

迟美丽,贾永义,王雨辰,等. 不同规格的河川沙塘鳢夏花生长及生理生化研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(7):179-182.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.07.043

# 不同规格的河川沙塘鳢夏花生长及生理生化研究

迟美丽, 贾永义, 王雨辰, 程 顺, 刘士力, 蒋文桦, 顾志敏

(浙江省淡水水产研究所/农业部淡水渔业健康养殖重点实验室/浙江省淡水水产遗传育种重点实验室, 浙江湖州 313001)

**摘要:**为深入了解不同规格河川沙塘鳢幼鱼的生长状态、减少沙塘鳢夏花在鱼虾混养池塘内种间和种内残食,通过在车间内建立模拟池塘的生态系统,测定了不同规格沙塘鳢夏花在养殖 37 d 后生长及生理生化指标的变化情况。结果表明,试验中沙塘鳢鱼苗总存活率为 83%,中鱼组的体质量变异系数与其他 2 组相比增加明显。小鱼组的特定生长率最快,且小鱼组的超氧化物歧化酶(SOD)活性、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)活性、雌二醇(E2)含量、睾酮(T)含量、生长激素(GH)含量和甲状腺激素(T4)含量都显著高于中鱼组和大鱼组。另外,小鱼组存在 50% 的小规格鱼不能很好地捕食青虾的现象。综合幼鱼存活率、生长状态和产量,建议初始放养时沙塘鳢体长在 32 mm 以上且沙塘鳢体质量/青虾体质量的平均值在 2.6 以上。

**关键词:**河川沙塘鳢;鱼虾混养;生长差异;氧化还原酶;激素

**中图分类号:** S965.199 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)07-0179-04

河川沙塘鳢(*Odontobutis potamophila*)隶属于鲈形目(Perciformes)沙塘鳢科(Odontobutidae)沙塘鳢属(*Odontobutis*),俗称土布鱼、虎头鲨、虎头呆子等,为淡水底栖

巢穴产卵型肉食性鱼类,该鱼肉质细嫩、营养丰富,是深受广大消费者喜欢的名贵鱼类。但随生态环境的恶化和过度捕捞,天然资源量不断下降。因此,急须通过开展种质保存及选育技术研究来改善其资源衰退的现状。近年来,浙江省淡水水产研究所沙塘鳢团队与很多学者都开展了河川沙塘鳢的繁殖方法研究<sup>[1-3]</sup>,通过不断优化,该团队已攻克沙塘鳢大批量繁育过程中诸如孵化时间长、受精卵易发霉等瓶颈,每年可以为养殖户提供大量优质的沙塘鳢苗种。但在大规格苗种的池塘培育过程中发现,幼鱼存在自残率高、生长差异显著以及回捕率低等情况,进而影响了大规格夏花的产量。室内短期精

收稿日期:2017-12-07

基金项目:浙江省省属科研院所扶持专项(编号:2017F30037);浙江省湖州市自然科学基金(编号:2017YZ05)。

作者简介:迟美丽(1986—),女,辽宁大连人,博士,助理研究员,从事水生动物遗传育种研究。E-mail:chimeili83404109@126.com。

通信作者:顾志敏,研究员,主要从事水产种质资源与遗传育种研究。E-mail:yongyi\_jia@163.com。

- [4]覃 亮,熊邦喜,吕光俊. 徐家河水库翘嘴鲈的个体生殖力[J]. 应用生态学报,2009,20(8):1952-1957.
- [5]崔中倩,宋洪建,尹海富. 翘嘴鲈营养需要研究进展[J]. 中国饲料,2012(23):12-15.
- [6]宋 林,樊启学,胡培培,等. 饲料蛋能比对翘嘴鲈幼鱼生长性能、肠道和肝胰脏消化酶活性的影响[J]. 动物营养学报,2013,25(7):1480-1487.
- [7]王贵英,张 涵,李 清,等. 黑尾近红鲌精子低温保存方法研究与应用[J]. 淡水渔业,2016,46(6):3-7,32.
- [8]王贵英,李 清,祝东梅,等. 黑尾近红鲌精子活力研究[J]. 湖北农业科学,2016,55(8):2062-2065.
- [9]黄辨非,罗静波. 氯化钠溶液对兴国红鲤精子活力的影响[J]. 湖北农学院学报,2000,20(1):62-64.
- [10]赵维信,姜仁良,刘修英,等. 几种鲤科鱼类精子和胚胎冷冻损伤的扫描电镜研究[J]. 淡水渔业,1992(5):3-5.
- [11]陈松林,刘宪亭,鲁大椿,等. 鲢、鲤、团头鲂和草鱼精液冷冻保存的研究存[J]. 动物学报,1992,38(4):413-424.
- [12]丁淑燕,严维辉,郝 忱,等. 兴国红鲤精液超低温冷冻保存及效果分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):277-279.
- [13]Alavia S M H, cosson J. Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH; a review[J]. Cell Biology International,2005(29):101-110.

- [14]Chantzaropoulos A, Nathanailides C, Kokokiris L, et al. A brief exposure to low pH prior to refrigerated storage reduces the motility and viability of goldfish sperm (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) [J]. Journal of Applied Ichthyology, 2015(31):89-93.
- [15]王晓爱,杨君兴,陈小勇,等. 软鳍新光唇鱼精子的超低温冷冻保存[J]. 动物学研究,2012,33(3):283-289.
- [16]王晓爱,杨君兴,陈小勇,等. 4 种渗透性抗冻剂对暗色唇鱼精子冷冻保存的影响[J]. 水生态学杂志,2012,33(5):88-93.
- [17]孟令家,温海深,韩龙江. 大泷六线鱼精液超低温冷冻保存效果分析[J]. 现代农业科技,2015(22):262-264.
- [18]Lahnsteiner F B B, Horvath A E A. Cryopreservation of spermatozoa in cyprinid fishes[J]. Theriogenology, 2000(54):1477-1498.
- [19]Chew P C, Hassan R, Rashid Z A, et al. The current status of sperm cryopreservation of the endangered *Probarbus jullieni* (Sauvage) in Malaysia[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2010,26(5):797-805.
- [20]Dietrich G J, Wolnicki J, Slowinska M, et al. Short-term storage and cryopreservation of lake minnow [*Eupallasea percnurus* (Pallas, 1814)] sperm[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2015,31(1,SI):75-78.
- [21]Gilmore J A, Liu J, Gao D Y, et al. Determination of optimal cryoprotectants and procedures for their addition and removal from human spermatozoa[J]. Human Reproduction, 1997,12(1):112-118.

细培育可以提高幼鱼期的存活率,但目前报道的沙塘鳢夏花主要培育方式为外塘大规模养殖<sup>[4-6]</sup>,未见有对其幼鱼进行室内较高密度养殖的报道。

已有学者对沙塘鳢的形态学和繁殖力、不同群体多样性以及早期发育学等领域进行过研究<sup>[7-9]</sup>,但很少研究鱼体内氧化还原酶、繁殖相关激素以及生长相关激素含量的综合变化。另外,沙塘鳢和青虾套养是当前沙塘鳢的主要养殖模式,效益较高<sup>[10]</sup>,但是放养时沙塘鳢夏花和青虾的规格、放养时间、放养密度都没有明确的标准,导致沙塘鳢和青虾种间和种内的残食现象明显。因此,本研究的目的是通过在车间内建立模拟池塘的生态系统,深入了解池塘内沙塘鳢幼鱼的生长状态,通过氧化还原酶、繁殖相关激素以及生长相关激素含量的变化,从而对放养时沙塘鳢夏花和青虾的规格进行控制,减少沙塘鳢和青虾种间和种内的残食,为池塘放养提供参考,进而提高综合养殖效益。

1 材料与方法

1.1 试验条件

试验于 2016 年 8 月 23 日至 9 月 28 日进行,养殖时间 37 d。在浙江省淡水水产研究所综合试验基地的车间内玻璃钢养殖池内开展试验,养殖池规格为 190 cm × 160 cm × 100 cm,配备有充氧和给排水系统,养殖用水为多次净化的池塘水,溶解氧含量 > 6 mg/L,氨氮 < 0.1 mg/L,亚硝酸盐氮 < 0.01 mg/L,pH 值在 7~8 之间。

1.2 沙塘鳢幼鱼放养

2016 年 8 月 12 日,从夏花培育池塘内选择体质健壮沙塘鳢幼鱼 500 尾左右,经过 10 d 的暂养后,于 8 月 23 日逐一进行体长和体质量的测量,根据幼鱼体长分为 3 组,分别为大鱼组(体长 35~45 mm)、中鱼组(体长 30~35 mm)和小鱼组(体长 25~30 mm),每组设置 2 个平行。在保证单位水体内部质量一致(22.2 ± 1.48) g/m<sup>3</sup>的前提下,选取了 30 尾大鱼苗(体长平均 41 mm,体质量平均 1.62 g)、62 尾中等鱼苗(体长平均 32 mm,体质量平均 0.75 g)和 87 尾小鱼苗(体长平均 26.67 mm,体质量平均 0.47 g)。水深保持在 60 cm 左右。

1.3 饵料虾的放养

于试验开始当日捕捞约 1 万尾小青虾(体长平均 25.17 mm,体质量平均为 0.29 g)作为后备饵料虾,试验开始时分别投喂 200 g 的小青虾于每个养殖池内,在试验结束后每个养殖池内测量 20 尾虾的体长、头胸甲长和体质量,以了解饵料虾在试验阶段的生长状态。

1.4 模拟池塘生态的建立

在养殖池内加入过滤的池塘水后,加入富含小球藻和轮虫的藻液,由于沙塘鳢和青虾白天均喜欢在阴暗处活动,因此在水面上种植水花生、水浮莲和浮萍等水生植物,另外每个池子内放入 10 个长 24.0 cm、直径 9.5 cm 的圆柱状塑料管,作为沙塘鳢的栖息场所。

1.5 饲养管理和采样

每日观察虾的数量和状态,保证沙塘鳢有足够的饵料供应。每天捞出多余的浮萍,使水面覆盖面积在 50%~60%。为合理控制水质,每 2 d 投喂青虾饲料 1 次,每周检测水质 1 次,每 3 d 换水 1/3 并进行吸污处理。养殖 37 d 后采样,测量所有鱼的体长、体质量,计算特定生长率 SGR[SGR = 100% × (lnm<sub>末</sub> - ln m<sub>初</sub>)/t(养殖天数)]和变异系数[CV = (标准差/平均值) × 100%],每组采集 6 尾幼鱼用于生理生化指标检测。

1.6 生理生化指标的测定

准确称取全鱼组织质量后,按质量(g):体积(mL) = 1:9 的比例加入 9 倍的生理盐水,冰水浴条件下机械匀浆,2 500 r/min,离心 10 min,取上清液进行后续分析。采用南京建成生物工程研究所的试剂盒测定每个样品超氧化物歧化酶(SOD)活性、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)活性、睾酮(T)含量、雌二醇(E2)含量、生长激素(GH)含量和甲状腺素(T4)的含量。

1.7 数据统计与分析

采用 SPSS 13.0 软件中的 A-NOVA 对所获得的数据集进行方差分析,采用 Duncan's 法进行多重比较,数据采用“平均值 ± 标准差”表示,P < 0.05 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 总体生长情况分析

试验开始,投入的沙塘鳢 358 尾,总质量为 243 g,平均体质量 0.71 g,平均体长 30.81 mm,试验结束时共 298 尾鱼,总质量为 957.02 g,平均体质量为 3.21 g,平均体长为 48.23 mm。总存活率为 83%,其中大鱼组、中鱼组和小鱼组的存活率分别为 80%、87.1% 和 81.6%。总体的特定生长率为 4.07%,其中大鱼组、中鱼组和小鱼组的特定生长率分别为 3.72%、3.71%、4.78%。由表 1 可知,试验开始时大鱼组体长和体质量的变异系数均大于其他 2 组,试验结束时各个组的体长和体质量的变异系数都有所增加,但中鱼组的体质量变异系数增加幅度明显高于其他 2 组,达 87.6%。

表 1 沙塘鳢总体生长状态的对比结果

组别	试验初始					试验结束				
	初始体长 (mm)	体长变异 系数(%)	初始体质量 (g)	体质量变异 系数(%)	肥满度	结束时体长 (mm)	体长的 变异系数	结束体质量 (g)	体质量变异 系数(%)	肥满度
大鱼组	40.89 ± 5.35	13.10	1.62 ± 0.78	48.20	2.34	62.62 ± 10.31	16.50	6.42 ± 3.36	52.40	2.61
中鱼组	32.28 ± 1.33	4.10	0.75 ± 0.15	20.20	2.23	44.66 ± 12.91	28.90	2.75 ± 2.41	87.60	3.08
小鱼组	26.67 ± 2.41	9.00	0.47 ± 0.12	26.60	2.48	47.67 ± 11.22	23.50	2.76 ± 1.77	64.00	2.55

2.2 不同规格沙塘鳢的生长情况对比

养殖试验后,每个试验组中都出现了明显的生长差异,即大、中、小个体分化明显,为了更好地分析结果,将最终体长划分为 55 mm 鱼的以上、35~55 mm 和 35 mm 以下进行分析。

研究发现,在大鱼组中大部分的鱼(62.5%)体长为 55 mm 以上,仅有 37.5% 的鱼仍处于 35~55 mm 范围内,其平均体长已经达到了 50 mm 左右。虽然体长相差不大,但体长 55 mm 以上鱼的体质量却是 35~55 mm 鱼的 2.5 倍。中鱼组中体

长 35 ~ 55 mm 范围内鱼所占比例较大(46.3%),而 55 mm 以上和 35 mm 以下鱼所占比例相差不大,但是体长 55 mm 以上鱼是 35 ~ 55、35 mm 以下体质量的 2.8、11.1 倍。在小鱼组中,55 mm 以上鱼所占比例最大(43.1%),体长 55 mm 以

上鱼的体质量是 35 ~ 55 mm 的 2.3 倍、35 mm 以下鱼体质量的 7.4 倍。值得注意的是,小鱼组中 35 mm 以下鱼平均体长和体质量都比中鱼组大(表 2)。

表 2 3 个处理组生长状态分析

最终体长	大鱼组				中鱼组				小鱼组			
	体长 (mm)	体质量 (g)	所占比例 (%)	肥满度	体长 (mm)	体质量 (g)	所占比例 (%)	肥满度	体长 (mm)	体质量 (g)	所占比例 (%)	肥满度
55 mm 以上	65.52 ± 8.36	7.22 ± 3.08	62.5	2.57	60.55 ± 6.33	5.86 ± 1.94	28.4	2.64	58.12 ± 2.94	4.51 ± 0.97	43.1	2.3
35 ~ 55 mm	49.7 ± 3.36	2.92 ± 0.72	37.5	2.38	43.26 ± 6.75	2.06 ± 1.03	46.3	2.55	45.32 ± 3.94	1.97 ± 0.52	34.5	2.12
35 mm 以下	—	—	0.0		29.45 ± 2.74	0.53 ± 0.15	25.4	2.08	31.18 ± 4.92	0.61 ± 0.29	22.4	2.01

2.3 饵料虾生长状态统计

试验期间共投入青虾 1 500 g,试验结束后剩余青虾 760 g,试验期间青虾生长状态也发生了变化。试验前后的平

均体长和平均头胸甲长差别不大,但试验后青虾的各项变异系数明显增加,尤其是体质量的变异系数,达到了 83.3%(表 3)。

表 3 青虾生长状态的前后对比

试验时期	体质量 (g)	体质量变异系数 (%)	头胸甲长 (mm)	头胸甲长变异系数 (%)	体长 (mm)	体长变异系数 (%)
试验前	0.29 ± 0.11	39.9	13.10 ± 2.23	17.0	25.17 ± 3.10	12.3
试验后	0.44 ± 0.36	83.3	13.93 ± 3.58	25.7	27.26 ± 5.42	19.9

2.4 不同规格的河川沙塘鳢氧化还原酶活性的比较

不同规格沙塘鳢的超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶活性之间存在明显差异,小鱼组的 SOD 活性显著高于大鱼

组和中鱼组( $P < 0.05$ ),而中鱼组与大鱼组之间差异不显著。GSH-PX 的活性变化规律与 SOD 一致(图 1)。

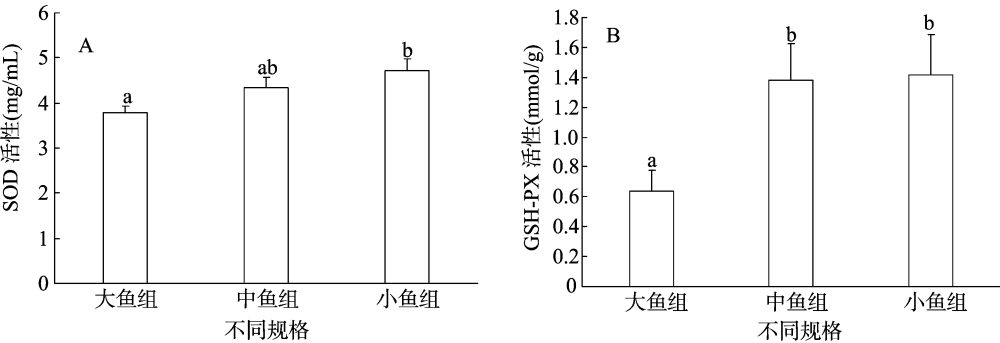


图1 不同规格的河川沙塘鳢氧化还原酶活力的比较

2.5 不同规格的河川沙塘鳢繁殖相关激素含量的比较

3 组不同规格河川沙塘鳢在经过 37 d 的养殖试验后发现,雌二醇和睾酮的含量都是随着鱼体的增大而逐渐降低,其

中小鱼组的雌二醇和睾酮含量都与中鱼组和大鱼组相比显著提高( $P < 0.05$ ),而这 2 种激素含量在大鱼组和中鱼组之间无显著差异(图 2)。

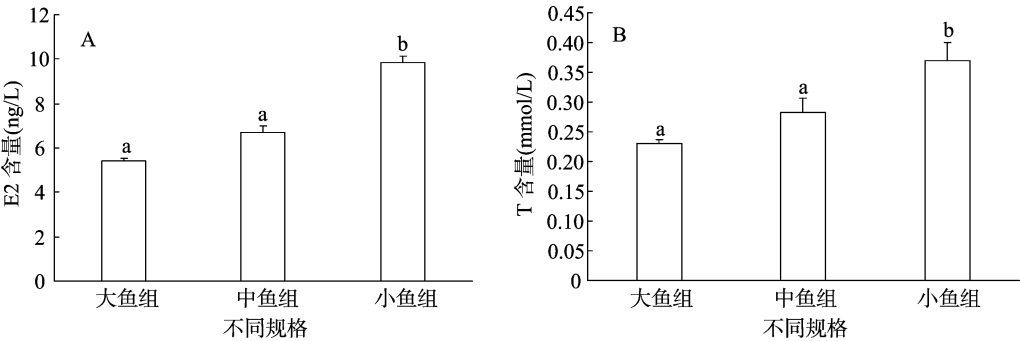


图2 不同规格的河川沙塘鳢繁殖相关激素的比较

2.6 不同规格的河川沙塘鳢生长相关激素含量的比较

3 组鱼的生长激素和甲状腺激素的含量随体质量增大逐渐降低,生长激素含量显著高于大鱼组和中鱼组( $P < 0.05$ ),

小鱼组生长激素含量较大鱼组增加 171%,较中鱼组增加 65%。甲状腺激素含量与生长激素含量变化基本一致,小鱼组甲状腺激素较大鱼组增加 48%,较中鱼组增加 29%(图 3)。

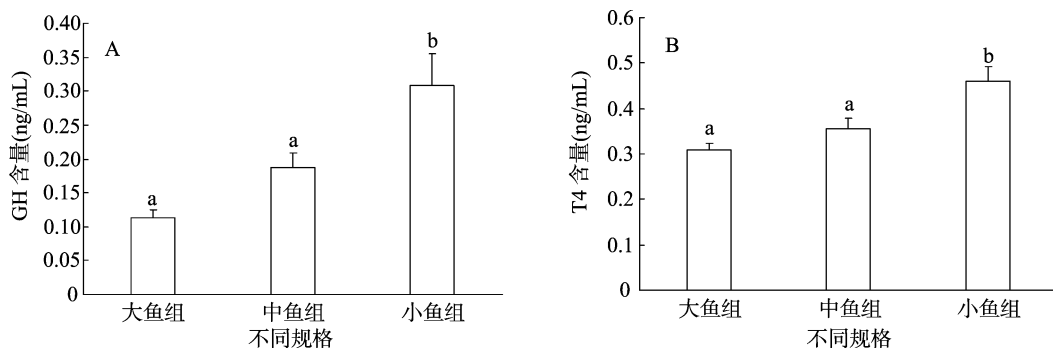


图3 不同规格的河川沙塘鳢生长相关激素的比较

### 3 讨论

河川沙塘鳢夏花在  $22.2 \text{ g/m}^3$  较高的养殖密度下,水质能够长时间保持清新,表明室内模拟池塘的生态养殖方式具有一定的净化能力。试验中发现,保证其饵料虾充足的情况下仍然存在残食现象,表现在整体存活率为 83% 左右,其中中鱼组的成活率 (87.0%) 较大鱼组 (80.0%) 和小鱼组 (81.6%) 高,可能是由于大鱼组总数比中鱼组少且小鱼组中的小鱼易被养殖池内的大个体鱼虾捕食。特定生长率结果显示,小鱼组的特定生长率 4.78%, 分别比大鱼组和中鱼组高出 28.00% 和 29.00%, 表明小鱼组有更大的生长潜力。

超氧化物歧化酶活性主要反映机体清除氧自由基的能力,谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-PX) 能将脂质过氧化物还原减少脂类被氧化的机会<sup>[11]</sup>, 两者都是鱼体抗氧化系统的重要组成部分。笔者发现,小鱼组 SOD 和 GSH-PX 的活性都显著高于大鱼组,推测其可能是小规格的幼鱼具有更高的抗氧化能力。而生长相关激素和繁殖相关激素的含量也都与特定生长率一致,即小鱼组明显高于其他 2 组,表现出较大的生长和发育优势。

投喂青虾大小不合适会造成小个体沙塘鳢长期处于饥饿状态,肥满度低。笔者观察发现,大鱼组中的沙塘鳢能很好地捕食青虾,肥满度都在 2.3 以上,而中鱼组中约 1/4 和小鱼组中约 1/2 的体长较小的鱼不能很好地捕食青虾,常缓慢游动于水面上层或趴在养殖池壁上来逃避大规格鱼虾的捕食,这个结果与肥满度系数较低相吻合,后续对它们进行精细饲养 (投喂更小规格的青虾),也都不能改善它们的状态,推测在饵料不充足或野外状态下,这部分鱼将会被更大的鱼虾所捕食,从而降低了夏花培育期间的存活率。

变异系数能够反映数据离散程度,对于研究沙塘鳢和青虾这种存在种内相互残食现象的生物有很重要的意义<sup>[12]</sup>。在本试验中发现,中鱼组体长和体质量的变异系数在试验开始前为最低,而在试验结束后变为最高,尤其是体质量的离散度达到了 87.6%, 这种情况可能是由于中鱼组中存在很大比例 (25.0%) 35 mm 以下的鱼,而小鱼组这种现象不如中鱼组明显,可能是因为早期小鱼组的鱼普遍都较小,各个鱼之间的影响较小,前期有较好的生长空间。另外,试验后青虾的各项变异系数明显增加,尤其是体质量的变异系数达到了 83.3%, 这是因为极大和极小个体所占比例较大所致,随着青虾的生长,导致 35 mm 以下的沙塘鳢的摄食情况受到限制,

因此合理控制放养时青虾和沙塘鳢夏花的大小比例是减轻后期鱼虾种内残食的有效手段。

### 4 总结

试验中采用的室内模拟池塘的生态养殖方式具有成活率较高、增质量快、操作简单、节省人力等优点,可以用于小规模沙塘鳢夏花培育。具体看来,大鱼组中 100% 和中鱼组中 75% 的鱼生长状态良好,而小鱼组中仅有 50% 鱼生长状态良好,因此,为获得好的养殖效果,建议开始放养时沙塘鳢体长在 32 mm 以上,沙塘鳢体质量/青虾体质量的值建议在 2.6 以上。以后将继续扩大养殖面积,对鱼虾不同的搭配比例、放养时间、规格和密度等因子进行综合研究,从而获得高效的养殖模式。

### 参考文献:

- [1] 胡廷尖,章文敏,周颖. 沙塘鳢的生物学习性与繁养技术的研究[J]. 北京水产,2004(5):50.
- [2] 张厚冰. 巧用鱼巢进行沙塘鳢半人工化繁殖[J]. 渔业致富指南,2014(11):40-41.
- [3] 熊良伟,陶桂庆,王帅兵,等. 沙塘鳢室内繁殖研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(6):2880-2882.
- [4] 杨威,史阳白,吴春加,等. 沙塘鳢夏花培育试验[J]. 水产养殖,2014(11):28-29.
- [5] 杨彩根,王永玲,宋学宏,等. 沙塘鳢人工繁殖及鱼苗培育试验[J]. 水利渔业,2005,25(6):49,112.
- [6] 陈树桥,周国勤,张厚冰,等. 河川沙塘鳢大规格苗种培育试验[J]. 科学养鱼,2014(7):8-9.
- [7] 乔德亮,洪磊. 淮河水系沙塘鳢形态生物学和繁殖力[J]. 生态学杂志,2007,26(2):228-232.
- [8] 张君,沈颂东,徐建荣,等. 河川沙塘鳢胚胎发育的研究[J]. 淡水渔业,2011,41(3):83-90.
- [9] 丁严冬,藏雪,张国松,等. 河川沙塘鳢 4 个不同地理群体的形态差异分析[J]. 海洋渔业,2015,37(1):24-30.
- [10] 黄鲜明,朱卫斌,叶新根,等. 沙塘鳢池塘养殖技术的初步研究[J]. 水利渔业,2008,28(1):57-58,90.
- [11] 潘桂平,刘本伟,周文玉. 低温胁迫对云纹石斑鱼幼鱼抗氧化和免疫指标的影响[J]. 上海海洋大学学报,2016,25(1):78-85.
- [12] 张天时,孔杰,刘萍,等. 饵料和养殖密度对中国对虾幼虾生长及存活率的影响[J]. 海洋水产研究,2008,29(3):41-47.