

王明华,姜虎成,秦 钦,等. 池塘养殖密度对斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种生长、成活及养殖经济效益的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(14):203–206.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.14.038

# 池塘养殖密度对斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种生长、成活及养殖经济效益的影响

王明华,姜虎成,秦 钦,钟立强,张世勇,陈校辉,王 江

(江苏省淡水水产研究所,江苏南京 210017)

**摘要:**以斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种为试验对象,在池塘养殖密度分别为 8 000 尾/667 m<sup>2</sup> (B<sub>1</sub>)、10 000 尾/667 m<sup>2</sup> (B<sub>2</sub>)、12 000 尾/667 m<sup>2</sup> (B<sub>3</sub>)、15 000 尾/667 m<sup>2</sup> (B<sub>4</sub>) 的 4 个梯度下,进行为期 150 d 的斑点叉尾鲷“江丰 1 号”鱼种培育试验,研究斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种在池塘养殖中的适宜放养密度。结果显示,B<sub>3</sub> 组的终末体质量、特定生长率显著高于其他 3 个密度组 ( $P < 0.05$ );B<sub>1</sub> 和 B<sub>2</sub> 组终末体质量、特定生长率无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。B<sub>3</sub> 组的肥满度显著高于其他 3 个密度组 ( $P < 0.05$ )。饲料系数 B<sub>3</sub> 组显著低于 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 组。试验期间,苗种成活率为 66.4% ~ 74.7%,4 个密度组中 B<sub>4</sub> 组的成活率最低,与其他 3 个密度组差异显著 ( $P < 0.05$ )。养殖产量从高到低依次为 B<sub>3</sub> 组 > B<sub>4</sub> 组 > B<sub>2</sub> 组 > B<sub>1</sub> 组,B<sub>3</sub> 组产量最高。B<sub>4</sub> 组支出成本显著高于 B<sub>3</sub> 组,导致净利润和投资回报率的降低。综合分析,在本试验条件下,体质量为  $(1.05 \pm 0.02)$  g 的斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种放苗密度以 12 000 尾/667 m<sup>2</sup> 为宜。该结果可为池塘养殖条件下苗种培育提供参考依据,有助于在生产实际中科学设置放养密度,提高养殖经济效益及生态效益。

**关键词:**斑点叉尾鲷“江丰 1 号”;养殖密度;生长;养殖经济效益

**中图分类号:** S965.128 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)14-0203-04

养殖密度是影响水体生产力的重要因素,水产养殖中,为提高水体利用率和养殖产量,生产者通过提高鱼类养殖密度以实现单位水体养殖产量和

经济效益的最大化,是常用的一种手段<sup>[1]</sup>。研究表明,过高养殖密度会导致种内对空间和饵料的竞争,引起密度胁迫,增加额外的消耗,不仅直接影响养殖对象的存活率、饵料利用率、生长速度等,还间接影响水体的理化环境,引起水质恶化,增加鱼病发生可能性,导致鱼类成活率和群体生长率降低,养殖风险提高<sup>[2-5]</sup>。鱼类的生长、摄食及生理功能均受到养殖密度影响<sup>[6]</sup>。因此,研究水产动物不同养殖密度下的生长性能,探索投放合理的养殖密

收稿日期:2019-06-07

基金项目:江苏省现代农业产业技术体系建设项目(编号:JATS[2019]391);江苏省农业重大新品种创制项目(编号:PZCZ201741)。

作者简介:王明华(1973—),女,江苏南京人,高级工程师,主要从事生态高效养殖模式研究。E-mail:w19731224@sina.com。

[20]陈礼强,吴 青,郑曙明,等. 细鳞裂腹鱼胚胎和卵黄囊仔鱼的发展[J]. 中国水产科学,2008,15(6):927–934.

[21]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.

[22]许 静. 雅鲁藏布江四种特有裂腹鱼类早期发育的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2011.

[23]吴 青,王 强,蔡礼明,等. 松潘裸鲤的胚胎发育和胚后仔鱼发育[J]. 西南农业大学学报,2001,23(3):276–279.

[24]Knutsen G M, Tilseth S. Growth, development, and feeding success of atlantic cod larvae *Gadus morhua* related to egg size[J]. Trans Am Fish Soci,1985,114:507–511.

[25]Hansen T K, Falk – Petersen I B. The influence of rearing temperature on early development and growth of spotted wolffish *Anarhichas minor* (Olafsen) [J]. Aquaculture Research,2001,32(5):369–378.

[26]Inger – Britt F, Tove K H. Early ontogeny of the spotted wolffish (*Anarhichas minor* Olafsen) [J]. Aquaculture Research,2003,34(12):1059–1067.

[27]周仰躁,董存有,周学思,等. 四川九寨沟水生生物初步调查[J]. 四川动物,1986,3(2):15–17.

[28]颜文斌. 短须裂腹鱼繁殖行为生态学研究[D]. 上海:上海海洋大学,2016.

度,从而提高养殖存活率 and 经济效益已成为水产养殖业不可忽视的问题。

斑点叉尾鲶“江丰 1 号”是经过近 6 年研究,于 2013 年成功育成的生长优势明显的斑点叉尾鲶新品种(品种登记号:GS-02-003-2013),其肉味鲜美、营养丰富,属于高蛋白、低脂肪的健康水产品,深受广大消费者喜爱。目前,池塘养殖条件最佳的苗种养殖密度还未见研究和报道。鉴于此,本研究将结合生产实际,研究斑点叉尾鲶“江丰 1 号”池塘苗种培育的养殖密度与生长、存活、养殖产量及经济效益的关系,以期探索适宜的池塘养殖模式下合理的养殖密度,为斑点叉尾鲶“江丰 1 号”池塘苗种培育产量稳定和养殖效果提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验所用斑点叉尾鲶“江丰 1 号”苗种为 2018 年江苏省淡水水产研究所扬中基地人工繁殖培育所得,体质健康,平均规格一致,初始体质量为  $(1.05 \pm 0.02)$  g。养殖试验于江苏省淡水水产研究所扬中基地进行,选择面积为  $1\ 000\text{ m}^2$  的池塘共 12 个。2018 年 6 月 30 日使用漂白粉对试验池塘进行消毒和清塘,3 d 后进水,向池中施肥,待培育池塘水色达到“肥、活、嫩、爽”,开始投放试验苗种。苗种投放时,将装苗塑料桶内的水和池水混合,待适应 20 min 左右至内外水温基本相同,投放动作要做到慢而轻,防止产生应激反应。

### 1.2 试验方法

本研究设置 4 个试验密度组,分别为:  $B_1$  组 ( $8\ 000$  尾/ $667\text{ m}^2$ )、 $B_2$  组 ( $10\ 000$  尾/ $667\text{ m}^2$ )、 $B_3$  组 ( $12\ 000$  尾/ $667\text{ m}^2$ ) 和  $B_4$  组 ( $15\ 000$  尾/ $667\text{ m}^2$ ),于 7 月 12 日将准备好的幼苗按照以上密度随机放入已准备好的各试验池,每个密度组均设 3 个平行。每口试验池塘套养规格 4~6 cm 的花白鲢苗种 300 尾,以调节水质。

### 1.3 饲养管理

试验开始后,前 3~5 d,每天投喂 1 次浮性颗粒饲料,随着鱼体驯化适应集中上来摄食,改为上、下午各投喂 1 次,投喂量根据水温、摄食和天气情况随时调整;夜间采用底部微孔增氧设施对各试验池进行增氧,每隔 20 d 使用聚维酮碘全池泼洒消毒,每月使用杀虫剂预防 1 次寄生虫。定期检测水体的 pH 值、溶氧、氨氮和亚硝酸盐含量,养殖高温季节,

根据需要每周换水 1 次,20 cm/次,维持良好水质,试验期间水质指标维持在 pH 值 7.5~8.0,DO 值  $> 4.5\text{ mg/L}$ ,氨氮含量  $< 0.4\text{ mg/L}$ ,亚硝酸盐含量  $< 0.12\text{ mg/L}$  的范围内。

### 1.4 数据采集

1.4.1 生长性能 试验于 2018 年 12 月 12 日结束后,排干池水干塘统计数据,计算成活率,测定各试验组鱼体质量、体长,计算特定生长率、饲料系数、肥满度和产量。用毛巾轻轻擦拭体表水分后,采用电子天平称质量(精确至 0.01 g)。一些指标的计算方法为:

饲料系数 = 投入的饲料量/鱼增重的体质量;

特定生长率 =  $(\ln W_t - \ln W_0)/t \times 100\%$ ;

成活率 =  $100\% \times \text{试验结束时存活尾数} / \text{试验开始时放养数量}$ ;

肥满度 =  $W_t/L^3 \times 100\%$ ;

式中:  $W_0$  与  $W_t$  分别表示正式试验开始前后各试验池鱼体平均体质量(g),  $t$  表示试验时间(d),  $L$  表示试验结束时鱼的平均体长(cm)。

1.4.2 经济效益分析 经济效益分析中的支出主要包括塘租、苗种、饲料、劳务工资、鱼药和其他费用,计算净利润。

净利润(元) = 总收入 - 总支出;

投资回报率 =  $100\% \times \text{净利润} / \text{总支出}$ 。

1.4.3 数据分析 所有数据以采用“平均值  $\pm$  标准差”表示。本研究应用 Excel 和 SPSS 16.0 软件对试验数据进行统计分析,差异显著性检验分析用  $t$  检验计算  $P$  值,当  $P < 0.05$  时为差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同养殖密度对斑点叉尾鲶“江丰 1 号”苗种生长性能的影响

斑点叉尾鲶“江丰 1 号”苗种在不同放养密度下养殖 150 d 后生长参数见表 1。由表 1 可知,试验池塘内不同密度组的斑点叉尾鲶“江丰 1 号”苗种均能正常生长。不同密度组初始体质量无显著差异( $P > 0.05$ )。  $B_1$  组终末体长优于其他 3 个密度组,但 4 个密度组差异不显著( $P > 0.05$ )。  $B_3$  组的终末体质量、特定生长率显著高于其他 3 个密度组( $P < 0.05$ );  $B_1$  和  $B_2$  组终末体质量、特定生长率无显著性差异( $P > 0.05$ )。  $B_3$  组的斑点叉尾鲶“江丰 1 号”苗种肥满度显著高于其他 3 个密度组( $P < 0.05$ )。饲料系数  $B_1$ 、 $B_2$  组显著高于  $B_3$  组( $P < 0.05$ )。

表 1 不同密度组对斑点叉尾鲟“江丰 1 号”苗种生长性能的影响

密度组	初始密度 (尾/667 m <sup>2</sup> )	初始体质量 (g)	终末体长 (cm)	终末体质量 (g)	特定生长率 (%/d)	肥满度 (%)	饲料系数
B <sub>1</sub>	8 000	1.03 ± 0.01	17.17 ± 0.25	52.37 ± 1.01a	2.63 ± 0.23a	1.04 ± 0.05a	1.63 ± 0.02a
B <sub>2</sub>	10 000	1.06 ± 0.01	16.80 ± 0.40	51.70 ± 1.47a	2.62 ± 0.09a	1.09 ± 0.11a	1.62 ± 0.23a
B <sub>3</sub>	12 000	1.05 ± 0.17	16.90 ± 0.36	55.60 ± 1.31b	2.67 ± 0.69b	1.15 ± 0.08b	1.57 ± 0.75b
B <sub>4</sub>	15 000	1.07 ± 0.04	16.73 ± 1.11	48.80 ± 1.35c	2.56 ± 1.34c	1.06 ± 0.17a	1.60 ± 0.03ab

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

## 2.2 不同养殖密度对斑点叉尾鲟“江丰 1 号”苗种成活及产量的影响

斑点叉尾鲟“江丰 1 号”苗种在不同放养密度下养殖 150 d 后成活率和产量见表 2。由表 2 可知,整个试验期间,斑点叉尾鲟“江丰 1 号”苗种成活率为 66.4% ~ 74.7% 之间,4 个密度组中 B<sub>4</sub> 组的成活率最低,与其他 3 个密度组差异显著( $P < 0.05$ )。养殖产量从高到低依次为 B<sub>3</sub> 组 > B<sub>4</sub> 组 > B<sub>2</sub> 组 > B<sub>1</sub> 组,B<sub>3</sub> 组产量显著高于 B<sub>1</sub> 组、B<sub>2</sub> 组,B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> 组 2 个密度组间的产量差异不显著。

## 2.3 不同养殖密度对斑点叉尾鲟“江丰 1 号”苗种养殖经济效益的影响

由表 3 可知,各密度组养殖成本主要包括池塘租费、苗种费、饲料费、劳务人工和渔药等费用。各密度组除池塘租费和劳务人工开支一致外,其他支出均存在较大差异,各密度组总支出差异显著。养

表 2 不同密度组对斑点叉尾鲟“江丰 1 号”苗种成活及产量的影响

密度组	初始密度 (尾/667m <sup>2</sup> )	成活率 (%)	产量 (kg/667m <sup>2</sup> )
B <sub>1</sub>	8 000	71.2 ± 1.53a	299.54 ± 7.34a
B <sub>2</sub>	10 000	71.0 ± 2.51a	367.16 ± 22.35b
B <sub>3</sub>	12 000	74.7 ± 2.02a	498.38 ± 25.03c
B <sub>4</sub>	15 000	66.4 ± 2.61b	486.55 ± 31.72c

殖总收入的差异取决于产量和规格大小,本试验中各密度组的出池规格较相近,苗种按相同的价格计算。B<sub>3</sub> 组产量、净利润和投资回报率均高于其他密度组,B<sub>1</sub> 组净利润和投资回报率最低,其次是 B<sub>2</sub> 组和 B<sub>4</sub> 组。B<sub>3</sub> 组和 B<sub>4</sub> 组 2 个密度组之间的产量差异性不显著,但 B<sub>4</sub> 组支出明显高于 B<sub>3</sub> 组,降低了净利润和投资回报率。4 个密度组池塘投放花白鲢均未计入内。

表 3 不同密度组对斑点叉尾鲟“江丰 1 号”苗种养殖经济效益的影响

密度组	支出(元/667m <sup>2</sup> )							总收入 (元/667m <sup>2</sup> )	净利润 (元/667m <sup>2</sup> )	回报率 (%)
	池塘租费	苗种费	饲料	电费	渔药	人工	合计			
B <sub>1</sub>	1 000	800	2 245.90	200	150	500	4 987.00 ± 64.97a	5 990.80 ± 146.83a	1 003.80 ± 153.15a	22.14 ± 3.15a
B <sub>2</sub>	1 000	1 000	2 736.07	300	320	500	5 871.30 ± 216.81b	7 343.20 ± 446.90b	1 471.8 ± 432.17ab	25.13 ± 7.58a
B <sub>3</sub>	1 000	1 200	3 599.30	350	280	500	6 931.70 ± 277.10c	9 967.60 ± 500.21c	3 036.30 ± 777.12c	44.85 ± 12.95b
B <sub>4</sub>	1 000	1 500	3 576.96	500	300	500	7 371.40 ± 110.80d	9 731.00 ± 643.30c	2 359.60 ± 543.30bc	31.96 ± 7.04ab

注:饲料价格为 4.6 元/kg,斑点叉尾鲟价格为 20.0 元/kg。

## 3 讨论与结论

### 3.1 不同养殖密度对斑点叉尾鲟“江丰 1 号”苗种生长性能的影响

饲料系数是衡量养殖性能高低的一项重要指标,而增重率和特定生长率是反映试验动物生长速度快慢的一类重要指标。养殖密度的增高对鱼类的生长及饲料利用率有抑制作用<sup>[1]</sup>。一般认为,养殖鱼类在低密度条件下生长快,而在高密度特别是在超过关键点后,鱼的生长速率将下降<sup>[7]</sup>。Lemos 等在养殖罗非鱼的试验中认为,过低或过高的密度

都会对群体生长产生抑制<sup>[8]</sup>,这种结果可能与鲈科鱼类领域占领性强,在低密度养殖条件下,易因相互驱赶追逐增加能量消耗,引起生长效率下降有关;也可能是由于在低密度养殖条件下,鱼苗活动空间大,无形中降低了对饲料的利用率(饵料系数比较高),从而影响到群体生长。孙大川等在对宝石鲈的研究中发现,过低的养殖密度也会降低鱼类的生长性能<sup>[9]</sup>。本试验中,从低到高设置了 4 个密度组,观察其养殖效果。从 B<sub>3</sub> 养殖密度组的终末体质量、特定生长率结果观察,显著高于其他 3 个密度组( $P < 0.05$ );B<sub>3</sub> 组苗种肥满度也显著高于其他 3

个密度组 ( $P < 0.05$ )。B<sub>1</sub> 和 B<sub>2</sub> 组终末体质量、特定生长率无显著性差异 ( $P < 0.05$ )。B<sub>3</sub> 组饲料系数明显低于 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>4</sub> 组。斑点叉尾鲷为集群摄食<sup>[10]</sup>生活习性鱼类,可能与此有关,过低的密度设置影响了其生活习性,过高的密度也会对群体生长产生抑制。

### 3.2 不同养殖密度对斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种成活及产量的影响

养殖密度的高低对斑点叉尾鲷苗种规格、成活率和产量有很大影响。从试验结果观察,4 个密度组中 B<sub>4</sub> 组为高密度组,其成活率最低,与其他 3 个密度组差异性显著 ( $P < 0.05$ )。从养殖产量看,不同密度组养殖收获时 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> 组产量显著高于 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 组,但这 2 个密度组之间的产量差异不显著。B<sub>4</sub> 组放养密度最高,以较大的种群个数为基础,取得了高于 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 组的产量,但不是以高的生长效率为前提。另外,为取得好的养殖效果和更好的收益,除应考虑鱼类的生长特性和池塘配置条件等因素外,还要考虑养殖者的经济条件、养殖技术水平和管理能力等自身情况。

### 3.3 不同养殖密度对斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种养殖经济效益的影响

商业性养殖目标是获得最高的养殖效益,而养殖效益则取决于养殖品种的产量、商品规格和价格。本试验中池塘养殖斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种的主要成本有池塘租费、苗种费、饲料费、劳务人工等费用。4 个密度组之间的开支均存在较大的差异,养殖期间,由于难于估计存塘鱼准确的数量,按照初始放养量计算投喂饵料,造成饲料上的浪费,从而增加了养殖成本。各密度组的出池规格较相近,苗种按相同的价格计算。试验结果表明,B<sub>3</sub> 组净利润和回报率明显高于其他 3 个密度组,表现出更好的经济效益。因此,良好的经济效益与其该密

度下的有着较高的生长效率密切相关。

本试验以养殖过程中的生长性能、成活率、饲料系数、产量及经济效益作为判据,综合认为,为提供 50 g 以上大规格优质斑点叉尾鲷“江丰 1 号”鱼种,池塘养殖条件下初始体质量 ( $1.05 \pm 0.02$ ) g 的斑点叉尾鲷“江丰 1 号”苗种放养密度以 12 000 尾/667 m<sup>2</sup> 为宜,过低的养殖密度达不到理想的产量和养殖效益,而过高的养殖密度养殖成本加剧,降低养殖经济效益。

### 参考文献:

- [1] 曹 阳,李二超,陈立侨,等. 养殖密度对俄罗斯鲟幼鱼的生长、生理和免疫指标的影响[J]. 水生生物学报,2014,38(5):968 - 974.
- [2] 逯尚尉,刘兆普,余 燕. 密度胁迫对点带石斑鱼幼鱼生长、代谢的影响[J]. 中国水产科学,2011,18(2):322 - 328.
- [3] 戴习林,周梦颖,鞠 波,等. 养殖密度对罗氏沼虾生长、性别分化与性腺发育的影响[J]. 水产学报,2016,40(12):1874 - 1882.
- [4] 刘宝良,雷霖霖,贾 睿,等. 养殖密度对鱼类福利影响研究进展[J]. 中国工程科学,2014,16(9):100 - 105.
- [5] 步 艳,李吉方,温海深,等. 养殖密度对大杂交鲟幼鱼体组分和血液生化指标的影响[J]. 海洋湖沼通报,2014(3):69 - 74.
- [6] 叶建生,赵素珍,徐宝伟,等. 不同养殖密度和水温对胭脂鱼生长的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(1):152 - 155.
- [7] Jonathan S L, Britt L L, Matthew A C, et al. Effect of light intensity and feed density on feeding behaviour, growth and survival of larval sablefish *Anoplopoma fimbria* [J]. Aquaculture Research, 2017, 48(8):4438 - 4448.
- [8] Lemos C P, Ribeiro C M, Couto R D, et al. Effects of interaction between pH and stocking density on the growth, haematological and biochemical responses of Nile tilapia juveniles [J]. Aquaculture, 2018, 495(1):62 - 67.
- [9] 孙大川,谭洪新,罗国芝,等. 养殖密度对宝石鲈生长性能和血液生化指标的影响[J]. 渔业现代化,2009,36(2):12 - 15.
- [10] 胡小健. 斑点叉尾鲷实用养殖技术[M]. 北京:金盾出版社,2003.