

大鲵生物学研究的新进展

牟洪民¹, 李 媛², 姚俊杰¹, 马 珊¹

(1. 贵州大学 动物科学学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵阳市第十八中学, 贵州 贵阳 550001)

关键词: 两栖动物; 大鲵; 进展

中图分类号: S966.6

文献标识码: C

文章编号: 1003-1111(2011)08-0513-04

中国大鲵(*Andrias davidianus*), 俗称娃娃鱼, 属于脊索动物门、两栖纲、有尾目、隐鳃鲵科, 是目前地球上仅存 3 种隐鳃鲵科中体形最大、品质最优的一种, 已列入国家二级保护动物名录, 并列入 CITES 公约附录 I^[1] 中, 为我国特有的珍稀两栖动物。大鲵在我国分布广泛, 是由水生脊椎动物向陆生脊椎动物过渡的类群, 是研究动物进化的好材料。鉴于大鲵重要的科研、药用、营养价值, 经济效益及资源濒危, 近年来学者积极地开展了大鲵种群分布、增养殖、病害防治、生理生化等方面的研究, 促进了大鲵科学研究的发展。

1 中国大鲵的分布

中国大鲵是 1869 年由 David 在中国西部发现, 为我国特有物种, 在现存的两栖动物中体型最大, 全长可达 1~1.5 m, 最大质量可达 50 kg。中国大鲵除新疆、西藏、内蒙、吉林、台湾未见报道外, 其他省区均有分布, 自然分布主要集中在我国的四大区域: 湖南张家界、江永、岳阳和湘西自治州; 湖北房县、神农架; 陕西安康、汉中、商洛; 贵州遵义和四川宜宾、文兴等地, 尤其四川、湖北、湖南、贵州等大鲵野生种群数量非常丰富。但由于近年这些地方的资源遭到很大的破坏, 大鲵数量已经急剧减少^[2], 其原因主要有三方面: 一是自然生境的破坏, 环境的污染; 二是为了谋取暴利, 人为地捕杀; 三是大鲵自身繁殖力弱, 在受到破坏后, 恢复能力很差^[3]。因此, 在以后的研究工作中, 解决大鲵数量锐减的问题, 不但要从环境保护出发, 也要探索大鲵繁殖技术以增加大鲵的数量。

2 养殖

大鲵的养殖有 3 种方式, 即全人工模式、原生

态模式和仿生态模式^[4], 使用仿生态环境^[5-6] 驯养繁殖大鲵, 避免了天敌和各种自然灾害的危害、个体间相互捕食及伤残, 有利于种鲵性腺自然成熟、同步发育和自然产卵孵化。大鲵的活动节律^[7] 随水温的季节性变化而变化, 可分为 5 个阶段: 苏醒期(3—4 月)、盛食期(5—7 月)、繁殖期(8—9 月)、越冬准备期(10—12 月)和越冬期(1—2 月)。

大鲵对环境的要求较高, 喜阴喜洁, pH 为 6.5~7.2^[8-9], 8~25℃为大鲵适生水温, 16~22℃为最佳生长水温, 低于 8℃或高于 25℃, 大鲵食欲降低, 生长减慢, 低于 3℃或高于 28℃, 大鲵停食呈休眠状态, 时间久之大鲵致病或死亡。水温为 7.1~23.5℃时, 大鲵摄食频率与温度呈正相关, 回归方程: $y = -0.012x^2 + 0.6858x + 0.3355$ ($r^2 = 0.418$)^[10], 所以应根据每个阶段的特点采取相应的措施, 如在苏醒期及越冬准备期的投喂量应循序渐进, 而在温度较高的盛食期应提供充足、适口、营养合理的饵料。大鲵有脱鳃的特点, 幼鲵长至约 8 个月时, 外鳃逐步萎缩脱落, 呼吸方式由鳃呼吸向肺呼吸转变, 此时可适当降低池水深度, 尽量保持养殖水体的稳定性, 脱鳃后, 身体各项指标接近成鲵, 由于相互撕咬的天性, 体质量达到 200 g 后要逐步降低养殖密度, 按不同规格饲养, 减少因撕咬造成的伤害^[11]。人工养殖条件下, 2~5 龄时生长速度最快, 尤其是 2 龄期, 体质量年增长达 6.5~9.8 倍, 体长年增长约 2.2 倍, 此时营养全面的饵料较为重要^[12]。大鲵喜吃青蛙(*Anura*)、鲫鱼(*Carassius auratus*)等饵料, 同时喜吃蛋白质含量较高的配合饲料, 根据经济情况, 投喂鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*), 适当搭配一些龙虾(*Palinuridae*)或青蛙比较适宜, 投喂的饵料需用 2%~3% 食盐水消毒处理, 每次投喂量约为大鲵体质量的 2%~5%。

收稿日期: 2010-08-08; 修回日期: 2010-12-06.

基金项目: 贵州省科学技术基金项目(黔科合 J 字 2007-2066).

作者简介: 牟洪民(1986-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 水产动物繁殖与发育生物学; E-mail: mhm58234381@126.com. 通讯作者: 姚俊杰(1968-), 男, 教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向: 水产动物繁殖与发育生物学; E-mail: junjieyao@163.com.

3 繁殖生物学

雌雄大鲵的生长有所差异, 雄性生长速度略大于雌性^[13]。雌雄发育不同步, 最重要的外因是温度, 温度在性腺发育中有三个作用: 一是直接作用于性腺, 二是影响性腺对促性腺激素的敏感性, 三是影响脑垂体的促性腺激素分泌与合成。同一养殖室内采取调节水流的办法, 将雄鲵的培养水温提高 1℃, 而雌性大鲵降低 1℃, 可以促使雌雄同步发育^[14]。夏末秋初, 为繁殖盛期^[15], 营养丰富的饲料是亲本性腺发育的物质基础, 饲料中蛋白质含量为 42.0%~45.8%, 效果最佳^[16]。在亲鲵的繁殖季节, 雌鲵性腺成熟度好时, 生殖孔开阔, 呈红润色, 雄鲵生殖孔边缘出现非生殖季节不明显的白色、大小不一的肉状突起, 此时可及时催产^[17]。目前, 除了传统观察生殖孔的区别, 普勒 B 超鉴定法^[18]在雄鲵、雌鲵的腹部可分别检测到精巢组织、卵巢组织, 可以结合作为中国大鲵性别鉴定的可靠方法。雌鲵的产卵类型尚无定论^[19]。1.5~2.5 kg 的大鲵怀卵量为 400~600 枚, 高温(水温 26~27℃), 大鲵的卵子发育基本正常, 但卵带有过熟现象; 低温(16~19℃), 产出的卵带正常, 但空壳卵较多; 只有 21~23℃催产时, 大鲵卵子和卵带的发育相对同步。催产雌鲵, 采用地欧酮 10 mg+ 促排卵素 30 μg 的组合产量率最高^[20]。雌雄鲵繁殖不同步, 雄性大鲵的精液又比较稀少, 为了使精子能够充分利用, 常采用低温保存法, 其配方主要有二种: 渔用任氏精液和葡萄糖-柠檬酸钠保存液^[21]。

4 疾病研究

大鲵患细菌病、真菌病、寄生虫病以及其他疾病。主要的细菌性疾病包括赤皮病、腐皮病、腹胀病、肠炎病、打印病、烂尾病、白点病、出血病等; 真菌引起的疾病有水霉(*Saprolegniasis*)病; 寄生性疾病有吸虫病、线虫病等^[22]。细菌性疾病的病原主要有荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens*)、疖疮型点状产气单胞杆菌(*Aeromonas punctata* f. *furunculus*)、嗜水气单胞菌(*A. hydrophila*)等。汪开毓等^[23]从大鲵细菌性感染分离出的致病菌为嗜水气单胞菌。药敏试验表明, 嗜水气单胞菌对氟苯尼考、链霉素、环丙沙星、氟洁霉素和丁胺卡那霉素最敏感, 对新霉素次之, 而对四环素、强力霉素、青霉素、头孢菌素、磺胺异噁唑、氟哌酸不敏感。赵虎等^[24]分离及鉴定了恶臭假单胞菌(*P. putida*), 药敏试验结果表明对舒普深、诺氟沙星、呋喃妥因等敏感。一些专家还对大鲵的迟钝爱德华菌(*Ed-*

wardsiella tarda)感染、腹水病病原菌^[25-26]作了研究。姚俊杰等^[27]研究了大鲵的水霉病, 总结出其特征, 认为大鲵体表受伤是感染水霉病的原因, 所以在增殖过程中, 防治大鲵受伤, 是预防水霉病的主要方法。另外, 李川等^[28]研究提出用毒副作用小、低残留的中草药抑制水霉病, 结果显示 0.4 g/L 的大黄效果最好。在大鲵的非寄生性疾病^[29], 主要有水质引起的气泡病、弯体病、碱中毒及因温度引起的感冒等。

预防大鲵病害的关键是良好的养殖环境。平时勤换水、改良水质, 使水体里不含重金属盐类, 投饵要多样化, 活饵料在人工投喂前用 2%~3% 食盐消毒, 将活饵料切成块, 消毒后投喂, 定期对大鲵池消毒, 杀灭水中病原菌, 操作中防止大鲵机体受伤。

5 大鲵的营养价值

大鲵肌肉的水分含量为 81.78%, 蛋白质为 14.05%, 脂肪为 3.46%, 灰分含量 0.71%。大鲵肉除色氨酸在水解过程中被破坏外, 共检测出 17 种氨基酸, 根据 FAO 评分模式和鸡蛋蛋白的必需氨基酸含量作标准, 大鲵肉必需氨基酸组成比较平衡, 含量较高。大鲵含有 13 种脂肪酸, 其中饱和脂肪酸约 24.09%, 不饱和脂肪酸约 75.91%, 多不饱和脂肪酸达 29.22%, 不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸之比为 3.15, 高于牛肉、猪肉、对虾等, 是心血管病人理想的膳食来源^[30-31]。此外, 杨红生^[32]测定, 大鲵皮肤的蛋白质含量 22.17%, 高于我国主要养殖对象鲢鱼、鳙鱼(*Aristichthys nobilis*)、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、鲤鱼(*Cyprinus carpio*)、鲫鱼可食部分的蛋白质含量, 而皮肤粗脂肪要比鱼类可食部分低, 胃的蛋白质含量为 14.56%, 比主要养殖鱼类可食部分低, 脂肪也是如此。

6 大鲵生化的研究

蛋白质的酶解修饰、组织再生及修复等病理过程均与蛋白水解酶功能有关。蛋白质水解酶复性电泳法分析表明, 大鲵器官组织蛋白水解酶的活性与其相应器官的功能密切相关, 体内 7 种器官的蛋白水解酶活性 pH 范围为酸性至中性, 这解释了当养殖环境水体 pH 升高偏碱就会引起大鲵严重伤害甚至死亡的原因^[33]。

同工酶是生化表现性的遗传标志, 不但能揭示生物种群的进化和亲缘关系, 也有助于探讨个体发育过程中个体基因的表达与调控。彭亮跃等^[34]采用垂直板聚丙烯酰胺电泳法(PAGE)比较研究了大

鲵 6 种组织 3 种同工酶,指出 3 种同工酶及其亚基对这几种组织功能的影响。乳酸脱氢酶在中国大鲵 6 种组织中心脏、卵巢、肾脏表达出 LDH1(B4)和 LDH5(A4)2 条酶带,而肌肉、肝脏、胰脏只表达出 A4 1 条酶带;脂酶的 6 条酶带在大鲵不同组织中表达强度不同,以肝脏组织中最强,肾脏和性腺中次之,胰脏和心脏中较弱,肌肉中表达最弱。SOD 酶谱,可明显分为两个区段:区段 1 由两条酶带 SOD7 和 SOD8 组成,区段 2 由 1~5 条酶带组成,各酶带的数量和表达强度具有明显的组织特异性。

采用电化学发光技术,在大鲵体内未检测到垂体泌乳素、卵泡生成素和促黄体生成素,说明其脑垂体不具有分泌以上激素的功能。大鲵第二性征出现主要受性激素控制,睾酮、雌二醇和孕酮在形成过程中起主要作用,繁殖期间和非繁殖期间并无明显差异^[35],对此也有不同说法。张育辉^[36]研究了大鲵产卵前闭锁黄体的形成与血清中雌二醇浓度变化的关系,发现随着前者的逐渐形成,后者在血清中含量显著增高。关于大鲵产卵前后血液中雌二醇的变化还需进一步研究,如果大鲵体液中存在特定成分的规律性变化,则可通过测定该成分浓度,来确定性成熟状况,准确把握人工授精时间。

7 分子生物学研究

学者首次研究了大鲵 cDNA 的 adGH 和 adPRL。从脑垂体 cDNA 库克隆出来了编码生长激素(adGH)和催乳素(adPRL)的 cDNA。孤立 adGH 基因包括 864 基点和编码 215 个氨基酸的前肽,而催乳素 cDNA 长 1106 bp,编码 229 个氨基酸。生长激素和催乳素 mRNA 只在垂体中表达。系统发育分析建筑在孤立的垂体激素序列的基础上。它运用最高的简约和邻接算法得来。adGH 和 adPRL 的克隆丰富了对 GH/PRL 基因家族的认知,促进了两栖动物中比较内分泌学的研究。更重要的是,GH 和 PRL 的序列赋予研究相对温和进化群体的系统发育^[37]。此外,近年来一些学者运用 LAPCR 法,对大鲵的线粒体^[38]进行了研究,分离出来基因组,整个线粒体 mtDNA 序列的总长为 16 503 bp,其中蛋白编码基因 13 bp,核糖体 RNA 编码基因 2 bp,转录 RNA 基因 22 bp。

李培青等^[39]采用外周血培养和制备染色体标本方法,分析了雌雄中国大鲵的核型特征。结果表明:(1)中国大鲵染色体数目为 $2n=60$;(2)染色体由大染色体和微小染色体组成,属于两删性染色体;(3)大染色体中有 8 对中部着丝粒染色体和 2

对亚中部着丝粒染色体;(4)微小染色体有 20 对,大多是端部着丝粒染色体,在雌性中发现了 4 对双臂染色体,第 11、25 号是亚中部着丝粒染色体,第 23、24 号是中部着丝粒染色体。

参考文献:

- [1] 章克家,王小明.大鲵,你还好吗?[J].森林与人类,2001,21(3):43-45.
- [2] 章克家,王小明,吴巍,等.大鲵保护生物学及其研究进展[J].生物多样性,2002,10(3):262-297.
- [3] 李媛,姚俊杰.大鲵资源的保护[J].科技咨询导报,2007(30):110.
- [4] 梁刚.陕西省大鲵的繁育模式及初步评价[J].经济动物学报,2007,11(4):234-237.
- [5] 艾为明,敖鑫如.大鲵的生物学特性及人工模拟生态繁殖[J].水利渔业,2005,25(6):46-47.
- [6] 张红星,王开锋,方树森.人工模拟生态条件下大鲵亲鲵的培育[J].河南水产,2006,18(3):21.
- [7] 陈云祥,王伟军,白洪清,等.饲养条件下大鲵的活动节律初步研究[J].水产养殖,2006,27(6):40-41.
- [8] 王开锋,张红星,方树森.秦岭山区大鲵繁殖生态环境研究及人工模拟生态建设[J].河南水产,2007,19(1):37-38.
- [9] 王海文.大鲵人工繁养技术[J].水产养殖,2004,25(5):41-44.
- [10] 陈云祥,阳爱生,王伟军,等.温度对大鲵摄食的影响[J].水利渔业,2006,26(5):32-47.
- [11] 黄颖颖,陈春娜.野生中国大鲵的人工驯养[J].水产科技情报,2009,36(2):102-104.
- [12] 刘孝华.大鲵的生物学特性与人工养殖技术[J].江苏农业科学,2009,37(4):284-286.
- [13] 陈云祥,王伟军,江辉,等.雌雄大鲵生长速度的比较实验[J].水利渔业,2007,27(1):31-32.
- [14] 王海文,卓君华,欧东升.促使雌雄大鲵性同步发育技术[J].水产养殖,2009,30(1):8-10.
- [15] 肖汉兵,刘鏊毅,林锡芝,等.养殖条件下大鲵性腺周年变化的研究[J].淡水渔业,1995,25(3):9-11.
- [16] 金立成.大鲵规模化繁殖新技术[J].河北渔业,2004,32(3):33-34.
- [17] 陈云祥,阳爱生,江辉,等.大鲵性腺成熟度的外部感官鉴别[J].水利渔业,2006,26(6):52.
- [18] 李培青,朱必才,王宇,等.普勒 B 超鉴定中国大鲵性别[J].生物学杂志,2010,27(1):94-96.
- [19] 陈苏维,朱文东.大鲵的繁殖生物学及其今后研究方向[J].陕西农业科学,2008,54(5):89-91.
- [20] 乔志刚,李学军,李效宇,等.用生理的方法促使大鲵产卵的研究[J].生物学杂志,2002,19(6):27-28.
- [21] 高峰.大鲵精液的离体保存[J].内陆水产,2006(2):6.
- [22] 陈云祥,陈新民.大鲵病害研究综述[J].渔业现代化,2006,34(5):25-27.

[23] 汪开毓, 黄锦炉, 陈德芳, 等. 中国大鲵细菌感染综合症的感染[J]. 科学养鱼, 2009, 25(3): 54-55.

[24] 赵虎, 张鹏, 陈玖华. 大鲵恶臭假单胞菌的分离及鉴定[J]. 河南水产, 2008, 20(4): 40-41.

[25] 吴中明, 王欢, 敖弟书, 等. 大鲵的迟钝爱德华菌感染[J]. 遵义医学院学报, 2007, 30(4): 464-466.

[26] 孟彦, 曾令兵, 杨焱清, 等. 大鲵腹水病病原菌的分离与鉴定研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2009, 37(3): 77-80.

[27] 李敏, 张龙, 姚俊杰, 等. 大鲵水霉病的特征及产生原因探究[J]. 现代农业科学, 2008, 15(12): 99-100.

[28] 李川, 何登菊, 牟洪民, 等. 大鲵水霉病中草药治疗试验[J]. 河北渔业, 2010, 38(1): 33-57.

[29] 王桂芹, 张东鸣, 吴莉芳. 大鲵非寄生性疾病及其防治[J]. 2001, 31(1): 41-42.

[30] 黄世英, 郭文韬, 杨志伟. 人工养殖大鲵肉营养成分分析[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(5): 1-2.

[31] 李林强, 咎林森, 任正东. 中国大鲵油脂脂肪酸组成、抗氧化及流变性研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(9): 82-86.

[32] 杨红生. 大鲵皮肤和胃的营养成分分析[J]. 野生动物, 1993(3): 33-34.

[33] 辛泽华, 乔志刚, 沈国民, 等. 中国大鲵(*Andrias davidianus*) 7 种组织器官蛋白水解酶的种类和活性分析[J]. 解剖学报, 2004, 35(3): 331-333.

[34] 彭亮跃, 肖亚梅, 骆剑. 中国大鲵不同组织同工酶的比较研究[J]. 水生生物学报, 2007, 31(6): 915-919.

[35] 李培青, 相学军, 朱必才. 中国大鲵生殖激素的初步研究[J]. 生物学杂志, 2008, 25(3): 30-32.

[36] 张育辉. 中国大鲵产卵前闭锁黄体的形成与血清中雌二醇浓度变化的关系[J]. 陕西师范大学学报, 1998, 26(1): 75-77.

[37] Yang L P, Meng Z N, Liu Y, et al. Growth hormone and prolactin in *Andrias davidianus*: cDNA cloning, tissue distribution and phylogenetic analysis[J]. General and Comparative Endocrinology, 2009, 165(2): 1-3.

[38] Zhang P, Chen Y Q, Liu Y F, et al. The complete mitochondrial genome of the Chinese giant salamander, *Andrias davidianus*[J]. Gene, 2003(311): 93-98.

[39] 李培青, 朱必才, 侯进慧, 等. 中国大鲵核型特征研究[J]. 四川动物. 2008, 27(3): 344-347.

A Review: Current Research on Biology of Chinese Giant Salamander

MU Hong-min¹, LI Yuan², YAO Jun-jie¹, MA Shan¹

(1. Animal Science Institute, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Eighteenth School of Guiyang, Guiyang 550001, China)

Key words: Amphibian; *Andrias davidianus*; progress