

刘茂春, 谭 刚, 何兴恒, 等. 开都河流域新疆裸重唇鱼胚胎发育观察[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(3): 175–179.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.03.030

# 开都河流域新疆裸重唇鱼胚胎发育观察

刘茂春<sup>1</sup>, 谭 刚<sup>1</sup>, 何兴恒<sup>1</sup>, 李 璞<sup>2</sup>, 袁 聪<sup>1</sup>, 魏祖涛<sup>2</sup>, 陈凡刚<sup>1</sup>

(1. 四川律贝生物科技有限公司, 四川成都 610000; 2. 国网新疆开都河流域水电开发有限公司, 新疆库尔勒 841000)

**摘要:**2017 年 4 月在察汗乌苏鱼类增殖站对新疆裸重唇鱼胚胎发育过程进行观察, 结果显示, 成熟卵粒圆球形、沉性、橘黄色或淡黄色, 卵径为  $(2.57 \pm 0.01)$  mm。受精卵具微黏性, 吸水后黏性消失, 卵膜径  $(3.96 \pm 0.02)$  mm。水温  $9.0 \sim 13.5$  °C 条件下, 新疆裸重唇鱼胚胎发育历时 290 h 49 min, 经历胚盘期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期、器官形成期和出膜 7 个连续发育阶段, 共 31 个时期; 出膜仔鱼全长  $(10.79 \pm 0.07)$  mm。

**关键词:**开都河; 新疆裸重唇鱼; 胚胎发育; 发育阶段

**中图分类号:** S961.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)03-0175-05

新疆裸重唇鱼 [*Gymnodiptychus dybowskii* Kessler] 隶属于鲤科 (Cyprinidae)、裂腹鱼亚科 (Schizothoracinae)、裸重唇鱼属 (*Gymnodiptychus*)<sup>[1-2]</sup>, 俗称高山鱼、小白条、厚唇鱼和裸黄瓜鱼等, 分布于我国北疆的伊犁河流域、准葛尔盆地诸水域, 在南疆地区塔里木河水系仅在开都河水系有分布<sup>[3-4]</sup>, 属于塔里木河、伊犁河及准葛尔三大水系的唯一共有土著鱼类; 但由于在塔里木河水系的其他河流未曾有该鱼分布, 因此成为除扁吻鱼以外的塔里木河水系的第二个狭布种<sup>[4-5]</sup>。

新疆裸重唇鱼在开都河流域主要分布在海拔 1 000 ~ 2 600 m 及以上水域<sup>[4]</sup>, 常年水温  $2 \sim 14$  °C, 生长速度缓慢。近年来, 由于外来物种入侵和开都河水利工程建设, 开都河土著鱼类保护问题逐步引起了相关部门和学者的重视。2004 年, 新疆维吾尔自治区人民政府将新疆裸重唇鱼列入自治区重点保护水生野生动物名录, 保护级别为 I 级<sup>[6]</sup>。目前, 针对新疆裸重唇鱼的研究主要集中在个体生物学<sup>[7]</sup>、产卵场微环境<sup>[8]</sup>、生长特性<sup>[9]</sup>、栖息地适宜度<sup>[10]</sup>和初孵仔鱼寄生虫病防治<sup>[11]</sup>等方面, 但未曾发现有该鱼胚胎发育的相关报道。笔者此次对新疆裸重唇鱼的胚胎发育进行系统观察, 并与裂腹鱼亚科其他鱼类进行比较, 旨在探明其胚胎发育各个时期的典型特征, 以期为该鱼苗种的大规模生产和

开都河流域这一土著鱼类的增殖保护提供理论依据。

## 1 材料与方法

2017 年 4 月从开都河察汗乌苏水电站大坝下游至柳树沟水电站库尾收集到一批自然发育成熟的新疆裸重唇鱼野生亲鱼, 雌鱼腹部较膨大, 触感柔软, 臀鳍周围有粗糙感, 轻压腹部即有橘黄色或淡黄色卵粒排出; 雄鱼则第二性征明显——臀鳍上散布着白色“珠星”, 精液遇水即散, 镜检精液活力可维持 30 s 左右。随即在察汗乌苏水电站鱼类增殖站对挑选出的 5 尾雌鱼按雌雄比例为 2 : 1 配对进行人工干法受精, 共计获得受精卵约 2 万粒, 吸水膨胀后转入自制的孵化筛进行微流水孵化, 水温在  $9.0 \sim 13.5$  °C 之间(自然条件下)。

胚胎发育过程中, 每次观察时用吸管随机挑取 10 ~ 15 粒受精卵, 置于加入孵化用水的培养皿中, 在 XSP-24S 生物显微镜(目镜  $10 \times 18$ , 物镜  $4/0.1$ )下对胚胎发育情况进行观察并用手机拍照。囊胚期以前每 20 ~ 30 min 观察 1 次, 器官分化阶段每 1 h 观察 1 次, 详细记录胚胎发育时序及各个时期的典型特征, 以 50% 以上的观察个体出现新特征作为划分发育时期的标准<sup>[12]</sup>。

## 2 结果

在  $9.0 \sim 13.5$  °C 的水温条件下, 新疆裸重唇鱼从授精到完成出膜历时 290 h 49 min, 共经历胚盘期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期、器官形成期和出膜 7 个连续发育阶段, 31 个时期(表 1)。

收稿日期: 2018-12-12

作者简介: 刘茂春(1987—), 男, 四川宜宾人, 兽医师, 主要从事水生动物养殖。E-mail: 378437856@qq.com。

通信作者: 谭 刚, 硕士, 水产工程师助理, 主要从事鱼类分类、鱼类生态和水产养殖技术研究。E-mail: 164683932@qq.com。

表 1 新疆裸重唇鱼胚胎发育过程

发育阶段	水温 (℃)	发育期	距受精时间 (h:min)	图序
胚盘形成阶段	12.0	受精卵	0:00	图 1-1
	12.0	吸水后的受精卵	0:46	图 1-2
卵裂阶段	12.0	胚盘期	2:55	图 1-3
	12.0	2 细胞期	5:15	图 1-4
	12.0	4 细胞期	6:49	图 1-5
	12.0	8 细胞期	8:32	图 1-6
	12.5	16 细胞期	10:20	图 1-7
	12.5	32 细胞期	12:05	图 1-8
	12.5	64 细胞期	13:43	图 1-9
	12.5	多细胞期	14:55	图 1-10
囊胚阶段	12.0	囊胚早期	24:07	图 1-11
	12.0	囊胚中期	30:01	图 1-12
	12.5	囊胚晚期	37:50	图 1-13
原肠阶段	12.5	原肠早期	47:50	图 1-14
	12.5	原肠中期	53:48	图 1-15
	13.0	原肠晚期	63:02	图 1-16
神经胚阶段	13.0	小卵黄栓期	72:39	图 1-17
	13.5	神经胚期	73:52	图 1-18
	13.5	胚孔封闭期期	77:23	图 1-19
器官形成阶段	13.5	肌节出现期	84:43	图 1-20
	12.5	眼囊形成期	92:05	图 1-21
	12.0	耳囊形成期	131:02	图 1-22
	12.0	尾芽期	145:51	图 1-23
	11.5	肌肉效应期	148:22	图 1-24
	11.5	耳石期	158:08	图 1-25
	11.0	心博期	174:52	图 1-26
	10.5	胸鳍原基期	204:18	图 1-27
	10.0	血液循环期	220:20	图 1-28
出膜阶段	9.0	出膜前期	250:14	图 1-29
	9.0	出膜中	268:14	图 1-30
	9.5	出膜仔鱼	290:49	图 1-31

2.1 受精卵

新疆裸重唇鱼的成熟卵粒圆球形,沉性,橘黄色或淡黄色(不同个体有所差异),卵径(2.57 ± 0.01) mm(图 1-1)。遇水受精后,出现黏性,易黏附于容器内壁,但黏性不强,用羽毛轻拨或微流水冲洗,极易脱落。受精后 46 min,受精卵充分吸水,此时卵膜径为(3.96 ± 0.02) mm(图 1-2),黏性消失,卵粒颜色变浅。

2.2 胚盘期

受精后 2 h 55 min,动物极与植物极分化,原生质在动物极一侧集中并隆起,即为胚盘期(图 1-3)。

2.3 卵裂期

受精卵经过 5 h 15 min 的发育,在胚盘中央出现第一条分裂沟,将胚盘分裂成 2 个大小基本相似

的细胞,即 2 细胞期(图 1-4)。经 6 h 49 min 的发育,在胚盘中央出现与第一分裂沟垂直的第二条分裂沟,将胚盘分裂为 4 个大小基本相等的细胞,为 4 细胞期(图 1-5)。经 8 h 32 min 的发育,胚盘上出现 2 条位于第一分裂沟两侧且与之平行的分裂沟,在胚盘上形成 2 × 4 排列的 8 个大小基本相似的细胞球,为 8 细胞期(图 1-6)。经 10 h 20 min 的发育,胚盘上出现 2 条位于第二分裂沟两侧且与之平行的分裂沟,在胚盘上形成 4 × 4 排列的 16 个大小相近的细胞球,为 16 细胞期(图 1-7)。经过 12 h 5 min 的发育,进行第 5 次分裂,进入 32 细胞期(图 1-8)。经过 13 h 43 min 的发育,进行第 6 次分裂,进入 64 细胞期(图 1-9)。此后,每隔 1 h 10 min 左右出现 1 次分裂。经过多次分裂,细胞球数量不断增加,细胞之间界逐渐趋于模糊,细胞球多层叠

加排列于卵黄上方,为多细胞期(图 1-10)。

#### 2.4 囊胚期

受精后 24 h 7 min,随着细胞数目不断增加,胚盘逐渐隆起,高度约为卵黄径的 1/4,为囊胚早期(图 1-11)。

受精后 30 h 1 min,伴随着细胞分裂,胚盘高度逐渐下降至卵径的约 1/5,为囊胚中期(图 1-12)。

受精后 37 h 50 min,胚盘继续下降,似“小帽”覆盖于卵黄囊上,为囊胚晚期(图 1-13)。

#### 2.5 原肠胚期

受精后 47 h 50 min,胚盘细胞逐渐向植物极下包约卵黄的 1/3,在此过程中,细胞边缘逐渐增厚并发生内卷,形成胚环,为原肠早期(图 1-14)。

受精后 53 h 48 min,胚盘继续下包卵黄约 2/3,胚环一侧细胞集中并形成胚盾,为原肠中期(图 1-15)。

受精后 63 h 2 min,胚盘下包卵黄囊的 4/5,胚盾前端略显膨大并逐渐延伸,在植物极端形成 1 个较大的卵黄栓,为原肠后期(图 1-16)。

#### 2.6 神经胚期

受精后 72 h 39 min,受精卵仅在植物极有 1 个小的卵黄栓,其余部分均被动物极细胞所覆盖,为小卵黄栓期(图 1-17)。

受精后 73 h 52 min,胚盾背中部的外胚层开始增殖并集中加厚形成神经板,胚体轮廓显现,为神经胚期(图 1-18)。

受精后 77 h 23 min,胚层逐渐将整个卵黄全部包裹,胚孔闭合,即为胚孔封闭期(图 1-19)。

#### 2.7 器官形成期

受精后 84 h 43 min,在胚体中部略靠前的位置出现 3~5 对透明肌节,为肌节出现期(图 1-20)。

受精后 92 h 5 min,头部两侧出现凹陷,呈椭圆形,并逐渐扩大形成眼囊,即眼囊形成期(图 1-21);此时,肌节增至 10~12 对,胚体长度也随之增加,包裹卵黄囊约 4/5。

受精后 131 h 2 min,在眼后方和脊索前端上方出现耳囊,此阶段背部肌节数增多,为 19~21 对,为耳囊形成期(图 1-22)。

受精后 145 h 51 min,胚体一端卵黄出现凹陷并逐渐游离于卵黄,肌节增至 24~26 对,为尾芽期(图 1-23)。

受精后 148 h 22 min,尾芽逐渐伸长,肌节 27~29 对,胚体中部肌节带动尾部向一侧扭动,扭动频

率约 8 次/min,为肌肉效应期(图 1-24)。

受精后 158 h 8 min,胚体两侧耳囊内出现 2 颗带色素的颗粒,为耳石形成期(图 1-25)。

受精后 174 h 52 min,在胚体头部与卵黄囊之间的围心腔内出现 1 条形状并有规律跳动的原基,频率约 28 次/min,为心搏期(图 1-26)。

受精后 204 h 18 min,在耳囊前端靠近卵黄囊处两侧细胞聚集,并突出于体表,形成胸鳍原基,即为胸鳍原基期(图 1-27)。

受精后 220 h 20 min,心脏开始向头部供血,血液呈淡红色,即为血液循环期(图 1-28)。

#### 2.8 出膜期

受精后 250 h 14 min,可见胚体内明显的血液循环(图 1-29)。血液由心脏出发,经背部主动脉流向全身,再通过静脉后回到心脏;胚体在卵膜内做翻滚或旋转运动。

受精后 268 h 14 min,胚体在卵膜内剧烈运动,以头部撞击卵膜,最终以头或尾最先破膜而出(图 1-30)。受精后 290 h 49 min,完成出膜。出膜仔鱼淡黄色,除眼部有轻微色素沉积外,通体透明,全长 $(10.79 \pm 0.07)$  mm(图 1-31)。卵黄囊紧贴仔鱼腹部,前端球状,后端呈棒状,仔鱼侧卧于水底,偶尔向一侧弯曲身体做抬头运动或上窜游动。

### 3 讨论

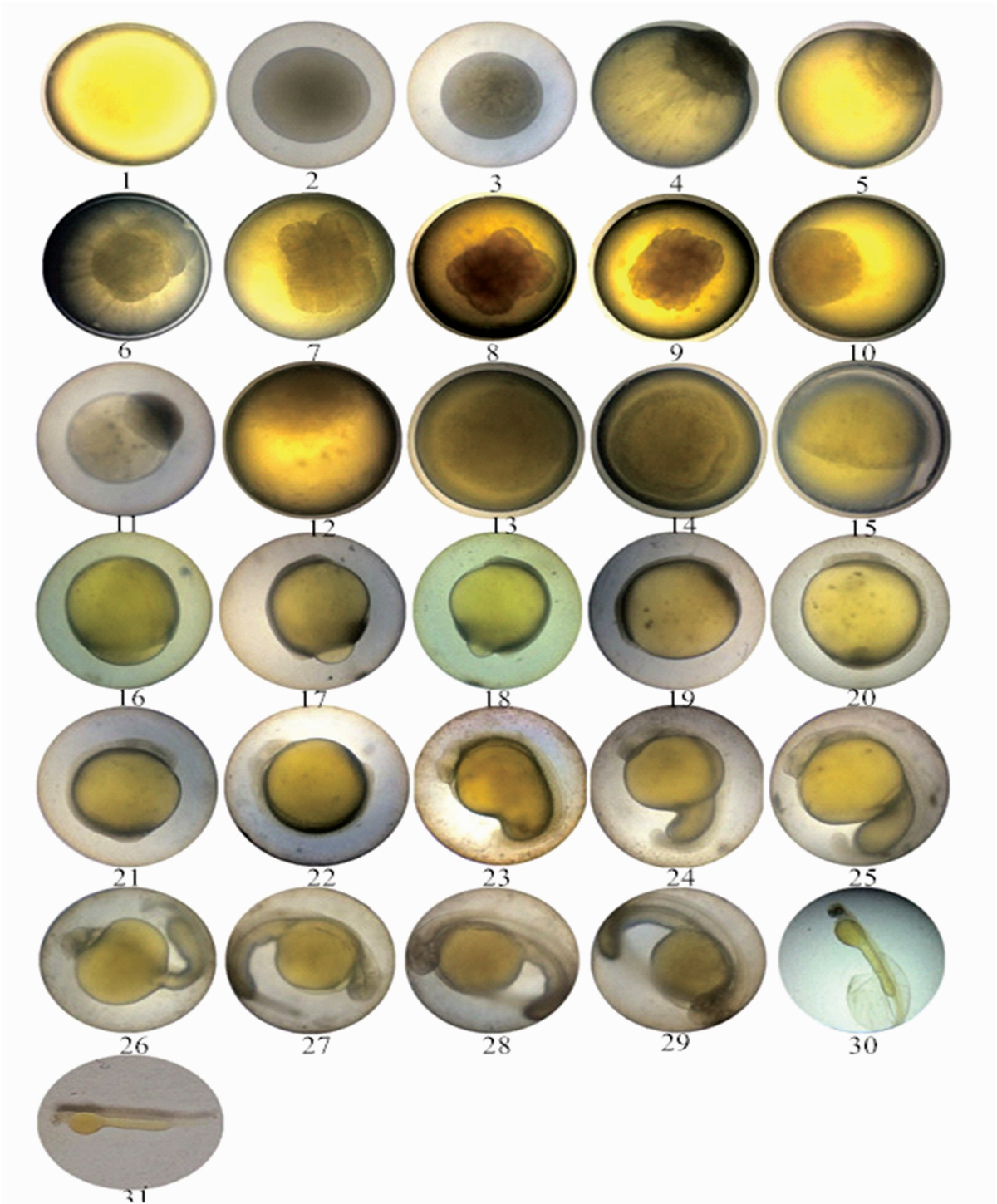
新疆裸重唇鱼与裂腹鱼亚科其他鱼类在卵粒性质、胚胎发育和出膜仔鱼特征的比较见表 2。

#### 3.1 新疆裸重唇鱼卵的特点

新疆裸重唇鱼成熟卵粒直径 $(2.57 \pm 0.01)$  mm,与厚唇裸重唇鱼(*G. pachycheilus*) $[(2.50 \pm 0.16)$  mm]<sup>[12]</sup>较为接近,大于扁吻鱼(*Aspiorhynchus laticeps*) $(1.5 \sim 1.7)$  mm<sup>[13]</sup>、青海湖裸鲤(*Gymnocypris przewalskii*) $(1.9 \sim 2.3)$  mm<sup>[14]</sup>、塔里木裂腹鱼(*Schizothorax biddulphi*) $[(1.7 \pm 0.058)$  mm]<sup>[15]</sup>和伊犁裂腹鱼(*S. pseudaksaiensis*) $(2.9 \sim 3.1)$  mm<sup>[16]</sup>;比齐口裂腹鱼(*S. prenanti*) $(2.9 \sim 3.0)$  mm<sup>[17]</sup>、细鳞裂腹鱼(*S. chongi*) $(2.6 \sim 3.0)$  mm<sup>[18]</sup>、长丝裂腹鱼(*S. dolichonema*) $[(2.89 \pm 0.30)$  mm]<sup>[19]</sup>、短须裂腹鱼(*S. wangchiachii*) $[(3.18 \pm 0.17)$  mm]<sup>[20]</sup>和异齿裂腹鱼(*S. oconnori*) $[(2.92 \pm 0.16)$  mm]<sup>[21]</sup>小。

#### 3.2 水温对新疆裸重唇鱼胚胎发育的影响

受遗传因素影响,鱼类胚胎发育具有各自的特



1—受精卵；2—吸水后的受精；3—胚盘期；4—2 细胞期；5—4 细胞期；6—8 细胞期；7—16 细胞期；8—32 细胞期；9—64 细胞期；10—多细胞期；11—囊胚早期；12—囊胚中期；13—囊胚晚期；14—原肠早期；15—原肠中期；16—原肠晚期；17—小卵黄栓期；18—神经胚期；19—胚孔封闭期；20—肌节出现期；21—眼囊形成期；22—耳囊形成期；23—尾芽期；24—肌肉效应期；25—耳石期；26—心搏期；27—胸鳍原基期；28—血液循环期；29—出膜前期；30—出膜中期；31—初孵仔鱼

图1 新疆裸重唇鱼胚胎发育过程

点,同时在发育过程中,也受水温、溶氧、光照等的影响<sup>[22]</sup>。本试验中新疆裸重唇鱼受精卵在 9.0 ~ 13.5 ℃ 自然水温条件下,整个胚胎发育过程历时 290 h 49 min。与表 2 中其他鱼类相比,由于种属和

孵化水温的差异,胚胎发育所需时间也有所不同,但均小于新疆裸重唇鱼胚胎发育所需时间。笔者认为,在一定的温度范围内,适当提高新疆裸重唇鱼受精卵的孵化水温,可以缩短其胚胎发育时间,

表 2 新疆裸重唇鱼与裂腹鱼亚科其他鱼类卵粒、胚胎发育和出膜仔鱼特征比较

种类	成熟卵径 (mm)	吸水后卵径 (mm)	孵化水温 (℃)	孵化时间	出膜仔鱼全长 (mm)
新疆裸重唇鱼	2.57 ± 0.01	3.96 ± 0.02	9.0 ~ 13.5	290 h 49 min	10.79 ± 0.07
厚唇裸重唇鱼 <sup>[12]</sup>	2.50 ± 0.16	4.14 ± 0.13	9	218 h	9.35
扁吻鱼 <sup>[13]</sup>	1.5 ~ 1.7	2.6 ~ 2.8	18 ~ 21	94 h 15 min	7 ~ 8
青海湖裸鲤 <sup>[14]</sup>	1.9 ~ 2.3	3.9 ~ 4.1	18 ~ 21	132 h	9.05
塔里木裂腹鱼 <sup>[15]</sup>	1.7 ± 0.058	2.90 ± 0.073	16 ~ 19	93 h	7.29 ± 0.18
伊犁裂腹鱼 <sup>[16]</sup>	1.70 ~ 1.80	2.90 ~ 3.10	19 ~ 21	125 h 30 min	7.9
齐口裂腹鱼 <sup>[17]</sup>	2.9 ~ 3.0	4.2	16.8	134 h	11
细鳞裂腹鱼 <sup>[18]</sup>	2.6 ~ 3.0	3.4 ~ 4.1	17 ± 1	124 h	9 ~ 11
长丝裂腹鱼 <sup>[19]</sup>	2.89 ± 0.30	3.72 ± 0.06	15.9 ± 0.6	217 h	10.22 ± 0.25
短须裂腹鱼 <sup>[20]</sup>	3.18 ± 0.17	3.96 ± 0.25	13.68 ± 0.32	192 h 30 min	10.88 ± 0.41
异齿裂腹鱼 <sup>[21]</sup>	2.92 ± 0.16	3.72 ± 0.31	13.0 ~ 14.5	193.22 h	8.97 ± 0.31

降低受精卵的损耗,从而达到提高孵化率的目的,但其最适水温还需进一步探索试验。

### 3.3 新疆裸重唇鱼胚胎发育过程及出膜仔鱼特点

新疆裸重唇鱼肌节出现期早于眼囊形成期,与齐口裂腹鱼的肌节出现于眼囊期之后不同,与表 2 中的其他鱼类一致;其耳囊形成期早于尾芽期,这一特点与齐口裂腹鱼相同,而厚唇裸重唇鱼、伊犁裂腹鱼、细鳞裂腹鱼、长丝裂腹鱼和短须裂腹鱼的耳囊形成期则晚于尾芽期。

出膜仔鱼淡黄色,除眼部有轻微色素沉积外,通体透明,体表未见其他色素沉积,这一特点与已报道的扁吻鱼、青海湖裸鲤出膜仔鱼特征相似,而厚唇裸重唇、齐口裂腹鱼、细鳞裂腹鱼和短须裂腹鱼均未出现眼色素和体色素;出膜仔鱼全长(10.79 ± 0.07) mm,相较于裂腹鱼亚科其他鱼类,与齐口裂腹鱼(11.0 mm)、细鳞裂腹鱼(9 ~ 11 mm)长丝裂腹鱼[(10.22 ± 0.25) mm]和短须裂腹鱼[(10.88 ± 0.41) mm]较为接近,而略大于厚唇裸重唇(9.35 mm)青海湖裸鲤(9.05 mm)、和异齿裂腹鱼[(8.97 ± 0.31) mm],明显大于扁吻鱼(7 ~ 8 mm)、塔里木裂腹鱼[(7.29 ± 0.18) mm]、伊犁裂腹鱼(7.9 mm)。

### 参考文献:

- [1] 乐佩琪. 中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目(下卷)[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [2] 武云飞,吴翠珍. 青藏高原鱼类[M]. 成都:四川科学技术出版社,1982.
- [3] 郭 焱,张人铭,蔡林钢,等. 新疆鱼类志[M]. 乌鲁木齐:新疆科学技术出版社,2012.
- [4] 马燕武,郭 焱,陈 朋,等. 新疆开都河鱼类区系组成与分布

- [J]. 淡水渔业,2013,43(5):21-26.
- [5] 李国刚,冯晨光,汤永涛,等. 新疆内陆河土著鱼类资源调查[J]. 甘肃农业大学学报,2017,52(3):22-27.
- [6] 新疆保护水生野生动物名录:新政发[2004]67号[Z].
- [7] 李玉娟. 伊犁河新疆裸重唇鱼个体生物学研究[D]. 阿拉尔:塔里木大学,2015.
- [8] 蔡林钢,牛建功,李 红,等. 巩乃斯河新疆裸重唇鱼和斑重唇鱼产卵场微环境研究[J]. 干旱区研究,2013,30(1):144-148.
- [9] 李玉娟,任道全,陈生熬,等. 伊犁河三支流新疆裸重唇鱼的生长特性研究[J]. 水生态学杂志,2015,36(6):59-65.
- [10] 牛建功,刘春池,刘 鸿,等. 乌鲁木齐河新疆裸重唇鱼栖息地适宜度初步评价[J]. 浙江海洋大学学报(自然科学版),2017,36(5):403-408,413.
- [11] 牛建功,张 涛,刘 鸿,等. 新疆裸重唇鱼初孵仔鱼寄生虫病及其防治试验[J]. 河北渔业,2017(11):41-43.
- [12] 张艳萍,王 太,焦文龙,等. 厚唇裸重唇鱼胚胎发育的形态学观察[J]. 四川动物,2013,32(3):389-392.
- [13] 张人铭,马燕武,吐尔逊,等. 新疆扁吻鱼的胚胎发育和仔鱼发育的初步观察[J]. 干旱区研究,2008(2):190-195.
- [14] 史建全,祁洪芳,杨建新,等. 青海湖裸鲤人工繁殖及鱼苗培育技术的研究[J]. 淡水渔业,2000(2):3-6.
- [15] 龚小玲,崔忠凯,吴敏芝,等. 塔里木裂腹鱼胚胎和仔鱼的发育与生长[J]. 上海海洋大学学报,2013,22(6):827-834.
- [16] 蔡林钢,牛建功,张北平,等. 伊犁裂腹鱼胚胎及早期仔鱼发育的观察[J]. 淡水渔业,2011,41(5):74-79.
- [17] 吴 青,王 强,蔡礼明,等. 齐口裂腹鱼的胚胎发育和仔鱼的早期发育[J]. 大连水产学院学报,2004,19(3):218-221.
- [18] 陈礼强,吴 青,郑曙明,等. 细鳞裂腹鱼胚胎和卵黄囊仔鱼的发育[J]. 中国水产科学,2008,15(6):927-934.
- [19] 刘小帅,王红梅,甘维熊,等. 雅砻江长丝裂腹鱼胚胎形态发育及仔鱼生长研究[J]. 安徽农业科学,2017,45(31):118-121.
- [20] 刘 阳,朱挺兵,吴兴兵,等. 短须裂腹鱼胚胎及早期仔鱼发育观察[J]. 水产科学,2015,34(11):683-689.
- [21] 张良松. 异齿裂腹鱼胚胎发育与仔鱼早期发育的研究[J]. 大连海洋大学学报,2011,26(3):238-242.
- [22] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 基隆:水产出版社,1998.