

大鳞副泥鳅的胚胎发育及鱼种培养*

梁秩燊** 梁坚勇*** 陈朝 李钟杰***
林敬洪*** 张建云***

(中山大学生物系, 广州)

提 要

大鳞副泥鳅的胚胎发育分为4个阶段共52个发育期。鱼卵受精后饲养50天即成为鱼种。本文比较了不同水温、不同放养密度以及在天然和人工饲料培养下的发育状况, 为鱼种生产提供了实验数据。

大鳞副泥鳅 (*Paramisgurnus dabryanus* Sauvage) 为副泥鳅属 (*Paramisgurnus*) 鱼类, 它生活在长江中下游和浙江、台湾省的淡水水域^[1,3], 乃是鳅科 (Cobitidae) 中个体较大的经济鱼类。其肉嫩鲜美, 对环境条件要求不高, 可作为池塘养殖的混养种类。1980年笔者受广东省水产厅的委托, 从湖南衡阳引此种至中山大学鱼类试验场驯养。

与本种相近的泥鳅属 (*Misgurnus*) 鱼类的胚胎发育材料, 有小林彦四郎^[6]、Uchida^[7]、Крыжановский^[8]、武汉大学生物系^[4]、朱志荣^[2]、郑文彪^[5]……等作过研究, 而副泥鳅属则未见报道。

材 料 和 方 法

1980年从衡阳运回大鳞副泥鳅作试验材料; 1981—1982年进行胚胎发育观察及鱼种培养。采用体长130—232毫米、体重35—210克的亲鱼进行交配, 放入有漂浮植物凤眼莲 (*Eichhornia crassipes* Solms) 的水族箱内, 经自然繁殖或人工催情, 摘取粘于根部的受精卵, 用培养皿逐个或分组培养, 自摄食始转入玻璃缸培养。以双筒解剖镜观察胚胎发育, 并用投影描图器的显微镜绘图。1981年还进行了电视录像, 跟踪拍摄胚胎发育过程。此外, 还使用梯度恒温箱作孵化试验。

鱼种的饲养, 是把粘有数万粒受精卵的凤眼莲置放在100 × 30 × 30 (水深20) 厘米的尼龙孵化网箱中; 待鱼苗****对外摄食转为仔鱼****时, 分别转入64 × 39 × 39 (水深25) 厘米的水族箱和2100 × 1250 × 水深70厘米的12号试验塘中, 投喂浮游动物、米

* 本工作得到廖翔华、林鼎同志的关怀和刘远同志的帮助, 特此鸣谢。

** 现在广州市环境保护科学研究所工作。

*** 1981和1982年度中山大学生物系毕业生。

1986年3月29日收到。

**** 原习惯上把孵出至对外摄食前称仔鱼, 把对外摄食至鳞片长齐前称稚鱼; 现据我国实情和与易伯鲁教授的讨论结果, 为避免仔鱼、稚鱼近音相混, 取消稚鱼的名称, 前者称鱼苗, 后者称仔鱼。下同。

表 1 大鳞副泥鳅的胚胎发育 (21—23℃)

Tab. 1 The embryonic development of *Paramisgurnus dabryanus* (21—23℃)

阶段 Period	No. of 图号	发育期 Stage	特 征 Characters	胚长 (毫米) Length of embryo (mm)	肌节(对) Pairs of myotome	时间 Time	
						受精后 After insemination	持续 Duration
卵 Egg	1-1	受精期 Insemination stage	圆粒状, 黄白色。膜径 1.1 mm, 卵周隙 0.34 mm ³	0.88	—	0	0.35'
	1-2	胚盘隆起期 Blastodisc stage	胚盘隆起。膜径 1.2 mm, 卵周隙 0.49 mm ³	0.92	—	0.35'	0.45'
	1-3	2 细胞期 2-cell stage	纵裂为 2 个细胞, 其高为卵粒的 1/3。膜径 1.3 mm, 卵周隙 0.74 mm ³	0.92	—	1.20'	0.40'
	1-4	4 细胞期 4-cell stage	纵裂为二排共 4 个细胞	0.92	—	2.00'	0.30'
	1-5	8 细胞期 8-cell stage	二排共 8 个细胞	0.92	—	2.30'	0.25'
	1-6	16 细胞期 16-cell stage	四排共 16 个细胞	0.96	—	2.55'	0.30'
	1-7	32 细胞期 32-cell stage	四排共 32 个细胞	1.00	—	3.25'	0.35'
	1-8	64 细胞期 64-cell stage	八排共 64 个细胞	1.00	—	4.00'	0.20'
	1-9	128 细胞期 128-cell stage	横裂为 128 个细胞	1.02	—	4.20'	0.35'
	1-10	桑椹期 Morula stage	动物极桑椹状	1.06	—	4.55'	0.20'
鱼 larva	1-11	囊胚早期 Early blastula stage	囊胚层隆起	1.04	—	5.15'	0.40'
	1-12	囊胚中期 Mid blastula stage	囊胚层高度有所降低	1.00	—	5.55'	0.50'
	1-13	囊胚晚期 Late blastula stage	细胞极小, 囊胚层低偏	0.92	—	6.45'	0.55'
	1-14	原肠早期 Early gastrula stage	胚层下包 2/6—3/6	0.98	—	7.40'	0.45'
	1-15	原肠中期 Mid gastrula stage	胚层下包 3/6—4/6	1.00	—	8.25'	0.50'
	1-16	原肠晚期 Late gastrula stage	下包 4/6—5/6	1.00	—	9.15'	1.40'
	1-17	神经胚期 Neural plate stage	下包 5/6 以后, 余卵黄栓, 胚头部已具雏形	1.03	—	10.55'	0.30'
	1-18	胚孔封闭期 Closure of blastopore stage	卵黄内收, 胚孔封闭, 胚体头部隆起	1.06	—	11.25'	0.50'

(续 表)

阶段 Period	图号 No. of	发育期 Stage	特 征 Characters	胚长 (毫米) Length of embryo (mm)	肌节(对) Pairs of myotome	时间 Time	
						受精后 After insemination	持续 Duration
卵 Egg	1-19	肌节出现期 Myotome formation stage	头部增大, 肌节出现	1.03	3	12.15'	0.60'
	1-20	眼基出现期 Optic bud stage	胚体增厚, 出现窄长形的眼基	1.03	6	13.15'	0.60'
	1-21	眼囊期 Optic vesicle stage	眼囊呈扁豆形	1.03	9	14.15'	0.50'
	1-22	嗅板期 Olfactory placode stage	眼前方出现嗅板	1.03	12	15.05'	0.55'
	1-23	尾芽期 Tail bud stage	尾芽突出	1.04	15	16.00'	0.45'
卵 Egg	1-24	听囊期 Auditory vesicle stage	听囊出现, 脊索形成	1.04	17	16.45'	0.45'
	1-25	尾泡出现期 Emergence of Kupfer's vesicle stage	尾端出现空泡	1.08	17	17.30'	0.40'
	1-26	尾鳍出现期 Emergence of caudal fin stage	卵黄内缩; 尾鳍上翘	1.10 (1.57)*	20	18.10'	0.30'
	1-27	眼晶体形成期 Lens formation stage	卵黄深内凹; 眼中央出现晶体	1.12 (2.16)	22	18.40'	0.30'
	1-28	肌肉效应期 Muscular effect stage	肌肉微抽动, 约 30 秒抽缩一次	1.14 (2.35)	24	19.10'	1.00'
鱼 苗	2-29	嗅囊出现期 Emergence of olfactory sac stage	眼前方出现同心圆状的嗅囊; 胚体抽动	1.17 (2.50)	27	20.10'	2.25'
	2-30	心脏原基期 Initial heart stage	心脏原基出现; 尾向上弯至头端	1.20 (2.84)	31	22.35'	1.25'
	2-31	耳石出现期 Emergence of otoliths stage	听囊出现 2 颗耳石; 尾折弯伸至眼部	1.20 (3.04)	33	24.00'	2.35'
	2-32	心脏搏动期 Heart beat stage	心脏搏动, 尾延伸超过头部。胚体翻滚; 头端小粘团状的雏形附着器形成; 卵膜壁出现许多小泡, 渐出现皱纹, 胚胎即将孵出	1.20 (3.25)	38	1 天 2.35'	10.40'
鱼 苗	2-33	孵出瞬期 At the moment of hatching stage	尾部弹破卵膜先行伸出, 皱膜裹缠胚体; 附着器形成; 居维氏管相当粗, 第一雏形的外鳃丝出现, 尾静脉从肛门后第 3 对肌节转回	3.4	2+27+15=44**	1 天 13.15'	0.55'

(续 表)

阶段 Period	图号 No. of	发育期 Stage	特 征 Characters	胚长 (毫米) Length of embryo (mm)	肌节(对) Pairs of myotome	时间 Time	
						受精后 After insemination	持续 Duration
鱼 苗	2-34	孵出期 Post-hatching stage	头端顶破卵膜一跃而出。头部及边缘出现零星黑色素;第二雏形外鳃丝出现,尾静脉从肛门后第9对肌节转回	3.6	2+27+17=46	1天 14.10'	7.45'
	2-35	胸鳍原基期 Initial pectoral fin stage	出现月牙形的胸鳍原基;其前方有一朵大黑色素,头部黑色素扩大。肠、雏态出现;第四雏形外鳃丝萌出。尾鳍折的肋呼吸纹增多	3.8	同上	1天 21.55'	4.45'
	2-36	眼黑色素期 Melanoid eye stage	眼密布黑色素,头部黑色素增多,肌体上下各一行黑色素。胸鳍褶增大;居维氏管扩粗,外鳃丝延长	3.9	同上	2天 2.40'	5.45'
	2-37	肠管贯通期 Intestine passage stage	肠贯通。卵黄囊和臀鳍褶出现散状黑色素,尾褶肋呼吸纹更多	4.0	同上	2天 8.35'	2.00'
	2-38	雏形鳃盖期 Commencement of operculum stage	雏形鳃盖膜出现。背、臀鳍褶黑色素增多,起肋呼吸作用,而尾褶的肋呼吸纹迅速减少	4.2	同上	2天 10.35'	4.45'
	3-39	鳔雏形期 Commencement of air bladder stage	鳔雏形。外鳃丝伸长	4.4	2+27+18=47	2天 15.20'	4.25'
Ery	3-40	附着器消失期 Disappearance of adhesive organ stage	吻端的附着器消失,脱离被粘水草或血壁而自由活动	4.6	同上	2天 19.45'	10.05'
	3-41	颌须出现期 Emergence of jaw barbels stage	上唇出现第1对颌须,其边缘及唇缘具感觉刺。鳃盖盖住第3对外鳃丝。肩带线出现,至胸鳍基部下缘止;胸鳍基部有半弧状黑色素;胸鳍迅速增大,但无明显血管网	4.8	同上	3天 5.50'	7.30'
	3-42-(1)	鳔一室期 One-chamber air bladder stage	鳔充气,一室。俯视仍见大部鳃丝外露;胚体有少许感觉芽	5.0	同上	3天 13.20'	1天 14.00'
	3-42-(2)						
仔 鱼	4-43	卵黄囊吸尽期 Exhaustion of yolk stage	卵黄囊吸收完毕;肠褶皱增多,已吞食。外鳃丝基本缩回鳃盖内。狭部及躯体感觉毛增多	6.2	1+28+18=47	5天 3.20'	1天 4.05'
	4-44	尾椎上翘期 Caudal vertebra lifting stage	脊椎骨形成,尾椎上翘,尾鳍条雏形出现。第二对颌须萌出	6.7	同上	6天 7.25'	1天 0.05'
	4-45	背鳍分化期 Differentiation of dorsal fin stage	背鳍褶微突起,节间动脉伸入其间,构成雏形的背鳍动、静脉;臀鳍褶虽未分化,但已出现臀鳍动静脉。尾鳍条 2.6/6.2	8.1	同上	7天 8.30'	1天 3.00'

(续 表)

阶段 Period	图号 No. of	发育期 Stage	特 征 Characters	胚长 (毫米) Length of embryo (mm)	肌节(对) Pairs of myotome	时间 Time	
						受精后 After insemination	持续 Duration
鱼 仔	4-46	鳔二室期 Two-chamber air bladder stage	鳔前室出现。臀鳍褶分化。吻须萌出。肌节从卧V形转为卧W形。肝、胆出现	8.8	同上	8 天 11.30'	1 天 4.35'
	4-47	背鳍形成期 Formation of dorsal fin stage	背鳍形成,呈半椭圆形,鳍条2.6;臀鳍褶出现 6 根锥形鳍条,胸鳍也出现锥形鳍条。椎骨出现锥形髓棘和脉棘。下颌同时萌出 2 对颌须芽。背鳍褶伸至头后缘	9.4	0+29+18=47	9 天 16.05'	1 天 10.45'
	4-48	臀鳍形成期 Formation of anal fin stage	臀鳍形成,亦呈半椭圆形,鳍条2.5;胸鳍条 1.9。除鳃呼吸外,还可进行肠呼吸	9.7	同上	11 天 2.50'	1 天 21.10'
	5-49	腹鳍芽出现期 Emergence of pelvic fin bud stage	腹鳍芽萌出。椎骨的髓棘,肋骨、脉棘形成。背鳍褶前段收缩,起点退至第 10 对肌节处	11.9	10+19+18=47	13 天	2 天
	5-50	腹鳍形成期 Formation of pelvic fin stage	腹鳍形成,鳍条 1.6;尾鳍圆形,鳍条 3.6/6.3	13.9	15+14+18=47	15 天	3 天
	5-51	鳞片出现期 Emergence of scales stage	鳞片从体中线往上下萌生。背鳍褶和臀鳍褶增厚,构成尾柄上下皮脊棱。	16.4	20+9+18=47	18 天	5 天
幼 鱼 Juvenile	5-52-(1)	幼鱼期 Young stage	鳞片长齐,前端 10—14 个鳞片具侧线孔,后为 110 个纵列鳞。感觉芽全部消失。除眼比例大点外,其形态与成鱼相同。鳃孔止于肩带线上的胸鳍基部上方,各开鳃孔,并不相连。较大幼鱼的皮脊棱基部长出小鳞片	23.1	同上	23 天	10 天
	5-52-(2)			43.1		33 天	10 天
	5-52-(3)			55.7		43 天	20 天
				71.4		63 天	

* 括号内为伸展测量长度,下同。
** 孵出后肌体肌节采用 3 段记载法,肌节数=背鳍褶起点前+背鳍褶起点至肛门拐角点+肛门拐角点之后的肌节数目。

糠、花生麸等饲养,每天 8、15、20 时记录培养水温,约 50 天育成为鱼种。

试 验 结 果

(一) 胚胎发育

挑选亲本雌鱼(胚鳍外形椭圆,尾柄上缘皮脊棱低而厚)和雄鱼(胸鳍外形较尖,基部有匙状软突,皮脊棱高而薄)进行产卵受精。卵粘性,簇黄色,膜径 0.60—0.65 毫米,受精后 30 秒,吸水膨胀,膜径扩至 1.00—1.15 毫米,卵径 0.8—0.9 毫米,卵周隙 0.25—0.45mm³

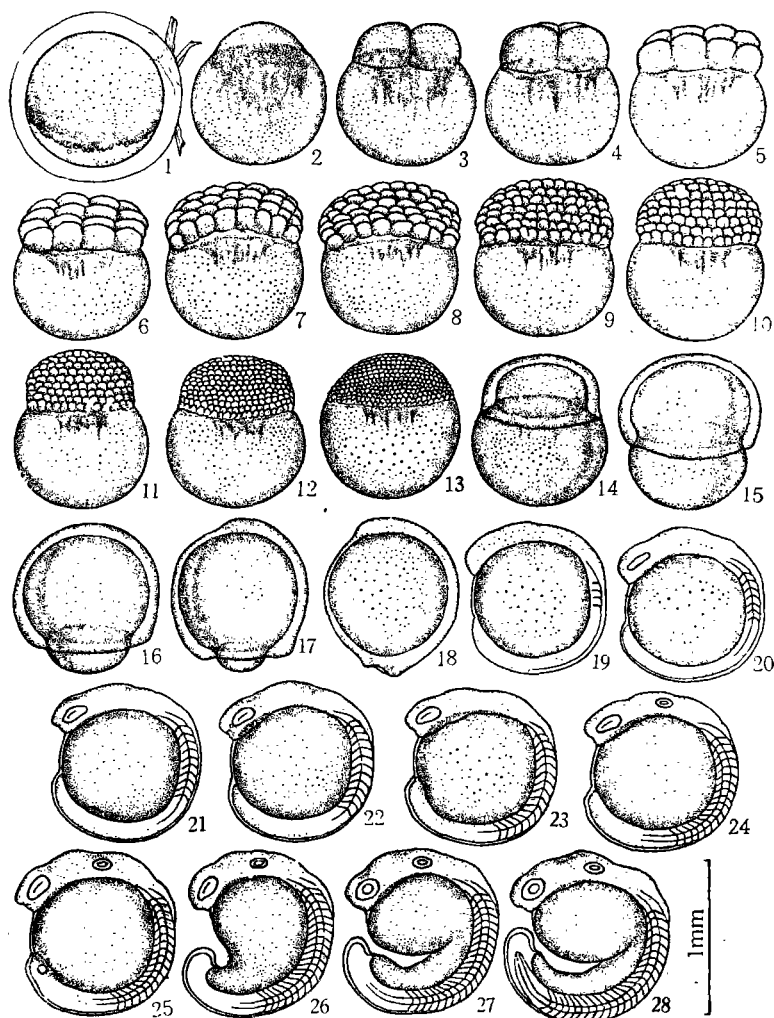


图1 大鳞副泥鳅胚胎发育1—28期

Fig. 1 The embryonic development of *P. dabryanus* Stage 1—28

(卵周隙 = $\frac{1}{6} \pi (D^3 - d^3)$, D 为膜径, d 为卵径); 鱼卵发育期间, 膜径增至 1.2—1.3 毫米, 卵周隙达 0.5—0.8mm³。

1. 胚胎发育期

大鳞副泥鳅的胚胎发育分 4 个阶段 52 个发育期 (表 1)。即鱼卵发育阶段 32 个发育期; 鱼苗*发育阶段 10 个发育期; 仔鱼*发育阶段 9 个发育期; 幼鱼发育阶段 1 个发育期。

2. 与泥鳅的比较

大鳞副泥鳅与泥鳅的胚胎发育^[2,5]在形态上有许多相似之处, 但亦有某些较明显的差异:

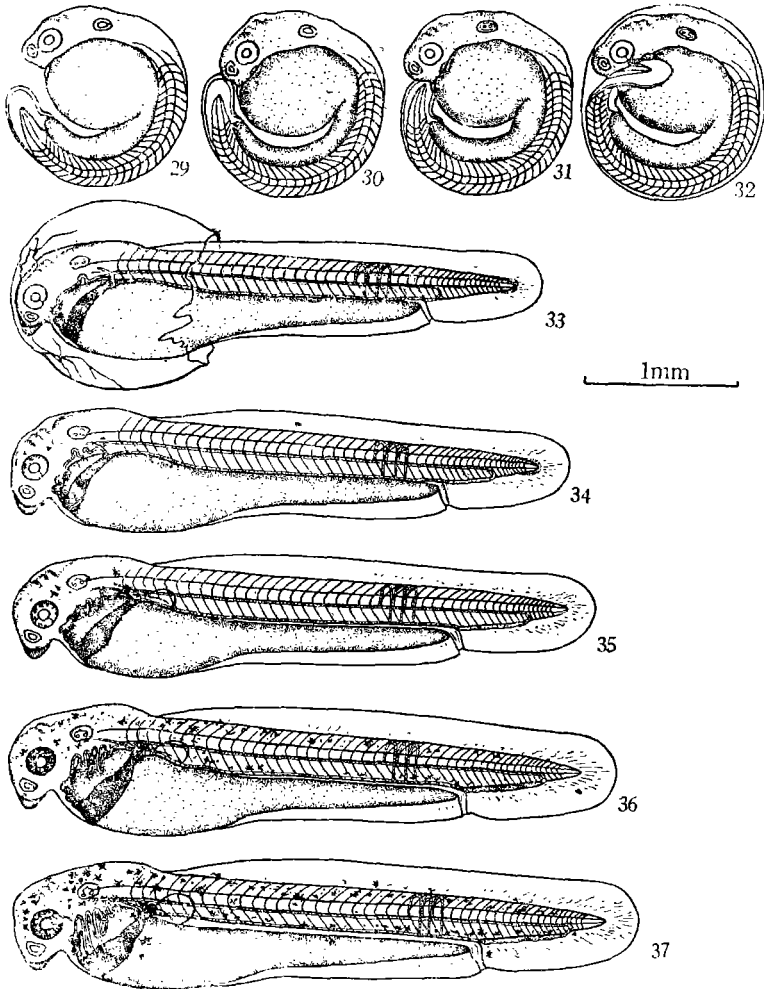


图 2 大鳞副泥鳅胚胎发育 29—37 期

Fig. 2 The embryonic development of *P. dabryanus* Stage 29—37

(1) 大鳞副泥鳅眼基出现期在肌节出现期之后,尾泡出现期又于听囊期之后;而泥鳅的肌节、眼基、尾泡是同时出现的^[5]。

(2) 本种心脏原基、耳石出现、心脏搏动期皆在卵膜内发育,孵出后血液即进入循环状态;而泥鳅却在孵出后才经历上列三个发育期,而且血液尚未循环。

(3) 本种眼睛比泥鳅大。

(4) 本种的触须萌出迟于泥鳅(表 2)。

(5) 本种胸鳍基部有 2—3 朵呈半弧形排列的黑色素;泥鳅无。

(6) 鳔雏形期至臀鳍形成期,本种的胸鳍基部、背鳍褶及臀鳍褶的血管并不明显;而泥鳅却具有发达的血管网。这是由于本种生活在氧气条件较好的江河湖泊,而泥鳅栖息于浅水湖塘、水田、沼泽中,胚胎需适应生活条件优劣不同的环境,致使辅助呼吸的血管网在

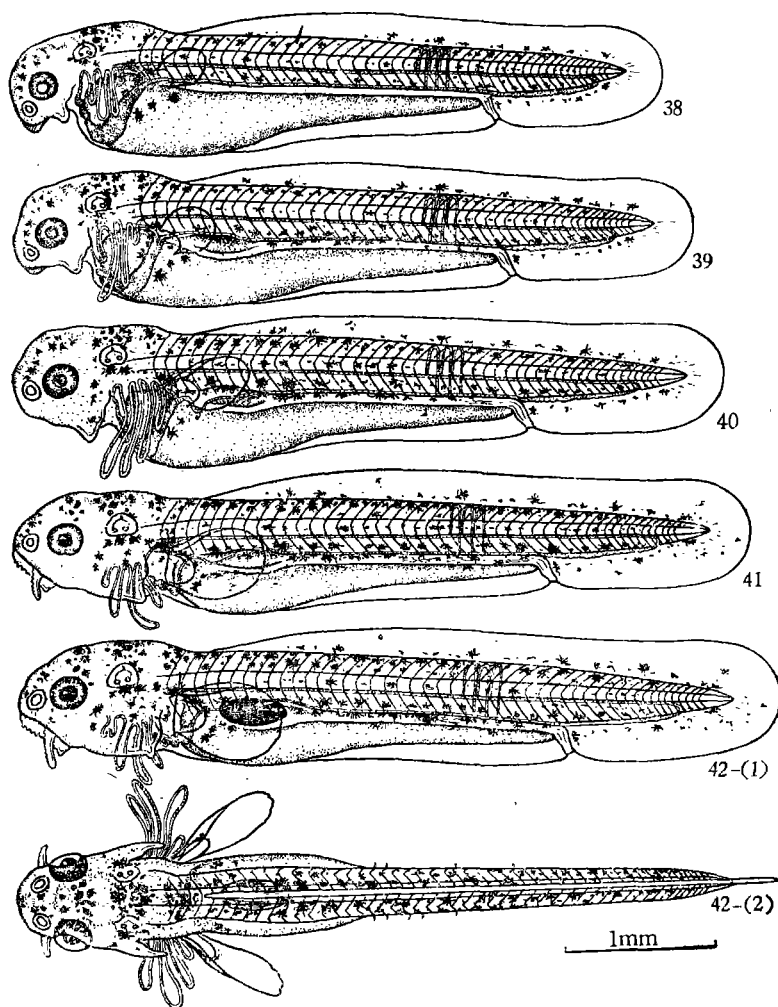


图3 大鳞副泥鳅胚胎发育[38—42期]

Fig. 3 The embryonic development of *P. dabryanus* Stage 38—42

发育强弱方面有差异。

(7) 大鳞副泥鳅的腹鳍芽出现在臀鳍形成期与腹鳍形成期之间；泥鳅的出现在鳔二室期与背鳍形成期之间^[5]。前者迟两个发育期。

(二) 环境条件对孵化发育和生长的影响

1981年4—5月和10月、1982年4—5月分别作了环境条件对胚前、胚后发育的影响试验。

1. 水温

试验水温在19—35℃的范围内,都适合本种的发育生长。

表 2 大鳞副泥鳅与泥鳅触须萌出期的比较

Tab. 2 A comarison of the stage of emergence of the barbels between *Paramisgurnus debryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus*

发 育 期 Stage	大鳞副泥鳅触须(对) Barbels of <i>P. debryanus</i>				泥鳅*触须(对) Barbels of <i>M. anguillicaudatus</i>			
	颌须 On jaw	吻须 On snout	颌须 On cheek	合计 Total	颌须 On jaw	吻须 On snout	颌须 On cheek	合计 Total
雏形鳃盖期 Commencement of operculum				0	1			1
鳔雏形期 Commencement of air bladder				0	2			2
颌须出现期** Emergence of barbels	1			1	—	—		—
鳔一室期 One-chamber air bladder	1			1	2	1		3
卵黄囊吸尽期 Exhaustion of yolk	1			1	2	1	1	4
尾椎上翘期 Caudal vertebra lifting	2			2	2	1	1	4
背鳍褶分化期 Differentiation of dorsal fin	2			2	2	1	2	5
鳔二室期 Two-chamber air bladder	2	1		3	2	1	2	5
背鳍形成期 Formation of dorsal fin	2	1	2	5	2	1	2	5

* 与朱志荣^[2]材料比较,而郑文彪^[3]材料的触须萌出比朱氏的还迟 1—2 个发育期。
** 此为大鳞副泥鳅特有的发育期。

(1) 孵化 1981 年 10 月 8—11 日试验,以人工催情的受精卵各 150 粒,放入 19—35℃ 共 8 个不同温度的恒温箱中培养。结果是 19—30℃ 的范围内,温度越高,孵化率增高,孵化时间短;超过 31℃ 时,温度越高,孵化率降低,开始孵出的时间增长,全部孵出的时间仍较短;孵化的最佳温度为 28—31℃(表 3)。

表 3 水温与孵化时间的关系

Tab. 3 The relationship between the duration of incubation and the water temperature

水温(℃) Water temperature		19	22	24	26	28	30	31	35
卵数(个) Number of egg		150	150	150	150	150	150	150	150
孵出数(尾) Number of hatching		129	133	130	136	139	146	142	129
孵出率(%) Hatchability		86.0	89.7	86.7	90.7	92.7	97.3	94.2	86.0
孵出时间(时、分) Hatching time (hr. min)	第一卵 Of the first egg	49.50'	39.00'	33.30'	30.30'	22.50'	22.00'	23.20'	31.30'
	高峰 Of the majority	56.30'	42.05'	40.20'	32.30'	27.25'	23.20'	27.10'	33.30'
	全部 Of the total	72.35'	49.50'	48.50'	46.45'	44.45'	36.10'	43.30'	37.20'

(2) 鱼苗 1981 年 10 月 9 日夜间,取 30℃ 恒温箱孵出的 146 尾鱼苗,随机分 8 组,仍置入 19—35℃ 范围内的梯度恒温箱中培养,经 25 小时,参差发育到鳔雏形期至鳔一室期。除 28℃ 组的生长稍慢外,基本呈直线相关。即温度越高,发育速度越快;其中 24—35℃ 范围内鱼苗的生长较快(表 4)。

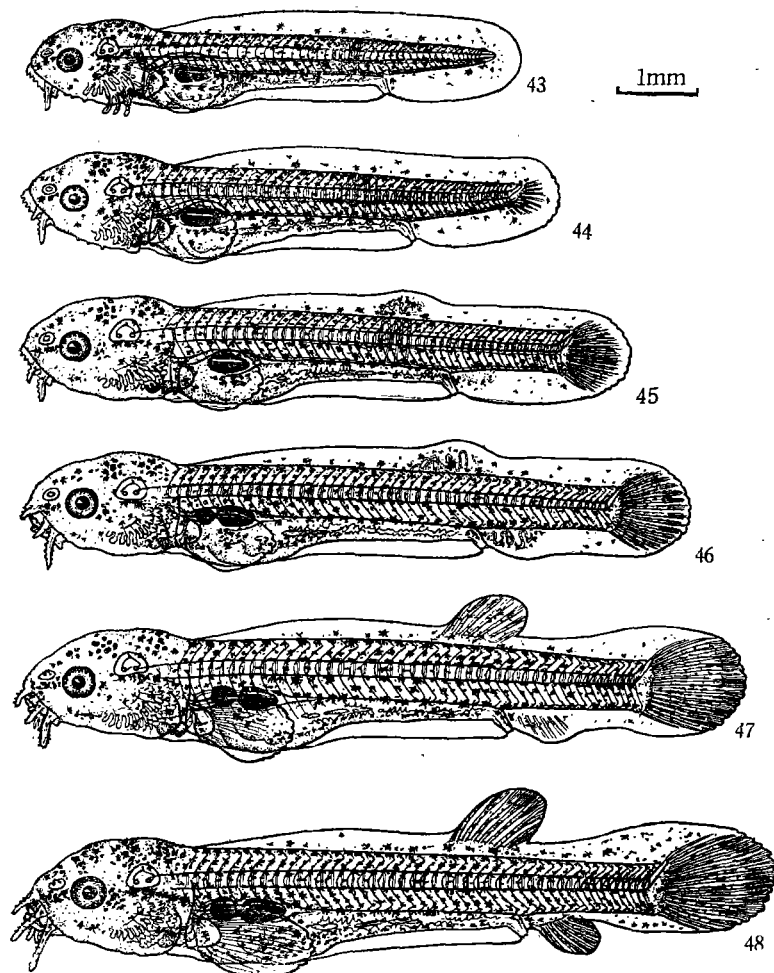


图 4 大鳞副泥鳅胚胎发育 43—48 期

Fig. 4 The embryonic development of *P. dabryanus* Stage 43—48

表 4 水温与鱼苗生长的关系

Tab. 4 The relationship between the growth of fry and the water temperature

水温(℃) Water temperature	19	22	24	26	28	30	31	35
培养数(尾) Number of fry	16	16	19	20	20	18	18	19
全长(毫米) Total length (mm)	5.28 ± 0.11	5.32 ± 0.18	5.80 ± 0.23	5.85 ± 0.34	5.60 ± 0.26	5.89 ± 0.24	6.12 ± 0.44	6.29 ± 0.19

(3) 仔鱼和幼鱼 以 1982 年 4 月 18 日产生的大鳞副泥鳅卵培养至卵黄囊吸尽期时 (4 月 23 日), 投入 12 号鱼塘中培养, 每隔 5 天取 10 尾测量。凡水温持续降低的时段, 长度和体重当即下降。如饲养至第 10 天 (5 月 3 日) 的仔鱼, 全长比生长率 99.6% 低于 5 天的比生长率 160.6% 和 15 天的 110.9%; 饲养 25 天 (5 月 18 日) 的幼鱼, 全长比生长率 15.1% 低于 20 天的 73.3% 和 30 天 39.2% 的; 饲养 45 天的体重 2.21 克低于 40 天的 2.34

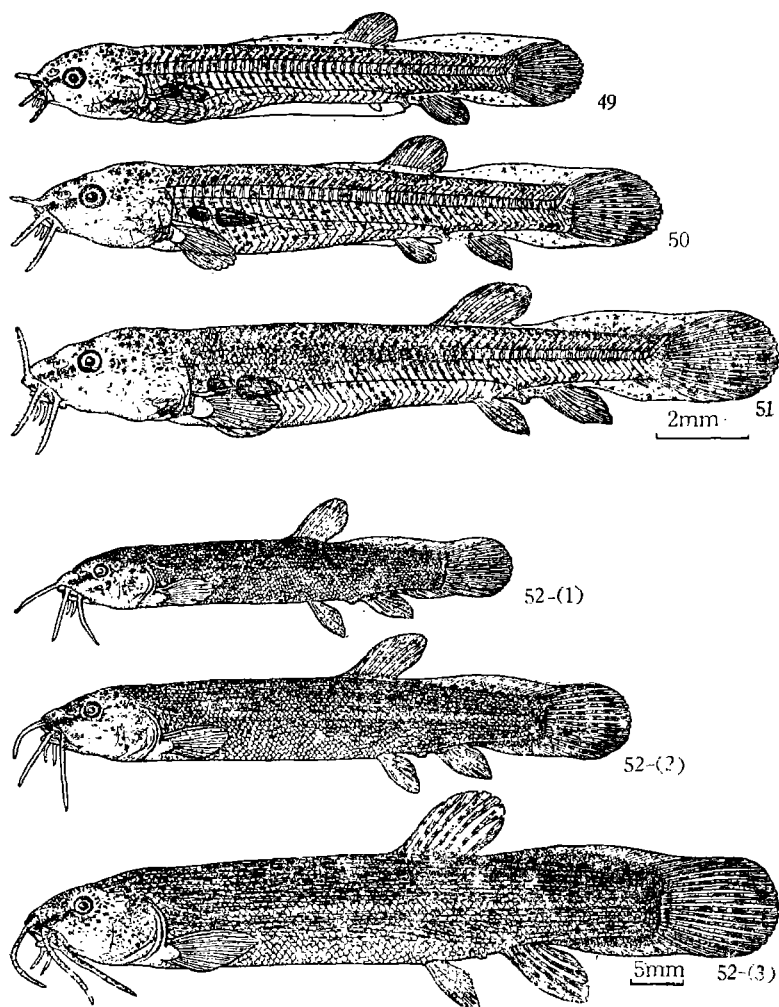


图 5 大鳞副泥鳅胚胎发育 49—52 期

Fig. 5 The embryonic development of *P. dabryanus* Stage 49—52

克等三个生长低谷,皆因这些养殖时段水温降低了的缘故。在 25—30℃下饲养至 50—55 天时,全长为 68 毫米、体重为 2.5 克左右,可作为鱼种转塘养殖(表 5)。

2. 密度

1982 年 5 月 1 日,将养至卵黄囊吸尽期的仔鱼,按密度 5.6、7.2、9.6 尾/升,分别放入三个水族箱中饲养 40 天;每隔 10 天各抽 10 尾测量体长和体重(麻醉测量,复苏后放回原箱)。结果,三组的成活率与体长和体重的增长比例颇为相近(表 6)。此三个密度在生长上没有明显差异。

4 月 23 日投放 12 号塘的放养密度是 5 升水 1 尾(0.2 尾/升),由于水面大,天然饵料多,其幼鱼的体长比水族箱饲养的大 1 倍、体重大 7 倍(表 6);至于该塘成活率 19%,实为

表5 仔鱼和幼鱼的生长率和比生长率* (12号塘, 1982年)
Tab. 5 The growth rate and comparative growth rate of the young and the juvenile (pond No. 12, 1982)

日龄	Age of young (in days)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
饲养天数	Number of days for cultivation	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
取样时间	Date of sampling	4月23日	4月28日	5月3日	5月8日	5月13日	5月18日	5月23日	5月28日	6月2日	6月7日	6月12日	6月17日
平均温度(°C)	Mean temperature	—	25.4	25.1	25.3	26.8	25.0	29.3	28.9	27.7	27.4	27.3	30.7
总长 标准误差 (mm)	全长±标准误差 (mm)	5.95±0.10	11.95±0.16	18.42±0.55	29.83±1.31	40.83±1.08	43.58±0.60	51.66±1.90	58.00±1.68	64.35±2.14	67.10±1.43	67.85±1.08	68.05±1.87
	增长(毫米)	5.95	6.00	6.47	11.41	11.00	2.75	8.08	6.34	6.35	2.75	0.75	0.20
	生长率(%)		100.8	54.1	61.9	36.9	6.7	18.5	12.3	10.9	4.3	1.1	0.3
	比生长率(%)		160.6	99.6	110.9	72.3	15.1	39.2	26.7	24.0	9.6	2.6	0.7
体长 标准误差 (mm)	体长±标准误差 (mm)	5.44±0.08	10.28±0.15	15.48±0.45	25.23±1.12	34.23±0.97	37.11±0.62	43.75±1.70	48.95±1.30	54.05±1.82	56.40±1.21	57.40±0.74	57.60±1.29
	增长(毫米)	5.44	4.84	5.20	9.75	9.00	2.88	6.64	5.20	5.10	2.35	1.00	0.20
体重 标准误差 (mg)	体重±标准误差 (mg)	2.64±0.42	17.82±1.77	55.98±5.10	223.40±32.2	589.4±41.3	719.7±42.1	1167.1±135.8	1583.6±123.8	2344.4±251.9	2209.1±139.9	2472.0±104.1	2546.0±212.1
	增长(毫克)	2.64	15.18	38.16	167.42	366.0	130.3	447.4	416.5	760.8	—135.3	262.9	74.0

* 长度 $\Rightarrow L$, 重量 $\Rightarrow W$ 增长值 $\Rightarrow L_n - L_{n-1}$ 或 $W_n - W_{n-1}$, 生长率 $\Rightarrow \frac{L_n - L_{n-1}}{L_{n-1}} \times 100\%$, 比生长率 $\Rightarrow \frac{\log L_n - \log L_{n-1}}{0.4343(t_n - t_{n-1})} \times 100\%$, 时段 $\Rightarrow t_n - t_{n-1} = 2 - 1 = 1$

表 6 放养密度与生长和成活率的关系 (1982 年)

Tab. 6 The relationship of the stocking density of fish to the growth and survival rate of the fingerling (1982)

放养日期 Date for cultivation	饲养水体 Place for cultivation		体积 (升) Volume (litre)	仔鱼、幼鱼 Fingerling, juvenile		放养天数及结果(毫米、毫克) Cultived days and result (mm,mg)										成活率 (%) Survival rate.(%)
						10 天 10days		20 天 20days		30 天 30days		40 天 40 days				
						尾数 Number of individuals	密度 Density (No./L)	体长 Body length	体重 Body weight	体长 Body length	体重 Body weight	体长 Body length	体重 Body weight	体长 Body length	体重 Body weight	
5 月 1 日	水族箱 Aquarium	1	62.4	350	5.6	14.81	46.7	21.8	122.0	26.9	255.3	28.6	303.8	84.5		
		2	62.4	450	7.2	14.32	47.1	22.3	130.2	27.6	249.8	28.5	290.2	92.0		
		3	62.4	600	9.6	12.68	35.5	21.2	118.7	26.5	187.0	26.1	276.4	89.8		
4 月 23 日	12 号塘 Pond 12		183750	37872	0.2	15.5	56.0	34.2	589.4	43.8	1167.1	54.1	2244.4	19.0		

泥底塘回捕率低的缘故。尽管鱼塘不能与水族箱直接相比,但也说明,密度低,幼鱼生长块。

3. 饲料

1982 年 5 月 1 日至 6 月 9 日,取 2 号和 4 号水族箱,放入卵黄囊吸尽期的仔鱼作不同饲料的喂养试验。结果,浮游动物、花生麸(粗蛋白 47.4%、粗脂肪 1.5%)是培育鱼种的良好饲料,米糠(粗蛋白 15%、粗脂肪 7.1%)的效果较差。头 10 天同喂浮游动物,两者

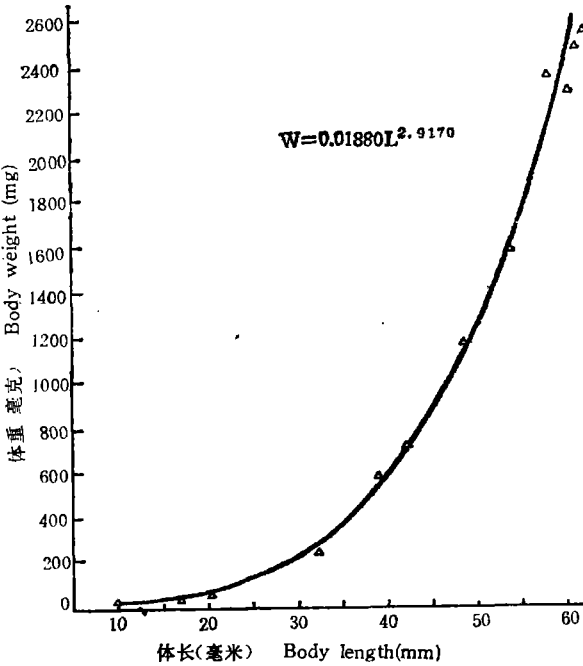


图 6 体长和体重的关系曲线
Fig. 6 The relationship between the body length and the body weight

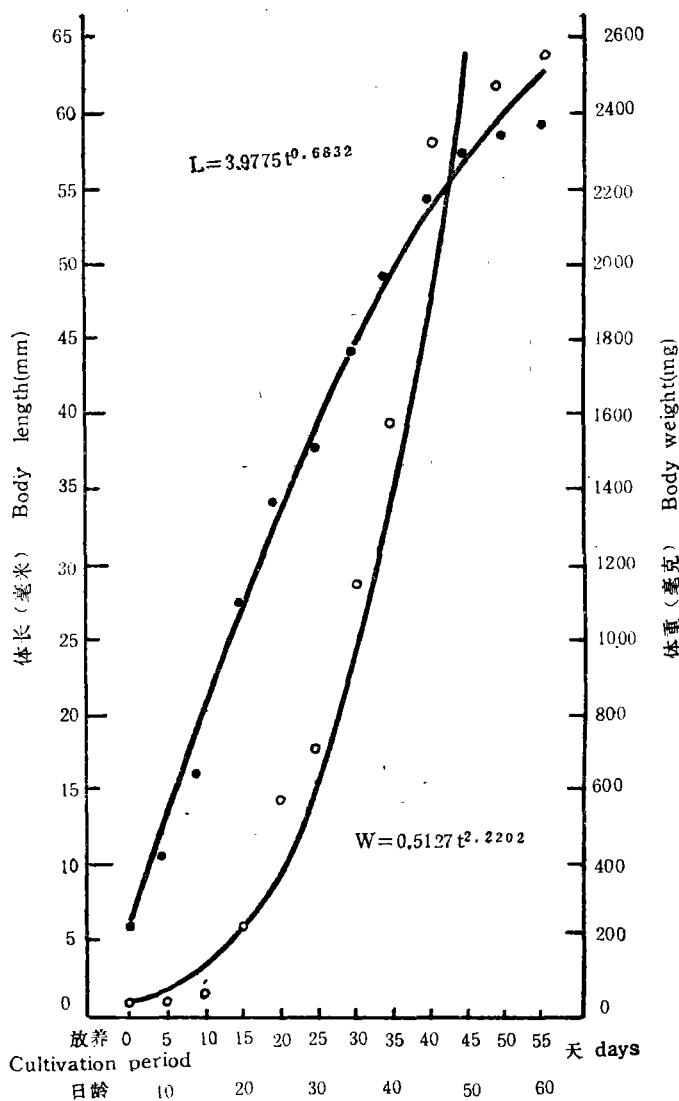


图7 体长与体重的增长曲线

Fig. 7 The increase of body length and body weight in connection with the rearing time

长势相近; 20 天时, 喂吃浮游动物比吃花生麸的鱼种, 体长大 10.8%、体重大 8.5%; 30—40 天时, 在 20 天有差异的基础上, 吃花生麸比吃米糠的鱼种长 7—8 毫米、重 2—3 倍 (表 7)。

此外, 水蚯蚓、摇蚊幼虫和鱼粉 (粗蛋白 62.8%、粗脂肪 8%) 也是喂养大鳞副泥鳅的优质饲料。

4. 其他

鱼种培养过程中要注意同类相吃和敌害。如食蚊鱼 *Gambusia affinis* (Baird et Gi-

表 7 不同饲料与生长的关系 (1982 年)

Tab. 7 The relationship between different kinds of food and the growth of the fingerling (1982)

水族箱 Aquarium	尾数 Number of individuals	密度(尾/升) Density (No. /L)	项目 Item	10 天 10 days	20 天 20 days	30 天 30 days	40 天 40 days	成活率 (%) Survival rate (%)
2 号 No. 2	450	7.2	饲料 Diet	浮游动物 Zooplan- kton	浮游动物 Zooplan- kton	花生麸 Residue peanut	米糠 Rice bran	92
			体长(毫米) Body length (mm)	14.32	22.30	27.60	28.50	
			体重(毫克) Body weight (mg)	47.10	130.20	249.80	290.20	
4 号 No. 4	450	7.2	饲料 Diet	浮游动物 Zooplan- kton	花生麸 Residue peanut	米糠 Rice bran	米糠 Rice bran	91
			体长(毫米) Body length (mm)	14.35	19.90	19.30	21.60	
			体重(毫克) Body weight (mg)	40.20	119.10	102.70	96.20	

rard) 和蝌蚪等会大量吃本种的鱼卵和鱼苗;全长 32—49 毫米的幼鱼可吞吃 7—15 毫米的同种仔鱼。故同一水体须放养相同规格的鱼种。

(三) 鱼种体长和体重的关系

表 5 所示,下塘 45 天(日龄 50 天)的幼鱼,生长趋于稳定,可转塘养殖或作商品鱼种外售。计算其体长和体重的关系,亦同样证实这种显著的相关关系。

大鳞副泥鰍鱼种的体长和体重关系: $W = 0.0188L^{2.917}$ (图 6)。 W = 体重(毫克), L = 体长(毫米),相关系数 $r = 0.999985$ 。

体长生长曲线: $L = 3.9775t^{0.6832}$ (图 7), t = 放塘持续时间(天),相关曲线 $r = 0.98886$ 。

体重生长曲线: $W = 0.5127t^{2.2202}$ (图 7)。相关系数 $r = 0.98711$ 。

经相关系数表检验,离散点与曲线基本吻合; t 检验证实: 体长(L)与时间(t), 体重(W)与时间(t), 体长与体重皆呈显著相关,符合幂函数相关规律。

参 考 文 献

- [1] 水生生物研究所鱼类研究室, 1976.《长江鱼类》。165, 249—250, 科学出版社。
- [2] 朱志荣, 1962. 泥鰍、黄鰱、青鰱的繁殖、发育及其与环境关系的初步研究。水生生物学集刊, (1): 1—13。
- [3] 陈景星, 1981. 中国花鰱亚科鱼类系统分类研究。鱼类学论文集, 第一辑: 21—23。
- [4] 武汉大学生物系四年级水生生物班, 1960. 泥鰍发育及有关的几个问题。武汉大学自然科学学报(生物专号)。第 3 号: 37—54。
- [5] 郑文彪, 1985. 泥鰍胚胎和幼鱼发育的研究。水产学报 9(1): 37—48。
- [6] 小林彦四郎, 1922. 台湾产鰱の発生と就て。水产研究誌, 17(6): 129—133。
- [7] Uchida. K., 1939. The Fishes of Tyosen (Korea), Bulletin of the Experiment Station of the Government-General of Tyosen No. (6): 429—439。
- [8] С. Г. Крыжановский, А. И. Смирнов и С. Г. Соин, 1951. «Материалы по развитию рыб р. амурского щиповка-Cobitis taenia. Труды Амурской ихтиологической экспедиции Том II. 176—177. издательство московского общества испытателей природы.

THE EMBRYONIC DEVELOPMENT AND FINGERLING CULTURE OF LOACH, *PARAMISGURNUS* *DABRYANUS SAUVAGE*

Liang Zhixin, Liang Jianyong, Chen Chao, Li Zhongjie,
Lin Jinghong and Zhang Jianjun

(Department of Biology, Zhongshan University, Guangzhou)

Abstract

The large-scale loach, *Paramisgurnus dabryanus* Sauvage, is a cobitoid fish distributed mainly in waters along the middle and lower Changjiang (Yangtse) valley. It was introduced recently to South China as one of the species for pond polyculture.

The embryonic development of this fish is divided into 52 stages, which are consecutively illustrated by drawings in the present paper. Video tape records were also made during the course of investigation.

Comparing with the development of the related species, *Misgurnus anguillicaudatus*, the embryonic development of this fish shows several specific characteristics, i.e. blood circulation appearing earlier, 2—3 melanophores located at the base of the pectoral fin but no vascular networks, and the emergence of barbels and of the pelvic fin bud being retarded for two development stages.

The incubation period lasts about 36 hours at 28—31°C. The range of the optimal water temperature for the growth of fingerlings is 24—35°C. 50 day-old individuals reach an average weight of 2.5 g and then can be removed to larger ponds for commercial rearing. The suitable stocking density in ponds is one juvenile per 5 litres of water, and the body-weight of fish at the end of rearing is nearly seven times larger than those cultivated in the aquaria with a density of 6—10 fish per litre. The natural food, such as zooplankton, aquatic insects, etc. gave best result for growth. As to the artificial feeds, press residues of peanut proved better than rice bran.

Key words The embryonic development, fingerling culture, *Paramisgurnus dabryanus*.