

## ◆水产渔业◆

不同季节巴马拟缨鱼性腺发育特征<sup>\*</sup>韦云勇<sup>1</sup>,程光平<sup>1,2\*\*</sup>,麻艳群<sup>1\*\*</sup>,董升辉<sup>1</sup>,司楠<sup>1</sup>,古昌辉<sup>1</sup>,程蔓<sup>1</sup>

(1. 广西大学动物科学技术学院,广西南宁 530004;2. 广西海洋研究有限责任公司,广西北海 536000)

**摘要:**通过分析巴马拟缨鱼(*Pseudocrossocheilus bamaensis*)不同季节性腺发育及组织结构特征,为人工繁殖巴马拟缨鱼及种质资源保护提供基础资料。本研究采用常规解剖学和组织学方法,研究巴马拟缨鱼性腺组织结构、性腺发育分期和群体年龄结构的四季分布特点。结果显示,巴马拟缨鱼卵巢时相春季主要为Ⅲ期,卵黄泡数量增加,核仁数减少,核空泡消失,核膜不明显,卵粒呈浅黄色;夏季为Ⅲ期和Ⅳ期,卵黄泡数量明显增多,卵黄颗粒逐渐充满整个细胞,细胞体积更大,卵子颗粒分明,大小较一致;秋、冬季均为Ⅱ期,卵粒不能分离,呈极小半透明,卵母细胞间分布有结缔组织。巴马拟缨鱼精巢时相春、秋和冬季以Ⅱ期为主,半透明细线状的精巢紧贴于鳔腹面两侧,细胞核大且颜色较深,细胞质浅红色,且具有透明泡状;夏季为Ⅲ期和Ⅳ期,精巢体积增大,表面血管发达,呈淡红色,视野充满初级精母细胞和次级精母细胞。基于性腺发育期季节性变化特点推测,巴马拟缨鱼雌、雄鱼的繁殖季节均为夏季,产卵类型为同步产卵。

**关键词:**巴马拟缨鱼;性成熟年龄;繁殖季节;四季变化;繁殖类型

中图分类号:Q132;S917.4 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2024)02-0287-08

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20240619.009

巴马拟缨鱼(*Pseudocrossocheilus bamaensis*)俗称巴马油鱼,隶属鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)野鲮亚科(Labeoninae)穗唇鲃属(*Crossocheilus*),原产于广西河池市巴马瑶族自治县的盘阳河<sup>[1]</sup>。巴马拟缨鱼肉质鲜美,营养价值较高,近年来由于过度捕捞导致其野生种群资源量急剧下降。目前,关于巴马拟缨鱼的研究报道不多。程光平<sup>[1]</sup>研究

了巴马拟缨鱼地理种群的差异性,年龄与体长、体质量的线性关系,性腺发育不同分期的性腺特征及细胞时相,以及巴马拟缨鱼人工养殖方法。庞卫等<sup>[2]</sup>分析了野生巴马拟缨鱼的肌肉营养成分,发现其肌肉中蛋白质含量高,脂肪含量适中,富含各类氨基酸及不饱和脂肪酸,具有较高的营养价值。杨芳等<sup>[3]</sup>研究表明,巴马拟缨鱼的新陈代谢水平与养殖水温呈正相

收稿日期:2023-04-03 修回日期:2023-07-21

\* 广西重点研发计划项目(桂科 AB18221116)资助。

## 【第一作者简介】

韦云勇(1996—),男,在读硕士研究生,主要从事水产生态养殖研究。

## 【\*\*通信作者简介】

程光平(1956—),男,博士,教授,主要从事水产生态养殖研究,E-mail:cgp5@163.com。

麻艳群(1980—),女,博士,副教授,主要从事水产动物健康养殖研究,E-mail:mayanqun@163.com。

## 【引用本文】

韦云勇,程光平,麻艳群,等.不同季节巴马拟缨鱼性腺发育特征[J].广西科学,2024,31(2):287-294.

WEI Y Y, CHENG G P, MA Y Q, et al. Characteristics of Gonadal Development of *Pseudocrossocheilus bamaensis* in Different Seasons [J]. Guangxi Sciences, 2024, 31(2): 287-294.

关,水温在 10—25 ℃ 最佳。张曼等<sup>[4]</sup>研究发现,嗜水气单胞菌(*Aeromonas hydrophila*)是引起巴马拟缨鱼暴发性死亡的主要病原菌。一直以来,在市场上销售的巴马拟缨鱼均为野外捕获,人工繁殖尚未取得成功,因而开展野生巴马拟缨鱼繁殖生物学研究,对巴马拟缨鱼的人工繁殖有着至关重要的作用。本研究以广西红水河都安段红渡河群体为研究对象,研究其性腺组织结构、性腺发育分期和群体年龄结构的四季分布特点,拟为巴马拟缨鱼种质资源保护和人工繁殖提供基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验鱼的季节性样品群采自广西红水河都安段红渡河,均为当地渔民捕捞巴马拟缨鱼群体的随机样本。采样期分别为 2020 年 3 月、2020 年 6 月、2020 年 9 月和 2021 年 1 月,4 个不同采样期的样本分别称为春季、夏季、秋季和冬季样本群,每个季节雌、雄样本群共 14—15 尾。总体样本雌鱼 34 尾,雄鱼 25 尾,雌雄比为 1.36 : 1;雌鱼体质量为(51.53 ± 20.55) g,体长为(13.35 ± 3.50) cm;雄鱼体质量为(39.59 ± 19.31) g,体长为(12.04 ± 3.48) cm。

### 1.2 年龄鉴定和性腺分期

巴马拟缨鱼年龄鉴定主要参考张学健<sup>[5]</sup>和谢玺等<sup>[6]</sup>的方法。性腺分期主要参考程光平<sup>[1]</sup>和崔丹等<sup>[7]</sup>的方法,同时结合其性腺形态、色泽及组织切片

情况进行划分。

### 1.3 性腺观察及切片的制作

活体状态下测量常规生物学数据,解剖后肉眼观察性别及性腺发育情况,拍照并记录色泽等其他外形特征。取性腺样本修块、标记,在组织脱水机中经梯度酒精脱水处理 17 h,二甲苯透明,石蜡包埋,连续切片(厚度 5—6 μm)、展片、烤片、HE 染色、封片、晾干,用 Nikon 台式显微镜观察,并拍照记录。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2016 软件进行数据处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 年龄组成

巴马拟缨鱼红渡河群体全年年龄组成共 5 个龄组,主要龄段是 2 龄(45.76%)和 3 龄(38.98%),占全年年龄组成的 84.74%。春季样本群主要龄段为 2 龄(92.86%);夏季为 3 龄(53.33%);秋季为 2 龄和 3 龄,共占秋季 5 个龄组的 73.33%;冬季为 3 龄(60.00%)。雌性巴马拟缨鱼春季样本群仅有 2 龄,夏季主要龄段为 3 龄(66.67%),秋季为 3 龄(44.44%),冬季为 2 龄(50.00%)。雄性巴马拟缨鱼春季样本群主要龄段为 2 龄(83.33%),夏季为 2 龄和 3 龄(共 83.33%),冬季为 3 龄(85.71%)。巴马拟缨鱼雌鱼主繁殖群体(3 龄)在夏季占比最高(66.67%),雄鱼主繁殖群体(3 龄)在冬季占比最高(85.71%)(表 1)。

表 1 巴马拟缨鱼雌、雄鱼四季年龄组成

Table 1 Age composition of the male and female *P. bamaensis* in four seasons

Unit: %

| 季节<br>Season |        | 1 龄<br>1 instar | 2 龄<br>2 instar | 3 龄<br>3 instar | 4 龄<br>4 instar | 5 龄<br>5 instar |
|--------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Spring       | Female | —               | 100.00          | —               | —               | —               |
|              | Male   | 16.67           | 83.33           | —               | —               | —               |
|              | Total  | 7.14            | 92.86           | —               | —               | —               |
| Summer       | Female | —               | 11.11           | 66.67           | 22.22           | —               |
|              | Male   | —               | 50.00           | 33.33           | —               | 16.67           |
|              | Total  | —               | 26.67           | 53.33           | 13.33           | 6.67            |
| Autumn       | Female | —               | 33.33           | 44.44           | 11.11           | 11.11           |
|              | Male   | 33.33           | 33.33           | 33.33           | —               | —               |
|              | Total  | 13.33           | 33.33           | 40.00           | 6.67            | 6.67            |
| Winter       | Female | —               | 50.00           | 37.50           | 12.50           | —               |
|              | Male   | —               | 14.29           | 85.71           | —               | —               |
|              | Total  | —               | 33.33           | 60.00           | 6.67            | —               |
| Annual       |        | 5.08            | 45.76           | 38.98           | 6.78            | 3.39            |

2.2 性腺分期

巴马拟缨鱼全年样本群体,雌、雄鱼均以Ⅱ期时相为主,其次是Ⅲ期,最少为Ⅳ期。2龄雌鱼Ⅱ期时相占比最高(32.35%),3龄雌鱼Ⅲ期时相占比最高(20.59%)。2龄和3龄雄鱼Ⅱ期时相占比相同且最高(32.00%)。巴马拟缨鱼春季样本群体卵巢性腺期以Ⅲ期为主(62.50%),夏季大多处于Ⅲ期(44.44%)和Ⅳ期(44.44%),秋季以Ⅱ期为主(77.78%),冬季以Ⅱ期为主(62.50%)。雄鱼春季样本群体精巢性腺期全部为Ⅱ期,夏季以Ⅲ期为主(83.33%),秋季和冬季精巢全部退化为Ⅱ期。Ⅳ期卵巢均出现于夏季3龄组和4龄组,Ⅳ期精巢只出现于夏季2龄组(表2、表3)。

表2 巴马拟缨鱼雌、雄鱼各龄段性腺时相

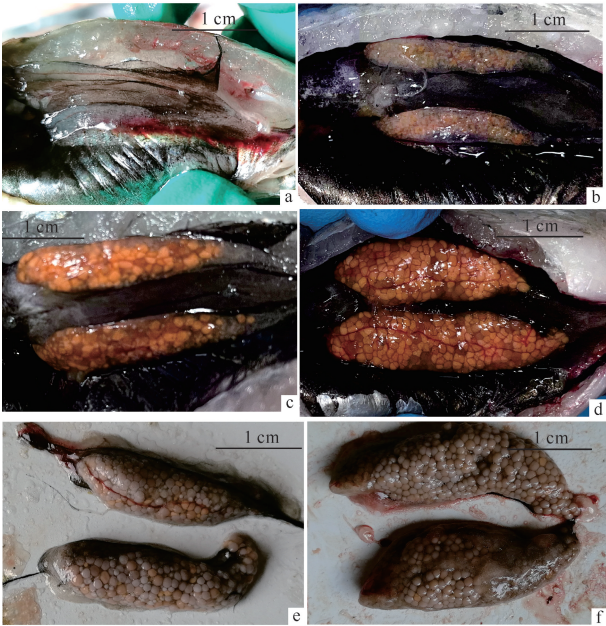
| Table 2 Gonadal phase at different ages of male and female <i>P. bamaensis</i> Unit: % |          |       |       |             |       |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|-------------|-------|------|
| 年龄<br>Instar                                                                           | 卵巢 Ovary |       |       | 精巢 Testicle |       |      |
|                                                                                        | Ⅱ        | Ⅲ     | Ⅳ     | Ⅱ           | Ⅲ     | Ⅳ    |
| 1                                                                                      | —        | —     | —     | 12.00       | —     | —    |
| 2                                                                                      | 32.35    | 14.71 | —     | 32.00       | 8.00  | 4.00 |
| 3                                                                                      | 11.76    | 20.59 | 5.88  | 32.00       | 8.00  | —    |
| 4                                                                                      | 2.94     | 2.94  | 5.88  | —           | —     | —    |
| 5                                                                                      | —        | 2.94  | —     | —           | 4.00  | —    |
| Total                                                                                  | 47.06    | 41.18 | 11.76 | 76.00       | 20.00 | 4.00 |

表3 巴马拟缨鱼雌、雄鱼四季性腺时相组成

| Table 3 Gonadal phase composition of male and female <i>P. bamaensis</i> in four seasons |              |          |       |       |             |       | Unit: % |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|-------|-------|-------------|-------|---------|
| 季节<br>Season                                                                             | 年龄<br>Instar | 卵巢 Ovary |       |       | 精巢 Testicle |       |         |
|                                                                                          |              | Ⅱ        | Ⅲ     | Ⅳ     | Ⅱ           | Ⅲ     | Ⅳ       |
| Spring                                                                                   | 1            | —        | —     | —     | 16.67       | —     | —       |
|                                                                                          | 2            | 37.50    | 62.50 | —     | 83.33       | —     | —       |
|                                                                                          | Total        | 37.50    | 62.50 |       | 100.00      |       |         |
| Summer                                                                                   | 2            | 11.11    | —     | —     | —           | 33.33 | 16.67   |
|                                                                                          | 3            | —        | 44.44 | 22.22 | —           | 33.33 | —       |
|                                                                                          | 4            | —        | —     | 22.22 | —           | —     | —       |
|                                                                                          | 5            | —        | —     | —     | —           | 16.67 | —       |
|                                                                                          | Total        | 11.11    | 44.44 | 44.44 |             | 83.33 | 16.67   |
| Autumn                                                                                   | 1            | —        | —     | —     | 33.33       | —     | —       |
|                                                                                          | 2            | 33.33    | —     | —     | 33.33       | —     | —       |
|                                                                                          | 3            | 44.44    | —     | —     | 33.33       | —     | —       |
|                                                                                          | 4            | —        | 11.11 | —     | —           | —     | —       |
|                                                                                          | 5            | —        | 11.11 | —     | —           | —     | —       |
|                                                                                          | Total        | 77.78    | 22.22 |       | 100.00      |       |         |
| Winter                                                                                   | 2            | 50.00    | —     | —     | 14.29       | —     | —       |
|                                                                                          | 3            | —        | 37.50 | —     | 85.71       | —     | —       |
|                                                                                          | 4            | 12.50    | —     | —     | —           | —     | —       |
|                                                                                          | Total        | 62.50    | 37.50 |       | 100.00      |       |         |

2.3 卵巢发育季节性变化特点

巴马拟缨鱼卵巢发育阶段如图1所示。Ⅱ期卵巢紧贴体壁,呈半透明细小的偏棒状,表面可见一条较粗血管,卵粒呈极小半透明颗粒(图1:a)。Ⅲ期卵巢呈浅黄色,体积比Ⅱ期卵巢明显增加,肉眼可见不能分离的浅黄色卵粒(图1:b)。Ⅳ期初期卵巢呈深黄色,表面血管变粗并有许多微细血管纵横交错,砖色大小不均的卵粒清晰可见(图1:c)。Ⅳ期中期卵巢呈砖红色,体积膨胀,表面血管交错粗大,卵粒大小比较均匀,两个卵巢的长度明显不同(图1:d)。Ⅳ期末期卵巢呈灰色,卵粒饱满圆润,颗粒分离,但尚未成熟,若此期轻压鱼腹,卵粒不能流出(图1:e-f)。



a:stage Ⅱ ovaries;b:stage Ⅲ ovary;c:ovaries at the beginning of stage Ⅳ;d:mid-stage Ⅳ ovary;e-f:ovary at the end of stage Ⅳ.

图1 巴马拟缨鱼卵巢发育不同时期解剖学观察

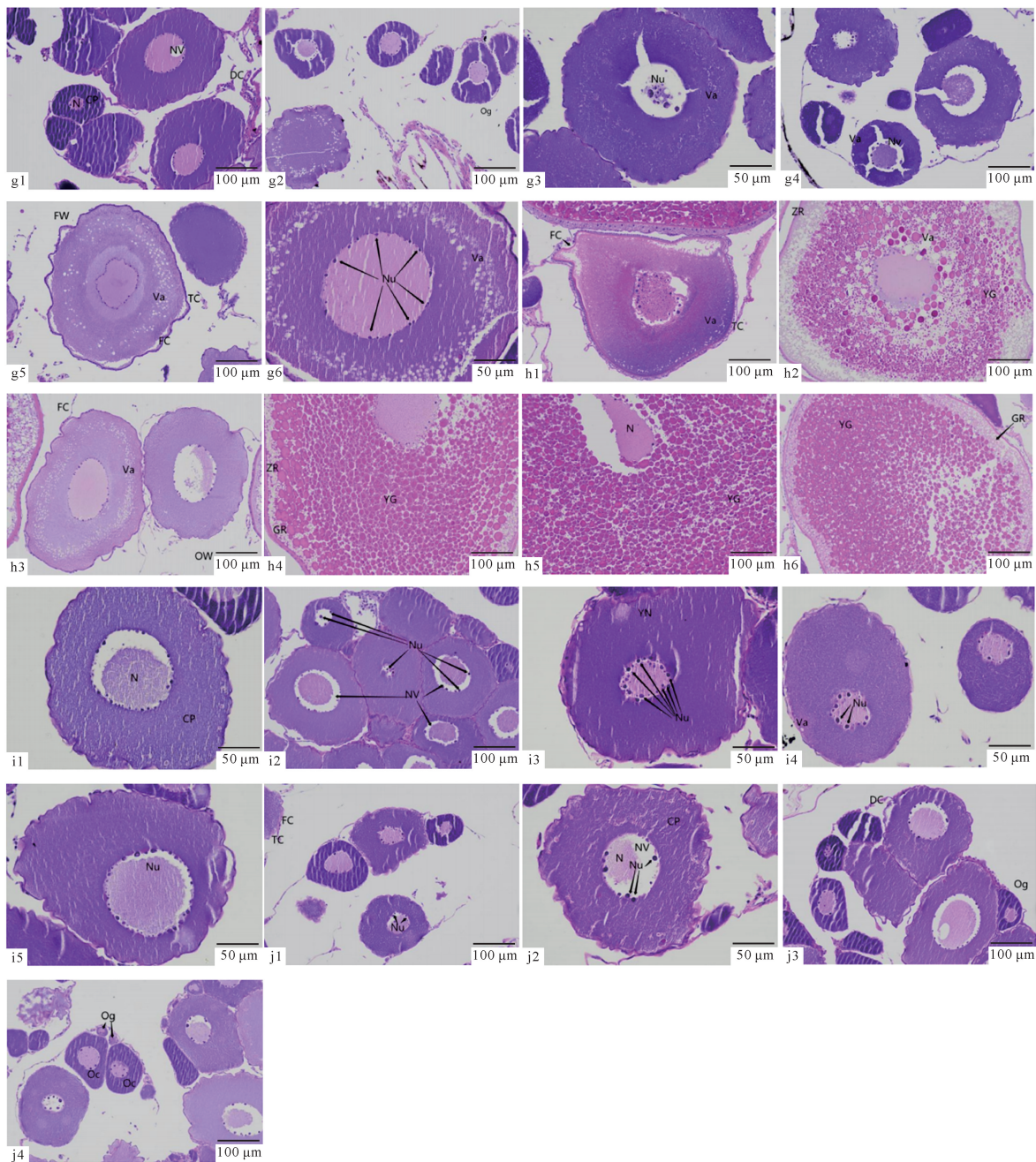
Fig.1 Anatomical observation on different stages of ovarian development of *P. bamaensis*

春季卵巢切片观察:Ⅱ期中期的卵巢主要由大小不一的初级卵母细胞和卵原细胞构成,卵母细胞间分布有结缔组织,具产卵板(图2:g1-g2)。Ⅲ期初期卵巢细胞内出现卵黄泡,核空泡较大(图2:g3-g4)。Ⅲ期中期卵巢的卵黄泡数量增加(图2:g5),核仁数减少,核空泡消失,核膜不明显,卵母细胞外被滤泡细胞包裹,滤泡细胞与周围的结缔组织构成滤泡膜,染色为深紫色(图2:g6)。

夏季卵巢切片观察:相比春季,夏季卵巢有明显的发育,卵巢更饱满。Ⅲ期初期卵巢的卵母细胞开始

产生卵黄泡和核空泡(图 2:h1)。Ⅲ期末期卵巢的卵黄泡明显增多,细胞核缩小,滤泡细胞体积发生变化(图 2:h2,h3)。Ⅳ期初期卵巢发育接近成熟,体积增大,卵黄颗粒开始向卵黄泡填充并逐渐充满细胞,细胞核开始发生变化,滤泡细胞体积增大为方形(图 2:

h4)。与Ⅳ期初期卵母细胞相比,Ⅳ期中期卵母细胞卵黄颗粒逐渐充满整个细胞,且细胞体积更大(图 2:h5),Ⅳ期末期卵母细胞中卵黄泡几乎消失,细胞核明显缩小且向一侧移动(图 2:h6)。



g1—g6: sections of spring ovarian tissue; h1—h6: summer ovarian tissue sections; i1—i5: autumn ovarian tissue sections; j1—j4: winter ovarian tissue sections; g1—g2: Ⅱ middle phase; g3—g4: Ⅲ early phase; g5: Ⅲ middle phase; g6: Ⅲ late phase; h1: Ⅲ early phase; h2—h3: Ⅲ late phase; h4: early phase Ⅳ; h5: phase metaphase in Ⅳ; h6: end of time phase Ⅳ; i1: Ⅲ early phase; i2—i3: Ⅲ late phase; i4: early phase Ⅳ; i5: phase metaphase in Ⅳ; j1—j4: Ⅱ middle phase. N: nucleus; DC: dense connective tissue; Og: oocyte; Nu: nucleolus; FW: follicular membrane; TC: sheath membrane cell; FC: follicular cell; YN: yolk nucleus; Va: yolk vesicle; FC: adipocyte; YG: yolk granule; ZR: radiation zone; GR: granulosa cell; CP: cytoplasm; NV: nucleus vacuole; Oc: oocyte.

图 2 4 个季节的巴马拟缨鱼卵巢组织切片

Fig. 2 Ovarian tissue sections of *P. bamaensis* in four seasons

秋季卵巢切片观察: 卵母细胞体积较小, 相同视野下, 存在多个时相卵母细胞, II 期卵巢主要由 II 时相初期及中期卵母细胞构成(图 2:i1-i3), III 期卵巢主要由 III 时相初期卵母细胞构成(图 2:j4-j5)。

冬季卵巢切片观察: 卵母细胞时相皆为 II 时相初期和中期(图 2:j1-j4)。

夏季卵母细胞直径最大, 卵黄颗粒充满视野, 春季、秋季、冬季卵母细胞直径明显小于夏季。

## 2.4 精巢发育季节变化特点

巴马拟缨鱼精巢如图 3 所示。II 期初期精巢紧贴于鳔腹面两侧, 呈半透明的细线状(图 3:k)。II 期末期半透明细线状的精巢逐渐发育至乳白色棒状(图

3:l)。III 期末期精巢血管发达, 呈淡红色, 体积增大(图 3:m)。雄鱼性腺大多都处于 II 期。

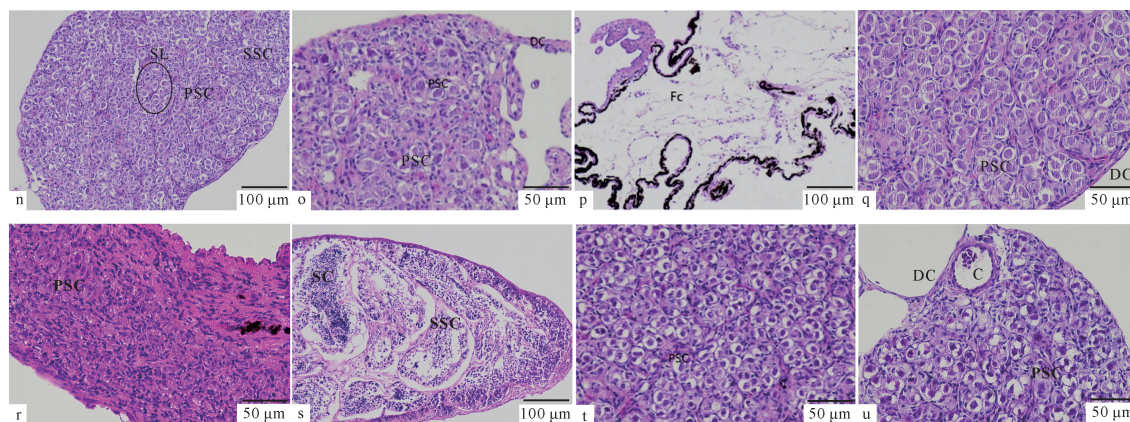
春季精巢处于 II 期, 细胞核大且颜色较深, 细胞质浅红色, 具有透明泡状(图 4:n-q)。夏季 III 期的精巢切片中, 分布初级精母细胞和次级精母细胞, 细胞小而密集(图 4:r), 精巢发育比春季的好。夏季 IV 期精巢切片染色为蓝紫色, 视野充满次级精母细胞(图 4:s)。秋季精巢切片可见结缔组织向内部延伸, 有大量初级精母细胞(图 4:t)。冬季雄鱼性腺全部退化为 II 期, 相较于秋季更加细长, 且与腹腔脂肪交融, 难以取出观察(图 4:u)。



k: early testes of stage II; l: testes at the end of stage II; m: testes at the end of stage III.

图 3 巴马拟缨鱼精巢发育不同时期解剖学观察

Fig. 3 Anatomical observation of testicular development in different stages of *P. bamaensis*



n-q: phase II testis; r: phase III testis; s: phase IV testis; t-u: phase II testis. PSC: primary spermatocyte; SSC: secondary spermatocyte; SC: spermatid; SL: spermatolobule; C: hair vessel.

图 4 巴马拟缨鱼精巢组织切片

Fig. 4 Tissue sections of the testes of *P. bamaensis*

## 3 讨论

### 3.1 性成熟年龄

不同种类鱼类的初次性成熟年龄存在差异, 同种鱼类雌雄个体初次性成熟年龄略有不同, 一般为 2—5 龄<sup>[8]</sup>。桂华鲮(*Sinilabeo decorus*)初次性成熟年龄为 3 龄<sup>[9]</sup>。3 龄的湘华鲮(*S. decorus tungting*)性腺

已达到 III 期, 部分可达 IV 期<sup>[10]</sup>。徽水河光唇鱼(*Acrossocheilus fasciatus*)初次性成熟年龄为 3 龄<sup>[11]</sup>。红鳍原鲃(*Cultrichthys erythropterus*)初次性成熟年龄雌性为 2.0 龄, 雄性为 1.3 龄<sup>[12]</sup>。本研究中, 巴马拟缨鱼 2 龄和 3 龄是构成全年样本年龄组成的主要部分, 春、夏、秋 3 个季节样本的主要年龄段均为 2 龄, 在冬季为 3 龄; 性腺分期全年以 II 期为主; 雌

鱼Ⅱ期卵巢在 2—5 龄的占比从 32.35% 降至 2.94%, Ⅲ期卵巢从 2 龄的 14.71% 升至 3 龄的 20.59%, 后降至 4 龄和 5 龄的 2.94%, Ⅳ期卵巢仅在 3 龄和 4 龄出现; 雄鱼Ⅱ期、Ⅲ期精巢在 1—5 龄中的占比最高, Ⅳ期精巢仅在 2 龄出现。可见, 雌鱼产卵繁殖年龄为 3 龄和 4 龄, 雄鱼精巢均在 2 龄时开始向高时相发育, 推测雌鱼初次性成熟年龄为 3 龄, 雄鱼为 2 龄。

### 3.2 繁殖季节

鱼类繁殖季节不同种之间存在差异。嘉陵江鮡亚科(Gobioninae)鱼类繁殖季节主要在春、夏季, 分别占研究种类的 44%、48%<sup>[13]</sup>。云南盘鮡(*Discogobio yunnanensis*)繁殖期短暂, 精巢会在 3—4 月快速达到Ⅳ、Ⅴ期<sup>[14]</sup>。湘华鲮 4 龄以上性成熟雄鱼, 3 月精巢处于Ⅲ—Ⅳ期, 4 月下旬即可迅速达到Ⅳ、Ⅴ期<sup>[10]</sup>。团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)<sup>[15,16]</sup>的性腺发育、怀卵量在 5 月中旬可达最佳状态。红鳍原鲃的繁殖期主要集中在 5—7 月<sup>[12]</sup>。黑边石斑鱼(*Epinephelus fasciatus*)性腺成熟期和产卵期出现在 7—8 月<sup>[17]</sup>, 桂华鲮在 3—5 月<sup>[9]</sup>, 唇鲮(*Semilabeo notabilis*)在 2—5 月<sup>[18]</sup>。在本研究中, 巴马拟缨鱼雌鱼性腺Ⅱ期在冬季占比最高, Ⅲ期在春季占比最高, Ⅳ期仅在夏季出现; 在夏季样本中, 雌鱼 3 龄的占比最高, 为 66.67%, 其Ⅲ期卵巢的占比远高于其他龄组, 且Ⅳ期卵巢仅在 3 龄和 4 龄出现; 雄鱼精巢在春、秋、冬季全为Ⅱ期, 夏季全为Ⅲ、Ⅳ期, 在夏季样本中, 雄鱼 2 龄的占比最高, 为 50.00%, 其Ⅲ期精巢的占比高于其他龄组, 仅 2 龄的雄鱼精巢发育至Ⅳ期。因此, 推测巴马拟缨鱼的主要繁殖季节是夏季。

### 3.3 繁殖类型

鱼类的性腺发育大多会受季节的影响<sup>[19,20]</sup>。王耀辉等<sup>[21]</sup>发现不同季节的水流变化能够在不同程度上影响刀鲚(*Coilia nasus*)的性腺发育。黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)性腺在不同季节的性腺分期存在一定差异<sup>[19]</sup>。人工养殖的光唇鱼在 5 月时性腺平均成熟系数全年最高, 10 月时最低<sup>[22]</sup>。非洲鲃鱼(*Clarias gariepinus*)的繁殖期是每年的 5—8 月, 休息期为 9 月至次年 2 月, 完全配子发生期为 3—4 月<sup>[23]</sup>。虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)产卵前的 6 个月水温需保持在 5—13℃, 过高或过低的水温均会对虹鳟性腺发育造成损伤<sup>[24]</sup>。本研究中, 巴马拟缨鱼红渡河群体卵巢发育以夏季最优, 冬季最差, 与光唇鱼<sup>[25]</sup>、桂华鲮<sup>[9]</sup>的卵巢发育季节性变化相似, 可能是

因为夏季红水河流速、水温和食物丰度增加, 从而促进鱼类的性腺发育, 冬季红水河水位下降, 流速降低, 水温下降, 此时巴马拟缨鱼活动量较少, 鱼体能量多用于维持体内正常的生命活动, 导致卵巢发育减缓。

硬骨鱼类的产卵类型包括一次性产卵和多次性产卵<sup>[26]</sup>, 如光唇鱼<sup>[27]</sup>、桂华鲮<sup>[9]</sup>、唇鲮<sup>[18]</sup>每年性成熟 1 次, 属于一次性产卵鱼类; 雌性鲮鱼(*Silurus asotus*)在产卵后, 卵巢内还会存有大部分或者部分卵, 属多次性产卵鱼类<sup>[28]</sup>; 厚唇裂腹鱼(*Schizothorax irregularis*)在 3—5 月产卵期产卵后的Ⅵ期卵巢中极少存在成熟的卵粒<sup>[29]</sup>。本研究发现, 巴马拟缨鱼Ⅳ期卵巢中卵子颗粒分明, 大小比较一致, 卵巢内卵母细胞发育同步; 雌鱼性腺成熟系数只在夏季出现 1 次高峰, 判断巴马拟缨鱼一年只排卵 1 次, 属于一次性产卵鱼类。

本研究中, 巴马拟缨鱼精巢发育在夏季仅少数鱼达到Ⅳ期, 大多数是Ⅲ期, 而其他季节处在Ⅱ期, 这与长春鳊(*Parabramis pekinensis*)<sup>[30]</sup>相似, 黄鲢(*Monopterus albus*)也是春末夏初精巢发育成熟<sup>[31]</sup>。然而, 银鲴(*Pampus argenteus*)精巢在 11 月性成熟, 越冬期精巢退化至Ⅲ期, 部分个体精巢在翌年春季再次成熟<sup>[32]</sup>。结合上述报道及本研究中雄鱼精巢的发育情况, 推测巴马拟缨鱼雄鱼精巢发育迅速, 发育时间和高时相维持时间短。

## 4 结论

巴马拟缨鱼广西红水河都安段红渡河群体性腺发育期以Ⅱ期时相为主(61.53%), 其次是Ⅲ期(30.59%), 最少为Ⅳ期(7.88%); 繁殖年龄为 3 龄和 4 龄。雌、雄鱼性腺发育仅在夏季达Ⅳ期, 推测其主要繁殖季节为夏季。雌鱼一年只排卵 1 次, 属于一次性产卵鱼类。雄鱼精巢发育迅速, 但高时相维持时间短, 因此巴马拟缨鱼人工繁殖应选择 3 龄亲本, 且在夏季进行催产。

### 参考文献

- [1] 程光平. 巴马總唇鲃生物学及遗传学研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010.
- [2] 庞卫, 潘艳云, 覃志彪, 等. 野生巴马拟缨鱼肌肉营养成分研究[J]. 水生生物学报, 2010, 34(4): 885-889.
- [3] 杨芳, 黄琳, 高扬, 等. 温度对巴马拟缨鱼饥饿代谢的影响[J]. 广东农业科学, 2013, 40(9): 114-117.
- [4] 张曼, 王振光, 高峰, 等. 巴马拟缨鱼源嗜水气单胞菌分离鉴定及其致病力分析[J]. 南方农业学报, 2020,

- 51(9):2051-2060.
- [5] 张学健. 鱼类年龄鉴定研究进展[C]//2008年中国水产学会学术年会论文摘要集. 昆明:中国水产学会学术年会,2008:309.
- [6] 谢玺,鲍积月,王庆志. 鱼类年龄硬组织鉴定方法研究应用进展[J]. 大连海洋大学学报,2021,36(6):1071-1080.
- [7] 崔丹,刘志伟,刘南希,等. 金钱鱼性腺发育及其组织结构观察[J]. 水产学报,2013,37(5):696-704.
- [8] 金燮理.《中国养殖鱼类繁殖生理学》简评[J]. 内陆水产,1994(5):29.
- [9] 梁军能,杨家坚,卢兆发,等. 桂华鲮性成熟周期和生殖力的研究[J]. 西南农业学报,2010,23(4):1293-1297.
- [10] 邹利,李传武,蒋国民,等. 人工繁殖湘华鲮性腺发育的组织学研究[J]. 水产学杂志,2021,34(2):38-44.
- [11] 何姗. 徽水河光唇鱼的生活史策略研究[D]. 芜湖:安徽师范大学,2011.
- [12] 李宗栋. 滇池红鳍原鲃年龄、生长、繁殖及食性研究[D]. 武汉:华中农业大学,2017.
- [13] 毛聆. 嘉陵江鮡亚科鱼类繁殖特征的差异及演化规律研究[D]. 南充:西华师范大学,2022.
- [14] 赵健蓉. 云南盘鮡繁殖生物学研究[D]. 重庆:西南大学,2018.
- [15] 屈长义,冯建新,张芹,等. 池养2龄伊河团头鲂春季发育成熟度和怀卵量检测[J]. 河南水产,2017(2):19-21.
- [16] 朱成德,钟瑄世,施泽波,等. 太湖移植团头鲂的生长与性腺发育[J]. 淡水渔业,1980(6):5-7.
- [17] 徐文刚,唐永政,张建柏,等. 黑边石斑鱼卵巢周年发育及血清中性激素含量的变化[J]. 大连海洋大学学报,2020,35(5):657-662.
- [18] 庞世勋,王广军. 珠江水系唇鲮的生物学研究[J]. 海洋渔业,2005,27(3):182-186.
- [19] 杨丽冬,林绮媚,舒琥. 黄颡鱼性腺发育的季节性变化[J]. 安徽农业科学,2018,46(3):63-67.
- [20] 张家旭,张云雷,刘淑德,等. 山东近海矛尾虾虎鱼生物学特征及其季节变化[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2021,51(7):122-130.
- [21] 王耀辉,郭正龙,朱永祥,等. 仿江海洄游长江刀鲚繁育技术研究[J]. 水产养殖,2020,41(3):50-52.
- [22] 姚子亮,宓国强,练青平,等. 人工养殖光唇鱼卵巢发育的组织学及周年变化[J]. 水产科学,2013,32(1):31-35.
- [23] VAN OORDT P G W J, PEUTE J, VAN DEN HURK R, et al. Annual correlative changes in gonads and pituitary gonadotropes of feral African catfish, *Clarias gariepinus* [J]. Aquaculture, 1987, 63 (1/2/3/4): 27-41.
- [24] 罗芳成. 虹鳟的人工繁殖技术[J]. 养殖与饲料, 2022, 21(4):43-45.
- [25] 姜建湖,戴海平,竺俊全,等. 养殖光唇鱼(*Acrossocheilus fasciatus*)卵巢发育的组织学观察[J]. 海洋与湖沼, 2013,44(2):348-354.
- [26] 朱国平,刘芳沁. 几何形态测量学及其在鱼类生态学研究中的应用进展[J]. 上海海洋大学学报,2022,31(5):1180-1189.
- [27] 郭丽丽,严云志,席貽龙. 黄山浦溪河光唇鱼的性腺发育周年变化[J]. 淡水渔业,2008,38(6):8-13.
- [28] 杨明忠,李力,王建勇,等. 鲢鱼一年多产产卵试验研究[J]. 宁夏农林科技,1997(3):43-44.
- [29] 赵贺,赵年桦,李丽,等. 厚唇裂腹鱼性腺发育周期及血清中性激素含量变化[J]. 水产科学,2023,42(2):233-240.
- [30] 顾海龙,冯亚明,杨智景,等. 长春鳊性腺发育组织学观察[J]. 水产学杂志,2022,35(3):44-50.
- [31] 周定刚,谭永洪,曹五七,等. 黄鳍精巢发育的周年变化[J]. 四川农业大学学报,2002,20(3):256-261.
- [32] 王腾飞,张鼎元,郭春阳,等. 养殖银鲳性腺发育规律和性类固醇激素变化[J]. 水产学报,2017,41(2):198-211.

## Characteristics of Gonadal Development of *Pseudocrossocheilus bamaensis* in Different Seasons

WEI Yunyong<sup>1</sup>, CHENG Guangping<sup>1,2\* \*</sup>, MA Yanqun<sup>1\* \*</sup>, DONG Shenghui<sup>1</sup>, SI Nan<sup>1</sup>, GU Changhui<sup>1</sup>, CHENG Man<sup>1</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. Guangxi Ocean Research Institute Co., Ltd., Beihai, Guangxi, 536000, China)

**Abstract:** Analyzing the gonad development and tissue structure characteristics of *Pseudocrossocheilus bamaensis* in different seasons can provide basic information for artificial breeding and germplasm resource protection of *P. bamaensis* in the future. In this study, the distribution characteristics of gonad structure, stages of gonad development and population age structure in *P. bamaensis* in four seasons were studied by conventional anatomical and histological methods. The results showed that the ovarian phase of *P. bamaensis* was mainly stage III in spring. The number of yolk vesicles increased. The number of nucleoli decreased. The nuclear vacuoles disappeared. The nuclear membrane was not obvious, and the egg was light yellow. In summer, it was stage III and IV, the number of yolk vesicles increased significantly. The yolk granules gradually filled the whole cell. The cell volume was larger. The egg granules were distinct and the size was more consistent. In autumn and winter, the eggs were in stage II. The eggs could not be separated and were extremely translucent. The connective tissue was distributed between the oocytes. The testis phase of *P. baimanensis* was mainly in stage II in spring, autumn and winter. The semi-transparent fine linear testis was close to both sides of the ventral surface of the swim bladder. The nucleus was large and dark. The cytoplasm was light red, and had a transparent bubble shape. In summer, the testis were in stages III and IV. The volume of testis increased. The surface blood vessels were developed and pink, and the field of vision was full of primary spermatocytes and secondary spermatocytes. Based on the seasonal variation characteristics of gonad development period, it is speculated that the breeding season of both female and male *P. baimanensis* is summer, and the spawning type is synchronous spawning.

**Key words:** *Pseudocrossocheilus bamaensis*; age of sexual maturity; breeding season; four seasons change; reproduction type

责任编辑: 陆媛峰



微信公众号投稿更便捷

联系电话: 0771-2503923

邮箱: gxkx@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>