黄粒,卵核尚完整。

1.2.5 在成熟期,卵巢呈鲜亮桔红色。卵核皱缩,核膜、核仁模糊,呈即将破裂的迹象。至此,卵母细胞处在成熟和即将排放状态。

1.2.6 在排卵后期,滤泡萎缩,内含少量退化的大卵母细胞的早期卵母细胞,滤泡壁增厚。

1.3 卵巢发育的神经内分泌调控

锯缘青蟹神经分泌细胞有 3 种主要类型,即 A、B、C 型。同类细胞在分布、大小、细胞特征及其变化规律上还有差别,据此,每种类型的细胞可进一步分成若干亚型。在 C 型细胞中就有 C₁~C₅ 5 种亚型。但是在锯缘青蟹神经节及 X-器官的神经分泌细胞中,仅二群 C 型细胞(C₃和 C₄)随卵巢发育表现出有规律的变化。C₃细胞分泌活动随卵巢发育而降低,在卵巢发育期和近成熟期最低;相反,C₄细胞的分泌活动随卵巢发育而增强,在卵巢发育期和近成熟期最活跃。初步认为:C₃细胞分泌性腺抑制素,而 C₄细胞则与促性腺素的形成和释放有关。

值得提出的是:在卵巢未发育期和发育早期,眼柄 X-器官 C₃细胞均有很强的分泌活动(分泌性腺抑制素);而在整个卵黄合成期间(卵巢发育期至近成熟期),虽然这种分泌活动明显下降,但仍有一定的活动水平。许多研究者都认为:在卵黄合成期间,一定量的性腺抑制激素的存在是不可缺少的。因为此时个体的生长活动仍然相当迅速,而个体生长和卵巢发育都同样是耗能的生理过程,适当地抑制卵巢的发育可以使个体的生长得到充分的保证,为后面的卵巢成熟和卵子排放准备物

* 林淑君、李富花等同志参加部分工作。

质基础。因此我们认为:眼柄 X-器官中 C₃细胞的分泌物不单只是一种性腺抑制激素,而应该看成是一种生理调节因子。切除眼柄无疑会造成许多生理功能的紊乱,这就是用切除眼柄以促进性腺成熟而失败的原因。

此外,卵巢的滤泡组织中含有一种分泌细胞。这种细胞的特征不同于滤泡细胞,其胞质略多而核略小于滤泡细胞。这种细胞的分泌活动与卵巢发育呈平行关系,分泌活动在卵原细胞大量增殖时显著增强,而在卵母细胞迅速生长和卵黄合成旺盛期,分泌活动最活跃。这表明,这种细胞所分泌的物质有促使卵原细胞增殖和卵母细胞生长的作用。超微结构特征表明:它所分泌的物质是非肽类激素。

2 幼体消化系统的解剖学和组织学的观测研究

不同发育期的幼体所需的饵料种类和摄食量不同,幼体消化系统的发育程度也有与之相适应的变化。

青蟹幼体消化道由前肠、中肠和后肠组成,前肠和中肠结构较复杂,而后肠只是狭窄的连接中肠和肛门的管道。

前肠由食道和胃组成。胃分成贲门胃和幽门胃两部分。贲门胃中的胃磨是甲壳动物前肠中的一个很重要的器官,是用来磨碎食物的。胃磨在蚤一和蚤二尚未发育,只是雏形。到蚤三和蚤四胃磨中出现了中齿和侧齿。到蚤五,胃磨中中侧齿明显并构成了研磨结构,刚毛也排列整齐,并有较小的附属齿出现,包括一对附属的中齿和一对附属的侧齿,到了大眼幼体,胃磨发育更加完善,中侧齿更尖锐,附属齿也更加锋利,第一期仔蟹胃磨的中齿特化为角质化的垫状磨面,且明显增大。侧齿和附属齿更加锋利。所以胃磨结构随着幼体发育而逐渐复杂和完善,它的研磨功能也逐渐完善。

幽门胃中的腺滤器(gland filter)也是消化系统中的一个很重要的器官。它是由幽门胃的腹壁在两边加厚而形成的两个壶腹囊。它的功能是筛选食物颗粒,适当小的食物颗粒才能通过腺滤器进入中肠中去消化,太大的颗粒不能通过腺滤器,则返回贲门胃再磨碎。腺滤器的结构也随幼体的发育,其复杂性逐渐增加,功能逐渐完善。

中肠由肠管和几个盲囊组成。除了可分为三叶的中肠腺(肝胰腺)外,还有三个盲囊,即一对前盲囊和单个的后盲囊。

肝胰腺是最主要的器官,担负着消化酶的合成和分泌以及随后对营养物质的吸收。而且也影响排泄、无机物质的贮藏及脂类和糖类的代谢。部分功能受神经内分

泌控制。肝腺细胞可以分为4种类型。即:吸收细胞(R-细胞),纤维细胞(F-细胞),胚细胞(E-细胞)和分泌细胞(B-细胞)。根据上皮细胞的分布情况,每一条肝胰腺管可以分为三段,即远端(由E-细胞组成);中段(由F-细胞和R-细胞组成)和近端(由B-细胞和R-细胞组成)。不同类型的细胞具有不同的功能。E-细胞进行有丝分裂形成R-细胞和F-细胞;R-细胞吸收和贮藏营养物质。偶尔在R-细胞可以看到钙质体,钙质体是甲壳动物肝胰腺中钙的一种贮藏形式,其贮藏量的多少与蜕壳周期有关;F-细胞合成消化酶并以酶原颗粒的形式出现;B-细胞具有胞内消化的作用,在早期的B-细胞中有脂滴存在,说明青蟹幼体的B-细胞中可能有贮藏脂类物质的能力。青蟹幼体肝胰腺的结构随着幼体发育,肝胰腺管的数目和长度逐渐增加和增长,功能也逐渐完善。

值得注意的是:有许多报道指出,甲壳动物肝胰腺中的某些细胞的变化可作为动物营养状况的生理指标。例如:Vogt等(1985)提出中肠腺可以作为斑节对虾(*Penaeus monodon*)饵料营养价的监测器官。并指出,对于不同的饵料R-细胞很敏感,B-细胞只显示出轻微的变化,而F-细胞和E-细胞相对保持不变。据此,他们认为R-细胞的超微结构的变化可以反映出食物营养价的高低。Al-Mohanna等(1987)观察到使用不同饵料的短沟对虾(*Penaeus semisulcatus*)其B-细胞大泡的内含物也不同,他们认为B-细胞大泡内尚未消化的食物残渣的多少可以反映动物对饵料的利用程度^[6]。青蟹幼体肝胰腺中某些细胞超微结构的变化是否反映幼体对饵料的利用程度,能否作为饵料合理选用的生理指标,值得进一步的研究。

青蟹幼体的中肠上皮细胞从蚤三开始发生分化,出现有液泡的细胞,在整个蚤状幼体期间蚤三和蚤五液泡的数量最多,说明这两期蚤状幼体中肠的代谢活动最活跃。在不同的饵料密度下,我们也发现蚤状幼体的最高日摄食量也分别出现在蚤三和蚤五,说明幼体中肠上皮的液泡增多,的确反映了幼体代谢吸收活动较强的特点。在大眼幼体和仔蟹,中肠上皮所含液泡的数量不但多,而且也比较大,说明它们的代谢和吸收的功能更完善。

3 个体发育过程中营养需求的研究

3.1 不同发育阶段肝胰腺中的同工酶^[3]和幼体消化道组织化学的比较研究

跟踪消化和代谢方面的酶活性及其同工酶谱的变化情况,获得比较合理的投饵方案。研究了青蟹不同发

育阶段肝胰腺中的四种酶的同工酶,结果表明:酯酶的电泳表现型很稳定,说明青蟹类脂代谢机制相对稳定;而与糖类代谢有关的醛氧化酶,乳酸脱氢酶和 α -淀粉酶则随着不同发育期其同工酶谱有明显的变化,说明青蟹糖类代谢因发育期而异。

幼体消化道组织化学观察结果表明:消化道中所含的糖原比较少,而且各发育期的含量不一样,只是在蚤三、蚤五和大眼幼体这三个发育期增加量比较明显。消化道中蛋白质和脂类含量的变化也是这个趋势。这说明这三个发育期对营养的需求很敏感。幼体实验生态研究也发现,这三个期是青蟹幼体发育变态的关键时期,如果营养不足,死亡率特别高,所以在育苗的时候这三个期的饵料供应必须要非常充足。

3.2 饵料对幼体存活、干重及元素组成的影响

元素分析获得的碳(C)、氢(H)、氮(N)值主要来自动物体内有机组分,元素比又代表了动物体内蛋白、脂肪营养组分的相对比例^[3],因此综合分析比较幼体干重,C,H,N值及元素比可以揭示幼体营养及生长的状况,还可评价饵料效果。

对喂食不同饵料的青蟹各期幼体干重及元素(C,H,N)组成进行逐日观测,结果表明:一直喂食轮虫的青蟹幼体与自蚤二或蚤三期起以卤虫无节幼体替代轮虫为饵的青蟹幼体比较,它们的干重及C,H,N的绝对含量在蚤二期相差不大。进入蚤三以后,一直以轮虫为饵的幼体其干重及C,H,N含量明显低于自蚤二或蚤三期起改喂卤虫的幼体,随幼体发育,二者的差距不断增大。至变态为大眼幼体时,一直以轮虫为饵的幼体其干重及C,H,N含量仅为自蚤二或蚤三期起改喂卤虫幼体的60~70%。说明仅以轮虫为饵不能满足青蟹后期幼体发育的需求。饵料影响青蟹幼体存活与发育的实验研究结果也表明:轮虫是青蟹早期蚤状幼体(蚤一和蚤二)的良好饵料,蚤三以后以卤虫无节幼体替代轮虫或两者混合投喂,都可获较高的存活率;单独投喂轮虫或过迟投喂卤虫,蚤状幼体存活率低,而且会多出一个发育期。因此,在育苗时应合理地使用轮虫和卤虫这两种饵料。

4 促进青蟹生长发育、提高成活率的研究

青蟹的生长发育总是与蜕壳休戚相关,如何缩短蜕壳间期,提高生长速度,是青蟹养殖中的一个关键。甲壳动物的蜕壳是受位于眼柄中的X-器官所分泌的蜕壳抑制激素和位于第二小颚基部的Y-器官所分泌的蜕壳激素(一类甾体化合物)调节的^[10]。将青蟹眼柄中的X-器官摘除可以缩短蜕壳间期,提高青蟹的生长速度,而且

摄食量明显增加^[2]。但是切除眼柄的幼蟹行动迟缓。刚切除眼柄后的第一次蜕壳很成功,但随后的蜕壳成功率逐渐降低,甚至难脱壳。所以此法应用前景不大。

人工合成的甾体激素是否与甲壳动物蜕壳激素一样对甲壳动物的蜕壳具有相同作用,对此作了一些探索。在人工合成激素当中,己烯雌酚易于被生物体所吸收。对脊椎动物,具有催肥和促生长功能。实验结果表明:己烯雌酚会影响幼蟹的生长^[2]。50g左右幼蟹切除眼柄之后,每间隔7d再注射一次低剂量的己烯雌酚(2×10^{-6}),对促进青蟹幼蟹蜕壳效果特别好。不但比对照组,而且也比切除眼柄的那一组提前蜕壳;同时日摄食量显著提高,为对照组的2.5倍,是切除眼柄不注射己烯雌酚那一组的2倍。每间隔3d给第四期仔蟹喂食低剂量的己烯雌酚($14 \times 10^{-6} \sim 18 \times 10^{-6}$)也有促进生长蜕壳的效果。由此可见,己烯雌酚对青蟹的蜕壳有促进作用。但如何在养殖业上应用尚待进一步研究。

次声和低频振动对青蟹蚤状幼体成活率也有影响,实验结果表明:次声(频率分别为10Hz和15Hz,声压均为126dB)对蚤状幼体的存活率呈负效应;低频振动(频率为3次/min,振幅5mm)对蚤状幼体的存活有良好的影响,特别是实验第11d以后,存活率一直高于对照组^[4]。

5 人工育苗技术的研究

在青蟹养殖生物学和幼体实验生态研究的基础上,还进行了青蟹人工育苗技术的研究。1986年人工育苗初获成功,在实验室里获得了批量仔蟹。现在在中小水体高密度培养的情况下,大眼幼体可达 10^4 只/ m^3 ,第一期仔蟹可达4000只/ m^3 。

5.1 亲蟹的暂养 选择健康的亲蟹很关键,同时暂养池的底质也很关键,不合适的底质会影响抱卵,严重的会导致产离体卵。老化的底质会使亲蟹腹部的卵块粘上许多细菌及原生生物,使卵糜烂,大大地降低卵的孵化率。每隔数天将抱卵亲蟹放在含有药物的溶液中浸泡一小段时间,可以克服上述毛病。

5.2 胚胎发育 影响胚胎发育的因素很多,暂养池的底质是一个很重要的因素。此外,用切除眼柄促进亲蟹排卵,如果切除眼柄时期掌握不对,即使亲蟹能抱卵,但孵化率很低(<5%)。温度也是重要因素,青蟹胚胎可发育的温度在15~35℃,较适宜的温度为20~30℃。我们将青蟹胚胎发育分为10期,同时观测记录了15~30℃各温度之间青蟹各期胚胎发育的时间。据此,根据定期检查抱卵蟹的胚胎发育程度及环境水温的情况,可以估算发育时间,预报孵化日期^[5]。这个工作对幼

体孵化前从饵料生物的培养、到育苗前的其它工作的充分准备、保证育苗顺利进行很有意义。

5.3 幼体适宜的温盐度 蚤状幼体适宜的温度为25~30℃。随幼体发育,其最适温度逐渐上升,大眼幼体对高温的适应能力较强。值得注意的是:如果后期蚤状幼体还继续培养在25℃的温度下面,蚤状幼体发育期增加的概率就会提高。蚤状幼体有较宽的耐盐范围,在23~35的盐度范围内均能存活。随幼体发育,其最适盐度有下降的趋势。

5.4 幼体的饵料 前已述及,在育苗过程中合理地使用轮虫和卤虫饵料可以获得较高的成活率,但如能将藻类、生物活饵和人工饵料(肉糜、蛋黄)合理搭配使用,也能获得较高的成活率。

5.5 繁殖季节 青蟹人工育苗成功与否还与其繁殖季节有着密切的关系,人工育苗应该在繁殖高峰期内进行,才能确保有较高的成活率。在厦门地区,青蟹一年的繁殖高峰有两个,一个是在5月中旬至6月中旬,另一个是在8月中旬至9月中旬。第一次繁殖高峰出现的

幼体成活率比较高。

参考文献

- [1] 上官步敏等,1991. 水产学报 15(2):96~103.
- [2] 王桂忠等,1989. 厦门大学学报自然科学版 28(2):199~202.
- [3] 王桂忠等,1991. 海洋学报 13(3):412~416.
- [4] 沈持衡等,1988. 海洋通报 7(3):100~101.
- [5] 曾朝曙等,1991. 福建水产 1:45~50.
- [6] Al-Mohanna, S. Y. & Nott, J. A., 1987. *Mar. Biol.* 95: 129-137.
- [7] Auilkumar, G. et al., 1985. *Biol. Bull.* 169:689-695.
- [8] Omori, M. et al., 1984. *John Wiley & Sons Inc., New York* 93-98.
- [9] Vogt, G. et al., 1985. *Aquaculture* 48:1-12.
- [10] Waterman, T. H., 1960. *Academic press, New York* 1:473-536.