

李 涛, 黄小林, 杨育凯, 等. 配合饲料驯饲频率对虎龙斑幼鱼驯化效果的影响[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(5): 153–156.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.05.032

# 配合饲料驯饲频率对虎龙斑幼鱼驯化效果的影响

李 涛<sup>1,2</sup>, 黄小林<sup>1,2</sup>, 杨育凯<sup>1,2</sup>, 黄 忠<sup>1,2</sup>, 虞 为<sup>1,2</sup>, 林黑着<sup>1,2</sup>

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所/农业农村部南海渔业资源开发利用重点实验室/广东省渔业生态环境重点实验室, 广东广州 510300;

2. 中国水产科学研究院南海水产研究所深圳试验基地, 广东深圳 518121)

**摘要:**为研究配合饲料驯饲频率对虎龙斑幼鱼驯化效果的影响, 设置了 1、2、3、4、5、6 次/d 6 个驯饲频率试验组, 进行配合饲料驯饲试验, 每天观察鱼苗摄食和生长情况, 结束后对各试验组存活率、特定生长率和肥满度进行分析。结果显示, 驯饲频率 $\geq 4$  次/d 试验组均为 5 d 完成驯化, 驯化完成时间最短; 随着驯饲频率增加, 存活率呈下降趋势, 驯化频率为 4 次/d 的试验组存活率为 74%, 显著低于 1、2、3 次/d 的试验组, 但显著高于 5、6 次/d 试验组; 驯饲频率 $\geq 4$  次/d 试验组特定生长率和肥满度无显著性差异, 但显著高于 1、2、3 次/d 试验组。1、2、3 次/d 的驯饲频率能获得比较高的存活率, 但完成驯化时间相对较长, 且生长受到一定的影响, 个体消瘦、活力较差、鱼苗品质不高, 配合饲料驯饲频率为 4 次/d 时, 虎龙斑驯化效果较为理想。

**关键词:**虎龙斑; 驯饲频率; 存活率; 特定生长率; 肥满度

**中图分类号:** S962.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)05-0153-03

虎龙斑, 又名珍珠龙胆, 是褐点石斑鱼 (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀) (俗称“老虎斑”) 和鞍带石斑鱼 (*E. lanceolatus* ♂) (俗称“龙趸”) 的杂交子代, 遗传了双亲特有的快速生长和高抗病力能力<sup>[1]</sup>, 在广东、海南和福建等南方沿海省份已开展规模化养殖, 北方地区亦有少量养殖。目前, 国内外有关虎龙斑的研究并不多, 主要集中在营养饲料方面<sup>[2-5]</sup>及环境因子温度、盐度、光照和养殖模式对其摄食、生长的影响方面<sup>[6-9]</sup>。

石斑鱼是典型的肉食性凶猛鱼类, 以甲壳类、小型鱼虾类和头足类等鲜活饵料为食, 但鲜活饵料易孳生细菌、污染水体、成本高及来源不足等缺点, 养殖单位多采用人工配合饲料来饲养石斑鱼。对养殖石斑鱼而言, 采用配合饲料饲养是石斑鱼规模化生产的前提, 一般情况下石斑鱼不会摄食人工投喂的配合饲料, 比较通行的做法是用活饵作为开口

饲料进行苗种培育, 达到一定规格后, 再用配合饲料驯化, 逐步过渡到完全用配合饲料饲养, 这个由活饵转换至人工饲料的过程, 生产上称为“饲料驯化”<sup>[10]</sup>, 饲料驯化的成活率和苗种质量直接关系到养殖户的经济效益。有关鱼类驯饲的研究仅在鳊鱼<sup>[11-12]</sup>、中华鲟<sup>[13]</sup>、江鲢<sup>[14]</sup>、加州鲈<sup>[15]</sup>、美洲鲈<sup>[16]</sup>及黄鳝<sup>[17]</sup>等少数几种鱼类中有报道, 有关石斑鱼驯饲研究未见报道。驯化效果受多种因素影响, 与鱼种、放养密度、日龄、饲料配方、养殖环境及驯饲频率等有关<sup>[3]</sup>, 本研究从生产实际设置配合饲料不同驯饲频率, 研究配合饲料驯饲频率对虎龙斑鱼苗驯化完成时间及驯化期生长、鳞片覆盖和存活的影响, 以期对石斑鱼驯养投喂提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验在中国水产科学研究院南海水产研究所深圳试验基地进行, 采用 40 cm × 40 cm × 30 cm (有效水体 40 L) 的透明玻璃缸进行驯化试验。试验用鱼从深圳东海岸苗种培育场购买, 为同一批次未进行配合饲料驯化的 28 日龄稚鱼期鱼苗, 身体半透明、无鳞片覆盖、挑选体质健康、规格均匀的鱼苗 [体长 (2.19 ± 0.08) cm, 体质量 (0.25 ± 0.06) g] 用于试验。试验用水为经沙滤的自然海水, 温度为 (22 ± 2) °C, 盐度为 3% ~ 3.3%。试验饵料为东丸

收稿日期: 2019-02-14

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (编号: 201403011); 中国水产科学研究院南海水产研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金 (编号: 2016TS20)。

作者简介: 李 涛 (1985—), 男, 湖南张家界人, 硕士, 助理研究员, 主要从事海水经济动物繁育及养殖研究。E-mail: 350073518@qq.com。

通信作者: 林黑着, 博士, 研究员, 主要从事水产饲料营养与饲料研究。E-mail: linheizhao@163.com。

种苗人工配合饲料,为沉性饲料,直径(1.3 ± 0.05) mm,投喂前喷洒少量自来水软化饲料,防止硬质的颗粒饲料损伤试验鱼口裂和肠胃。

1.2 方法

1.2.1 试验设计及驯养管理 每个玻璃缸加注试验用水 40 L,并放置 1 个气石增氧,随机选取试验鱼苗 50 尾放入试验缸。共设置 6 个试验组,每个试验组设置 3 个重复,采用直接转食法,既试验第 1 天开始全部试验组驯食人工配合饲料。第 1 组驯饲频率为 1 次/d (07:30),第 2 组驯饲频率为 2 次/d (07:30 和 17:30),第 3 组驯饲频率为 3 次/d (07:30、12:30、16:30),第 4 组驯饲频率为 4 次/d (07:30、10:30、13:30、16:30),第 5 组驯饲频率为 5 次/d (07:30、10:00、12:30、15:00、17:30),第 6 组驯饲频率为 6 次/d (07:30、9:30、11:30、13:30、15:30、17:30),驯食前期阶段鱼苗对人工配合饲料不敏感,驯饲时,抓取少量饲料撒入玻璃缸,待饲料沉底后,再次撒入少量饲料,每次驯饲时间设定为 10 min;自各试验组个体开始吃配合饵料起,适当增加配合饲料撒入量,减少驯饲时间,当鱼苗分散开不再对投喂的饲料感兴趣时,停止投喂饲料。投喂饲料 1 h 后用虹吸管吸出残饵和粪便,并补充过滤海水,驯化周期为 7 d,每天记录水温,观察鱼苗行为特征、转食情况和鱼苗发育情况。

1.2.2 指标的计算 试验结束后,停止喂饵,第 2 天肠道排空后,每个玻璃缸随机抽取 20 尾试验鱼,用毛巾吸干体表水分,分别称质量、测量体长,统计各试验缸鱼苗存活数,并按下式计算各项指标:

存活率 = 试验末鱼苗尾数/试验初鱼苗尾数 × 100% ;

特定生长率 = (ln*m<sub>t</sub>* - ln*m<sub>0</sub>*)/*t* × 100% ;

肥满度 = *m<sub>t</sub>*/*L*<sup>3</sup> × 100。

式中:*m<sub>t</sub>* 和 *m<sub>0</sub>* 分别为试验末和试验初虎龙斑鱼苗的平均体质量(g);*L* 为试验末虎龙斑鱼苗的平均体长(cm);*t* 为试验时间(d)。

1.3 数据处理

试验数据用“平均值 ± 标准差”表示,采用 SPSS 19.0 软件进行单因子方差和 *LSD* 多重比较分析,显著性水平设为 0.05。

2 结果与分析

2.1 投喂频率对虎龙斑鱼苗驯化时间、鳞片覆盖和相互残食行为的影响

经 7 d 的驯饲,所有试验组鱼苗全身覆盖鳞片,

体上布满纹带,并都开始聚集抢食配合饲料,驯化成功。其中驯饲频率为 4、5、6 次/d 的试验组第 5 天全部个体聚集抢食配合饲料,完成驯化,驯饲频率为 2、3 次/d 的试验组第 6 天全部个体聚集抢食配合饲料,完成驯化,驯饲频率为 1 次/d 的试验组第 7 天全部个体聚集抢食配合饲料,完成驯化。驯饲频率不同,各试验组鳞片覆盖情况存在差异,试验第 2 天,所有试验组的小部分个体背部覆盖鳞片,出现纹带,驯饲频率为 5、6 次/d 的试验组第 4 天全部个体全身覆盖鳞片,布满纹带,驯饲频率为 4 次/d 的试验组第 6 天全部个体全身覆盖鳞片、布满纹带,驯饲频率为 1、2、3 次/d 试验组第 7 天全部个体全身覆盖鳞片,布满纹带。根据观察,高驯饲频率(4、5、6 次/d)试验组驯化期间个体差异较大,相互残食现象较多,低驯饲频率(1、2、3 次/d)试验组驯化期间个体差异较小,相互残食现象较少。表明驯饲频率越高,完成驯化时间相对越短,个体发育越快,但因个体差异大,残食现象比较多。

2.2 投喂频率对虎龙斑鱼苗存活率的影响

由表 1 和图 1 可知,随着驯饲频率的增加存活率呈下降趋势,其中驯饲频率为 1、2 次/d 的试验组存活率高达 86%,显著高于其他组,驯饲频率为 4 次/d 的试验组存活率为 74%,显著低于 1、2、3 次/d 的试验组,但显著高于 5、6 次/d 的试验组。

表 1 驯饲频率对虎龙斑幼鱼生长指标的影响

驯饲频率 (次/d)	存活率 (%)	特定生长率 (%/d)	肥满度 (%)
1	86.67 ± 1.15abc	4.04 ± 1.07bc	2.34 ± 0.05bc
2	86.00 ± 4.00abc	11.30 ± 1.87ac	2.51 ± 0.23c
3	80.67 ± 5.03ab	11.84 ± 0.75ac	2.65 ± 0.01a
4	74.00 ± 4.00ac	14.72 ± 0.62ab	2.77 ± 0.10ab
5	69.33 ± 4.16acd	14.37 ± 1.00ab	2.82 ± 0.10ab
6	61.33 ± 3.05bcd	15.67 ± 0.43ab	2.88 ± 0.10ab

注:同列数据后不同小写字母表示组间差异显著(*P* < 0.05)。

2.3 驯饲频率对虎龙斑鱼苗生长的影响

由表 1 和图 2 可知,随着驯饲频率的增加,特定生长率呈升高趋势,但当驯饲频率 ≥ 4 次/d 时,特定生长率随驯化频率的增加趋于稳定,驯化频率为 4、5、6 次/d 试验组的特定生长率之间无明显差异,但显著高于驯化频率为 1、2、3 次/d 的试验组,驯化频率为 1 次/d 的试验组特定生长率最低,为 (4.04 ± 1.07)%/d,显著低于其他组。驯化频率为

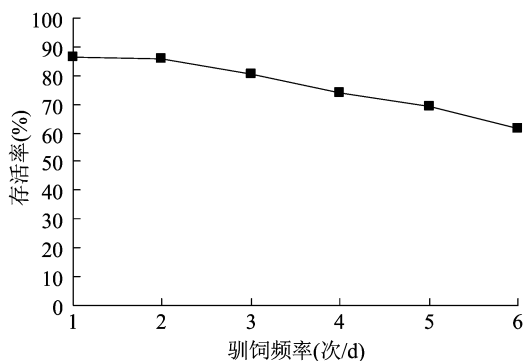


图1 驯饲频率对虎龙斑幼鱼存活率的影响

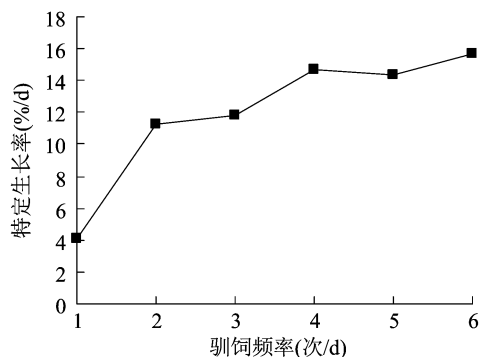


图2 驯饲频率对虎龙斑幼鱼特定生长率的影响

2、3 次/d 的试验组特定生长率无显著差异。由表 1 和图 3 可知,随驯饲频率的增加,肥满度值呈升高趋势,当驯饲频率 $\geq 4$  次/d 时,试验组肥满度值间无显著性差异,但显著高于其他试验组,驯化频率为 1 次/d 的试验组肥满度值最低,为 $(2.34 \pm 0.05)\%$ 。结果表明,驯化频率过低、饵料不足,导致鱼苗个体消瘦,高频饲驯化有利于虎龙斑鱼苗生长,但驯饲频率增加到一定阶段后,虎龙斑鱼苗生长不受驯饲频率的影响。

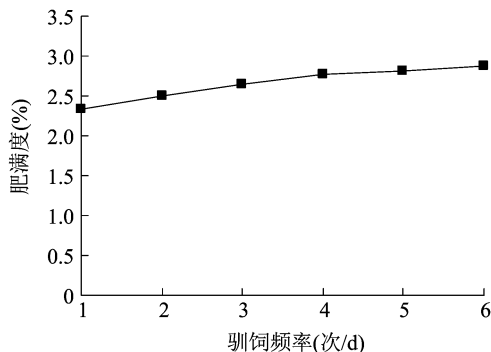


图3 驯饲频率对虎龙斑幼鱼肥满度的影响

### 3 讨论

本研究设置了不同配合饲料驯饲频率(1、2、3、4、5、6 次/d)的驯化试验,结果表明高驯饲频率(4、

5、6 次/d)能有效缩短配合饲料驯化成功的时间,并促进个体生长,且高驯饲频率能促进鳞片生长发育,加快鳞片全覆盖进程,鱼鳞是鱼类特有的皮肤衍生物,对鱼体具有保护功能<sup>[18]</sup>,可辅助判断鱼苗的生长状况和培育效果<sup>[19]</sup>,鱼苗体表鳞片全覆盖越早,鱼苗感染疾病的风险就越小,鱼苗品质越高。其中,驯饲频率为 4 次/d 的试验组鱼苗的生长特定生长率和肥满度与 5、6 次/d 试验组无显著差异,但驯饲频率为 4 次/d 的试验组鱼苗存活率显著高于 5、6 次/d 试验组,主要原因是较高的驯饲频率容易造成养殖水体污染,且优先摄食配合饲料的个体因饵料充足,生长较快,个体差异大,发育快的个体容易残食弱小个体,影响存活率。低驯饲频率(1、2、3 次/d)试验组虽然能获得较高的存活率,但驯饲成功时间相比高驯饲频率组长,发育较慢,且低驯饲频率因投喂饲料不足,影响鱼苗生长,鳞片生长发育慢,其中驯饲频率 1 次/d 试验组因长时间处于饥饿状态,特定生长率和肥满度分别为 $(4.04 \pm 1.07)\%/d$ 和 $(2.34 \pm 0.05)\%$ ,显著低于其他试验组,个体消瘦、活力较差,鱼苗品质受到严重影响,可见驯饲频率为 4 次/d 为虎龙斑配合饲料驯化的最理想驯饲频率。在进行石斑鱼鱼苗配合饲料驯化时,每 1~2 d 进行 1 次筛苗,将大小规格的个体分开进行驯饲,能有效减少残食现象,提高苗种成活率。

### 参考文献:

- [1] 陈超,孔祥迪,李炎璐,等. 棕点石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂)杂交子代胚胎及仔稚幼鱼发育的跟踪观察[J]. 渔业科学进展,2014,35(5):135-144.
- [2] 王成强,王际英,黄炳山,等. 饲料花生四烯酸水平对珍珠龙胆石斑鱼幼鱼生长性能、抗氧化能力、血清生化指标以及肝脏和肌肉脂肪酸组成的影响[J]. 动物营养学报,2018,30(9):3567-3580.
- [3] 殷彬,林仪彤,迟淑艳,等. 四种锌源对珍珠龙胆幼鱼生长性能、抗氧化能力以及矿物元素沉积的影响[J]. 水产学报,2018,42(7):1111-1123.
- [4] Jiang S T, Wu X Y, Luo Y, et al. Optimal dietary protein level and protein to energy ratio for hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* female × *Epinephelus lanceolatus* male) juveniles[J]. Aquaculture, 2016,465:28-36.
- [5] Jiang S T, Wu X Y, Li W F, et al. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed utilization, body and plasma biochemical compositions of hybrid grouper (*Epinephelus lanceolatus* male × *Epinephelus fuscoguttatus* female) juveniles[J]. Aquaculture, 2015, 446:148-155.
- [6] 梁华芳,黄东科,吴耀华,等. 温度和盐度对龙虎斑存活与摄食的影响[J]. 广东海洋大学学报,2013,33(4):22-26.

左晓昕,赵艳红,邓碧华,等. 猪瘟耐热活疫苗节能冻干曲线的优化研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(5):156-161.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.05.033

# 猪瘟耐热活疫苗节能冻干曲线的优化研究

左晓昕<sup>1</sup>, 赵艳红<sup>1</sup>, 邓碧华<sup>1</sup>, 牟和平<sup>2</sup>, 胡来根<sup>1,2</sup>, 宋伟<sup>1</sup>, 吕芳<sup>1,2,3</sup>, 卢宇<sup>1,4,5</sup>, 侯继波<sup>1,3,4</sup>

(1. 江苏省农业科学院动物免疫工程研究所/国家兽用生物制品工程技术研究中心, 江苏南京 210014;

2. 成都天邦生物制品有限公司, 四川成都 610100; 3. 江苏省动物重要疫病与人兽共患病防控协同创新中心, 江苏扬州 225009;

4. 江苏省食品质量安全重点实验室-省部共建国家重点实验室培育基地, 江苏扬州 225009; 5. 江苏大学药学院, 江苏镇江 212013)

**摘要:**猪瘟疫苗真空冷冻干燥工艺,可减少冻干对制品活性的影响,降低制品冻干过程的耗能,缩短冻干周期,故研制安全、耐热、节能的猪瘟减毒冻干疫苗极为重要。选用甘露醇、甘氨酸等成分设计猪瘟耐热保护剂配方,通过间接免疫荧光法比较制品在 37℃、10 d 的冻干和耐热损失,并用兔体热反应法复核。检测优化配方的共晶点和塌陷温度设计冻干程序,比较不同预冻方式对猪瘟耐热疫苗冻干的影响,调整冻干周期。猪瘟耐热保护剂配方 A-4 的冻干和耐热损失最小,分别为 0.30 lg 和 0.45 lg。根据制品的共晶点 -27.51℃,对预冻方式筛选,发现快冻冻干和耐热损失最小,分别为 0.17 lg 和 0.38 lg,根据塌陷温度 -24.3℃,成功将冻干曲线缩短至 24 h。调整后的配方可使猪瘟活苗在 37℃ 保存 15 d、45℃ 保存 7 d;内毒素和动物试验表明该疫苗安全、无副反应。上述结果表明,试验成功筛选出猪瘟耐热保护剂配方 A-4,在保证疫苗质量的前提下优化冻干曲线,调整后的保护剂配方保证疫苗耐热性能,安全无副反应。

**关键词:**猪瘟病毒;耐热保护剂配方;冻干工艺;耐热性能;安全性

**中图分类号:** S859.79<sup>+</sup>7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)05-0156-06

猪瘟(classical swine fever, CSF)是由猪瘟病毒(classical swine fever virus, CSFV)引起的急性、接触性传染病,在各国均有暴发疫情,尤其是东南亚地区,呈散发性且流行范围广的特点<sup>[1]</sup>。猪瘟作为我

国重大动物疫病,已经在国家中长期动物疫病防治规划中被列为优先防治的动物疫病<sup>[2]</sup>。

疫苗是控制猪瘟的重要手段,我国相继用 4 株猪瘟病毒诱导猪瘟发病,并成功筛选出能够减少对猪的致病能力但能保存免疫原性的猪瘟病毒,即猪瘟兔化弱毒疫苗 C 株。CSFV 增殖方法多样,目前在生产上多在猪睾丸细胞和牛睾丸原代细胞上扩繁,生产工艺成熟。但是该疫苗的耐热性差,极易失活<sup>[3]</sup>,在生产后期必须要添加一些保护剂,并进行真空冷冻干燥。但是,目前市场上的猪瘟冻干活疫苗在传输中仍无法脱离冷链环境,需要在

收稿日期:2019-05-06

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0500706-2);江苏省农业科学院探索性颠覆性创新计划[编号:ZX(17)2016]。

作者简介:左晓昕(1992—),女,江苏泰州人,硕士,从事兽用疫苗耐热剂型研究。E-mail: zuoxiaoxin08@163.com。

通信作者:吕芳,硕士,副研究员,从事兽用疫苗耐热剂型研究。E-mail: lvfang31@163.com。

[7]梁华芳,黄东科,吴耀华,等. 温度和盐度对龙虎斑耗氧率和排氮率的影响[J]. 渔业科学进展,2014,35(2):30-34.

[8]王成桂,梁华芳,黄东科,等. 不同盐度对龙虎斑生长和摄食的影响[J]. 广东海洋大学学报,2014,34(4):40-44.

[9]李国聪,陈刚,黄建盛,等. 照度对龙虎斑幼鱼行为活动的影响[J]. 广东海洋大学学报,2015,35(1):43-50.

[10]刘晓勇,齐茜,王国峰,等. 养殖密度对饲料驯化期西伯利亚鲟生长的影响[J]. 淡水渔业,2012,42(5):79-82.

[11]吴遵霖,李蓓,李桂云,等. 鳊鱼配合饲料驯饲与养殖研究[J]. 淡水渔业,1996,26(1):16-19.

[12]赵晓临,夏大明,李军,等. 斑鳊网箱配合饲料驯养及其活动与摄食行为的初步观察[J]. 水产学杂志,2008,21(2):37-41.

[13]叶继丹,孙大江,曲秋芝,等. 用配合饲料驯饲中华倒刺鱼研究

初报[J]. 水产学杂志,1998,11(2):17-19.

[14]盛竹梅,黄文. 江鲢鱼种利用人工配合饲料驯化养殖技术[J]. 中国水产,2014(1):60-61.

[15]齐志宏. 浮性颗粒饲料驯化养殖加州鲈 *Micropterus salmoides* (Lacépède) 试验研究[J]. 现代渔业信息,2008(6):12-14.

[16]侯冠军,李海洋,汪留全,等. 不同蛋白水平饲料对美洲鲟鱼苗种食性驯化的影响[J]. 粮食与饲料工业,2013(3):51-54.

[17]陈远见. 黄鳊人工驯饲及科学投喂技术[J]. 河北渔业,2000(2):20-21.

[18]严太明,刘小帅,杨淞,等. 重口裂腹鱼鳞片发育和覆盖过程[J]. 动物学杂志,2014,49(3):391-398.

[19]李思发,杨小林,何超刚. 草鱼的鳞片出现和复盖过程的初步研究[J]. 江西水产科技,1986(1):45-52.