

文章编号: 1674-7054(2017)04-0383-07

卵形鲳鲹鱼种大型网箱阶梯式 中间培育技术

林川^{1,3}, 王小兵^{2,3}, 黄海³

(1. 海南省农业学校, 海口 571100; 2. 海南大学 材料与化工学院, 海口 570228;

3. 海南临高海丰养殖发展有限公司, 海口 570206)

摘要: 设计了新型卵形鲳鲹鱼种中间培育模式, 并通过试验确定了各级培育主要技术参数。该模式共分3个培育阶段, 初始放养鱼种规格为 $2.9\text{ cm} \leq \text{体长} \leq 3.2\text{ cm}$ 。一级、二级和三级培育密度分别为 $280 \sim 300\text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 水体、 $150 \sim 180\text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 水体和 $120 \sim 150\text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 水体; 培育网衣网目分别为 $2a=1.2, 2.0$ 和 3.0 cm 。各级培育具体苗种筛分细则为: 一级培育中, 当体长 $\geq 4.4\text{ cm}$ 鱼种数量占总数的 $(40 \pm 2)\%$ 时进行分筛, 体长 $\geq 4.4\text{ cm}$ 的鱼种进入二级培育; 二级培育中, 当体长 $\geq 5.8\text{ cm}$ 的鱼种数量占总数的 $(90 \pm 2)\%$ 时进行分筛, 体长 $\geq 5.8\text{ cm}$ 的鱼种进入三级培育; 三级培育中, 当体长 $\geq 7.2\text{ cm}$ 的鱼种数量占总数的 $(90 \pm 2)\%$ 时进行分筛, 体长 $\geq 7.2\text{ cm}$ 的鱼种进入成鱼养殖。通过该模式, 鱼种培育成活率及 $7.2\text{ cm} \leq \text{体长} \leq 8.2\text{ cm}$ 鱼种的集中度超过85%。与传统培育模式相比, 成活率可提高10%以上, 有效降低了养殖成本; 同时, 可大幅提升商品鱼品质, 增加养殖效益。

关键词: 卵形鲳鲹; 鱼种; 中间培育; 成活率; 体长集中度

中图分类号: S 962.3⁺2

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2017.04.002

卵形鲳鲹(*Trachinotus ovatus*)是近年来我国南方海水养殖大力发展的优良品种^[1-3], 随着其养殖^[4-5]、病害诊断及防治技术的日益成熟^[6-13], 现已成为海南深海网箱养殖的主要品种。据报道, 截止2014年, 海南省约有4 500口深水网箱, 年产量约4万t, 年产值达12亿元, 为海南渔业经济的升级转型做出了重要贡献。为了满足深海网箱养殖用苗需求, 海南每年需卵形鲳鲹鱼种3亿尾以上^[14]。传统上, 育苗场培育的卵形鲳鲹鱼种, 需经养殖海区适应性中间培育过程, 才能用于深海网箱的成鱼养殖^[15]。多年来, 卵形鲳鲹鱼种的传统中间培育主要采用40 m周长离岸网箱, 采取培育鱼种1次性投放, 育成至适应养殖海区环境的大规格鱼种后, 用于成鱼养殖。实际生产中, 传统培育方式存在培育鱼种成活率和体长集中度低的缺点。鱼种培育成活率一般在60%~75%之间, 每年造成直接经济损失高达几千万元; 而且同批培育的鱼种体长规格差异明显, 导致商品鱼品质参差不齐, 无法有效保障养殖效益, 严重制约了深海网箱养殖产业在海南的快速、良性发展。2016年, 针对卵形鲳鲹鱼种传统中间培育现状, 笔者开展了新型中间培育技术研究。提出了卵形鲳鲹鱼种大型网箱阶梯式中间培育模式, 主要目标是把鱼种培育成活率提高至85%以上, 降低养殖成本; 同时, 严格控制培育鱼种的体长集中度, 提高养成商品鱼品质, 增加养殖效益。经过1年的试验, 笔者确定了卵形鲳鲹鱼种大型网箱阶梯式中间培育技术中的各主要技术参数, 形成了完整的培育模式, 旨在为卵形鲳鲹鱼种的中间培育生产实践提供参考。

1 材料与方法

1.1 鱼种来源 购自海南青利水产鱼种育苗场, 鱼种活力良好、健康、检疫合格, 体长规格 $2.9 \sim 3.2\text{ cm}$ 。

收稿日期: 2017-06-21

修回日期: 2017-09-15

基金项目: 海南省重大科技项目(ZDKJ2016011)

作者简介: 林川(1972-), 男, 硕士, 高级讲师, 研究方向: 渔业养殖。E-mail: Linchuan0001@163.com

通信作者: 王小兵(1979-), 男, 高级实验师, 研究方向: 海洋生物资源开发利用。E-mail: wangxiaobing4000@163.com

1.2 试验海区环境条件 试验地点为海南后水湾临高海丰养殖发展有限公司养殖基地。海区流速 $0.5 \sim 1.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 水深 $10 \sim 20 \text{ m}$ 透明度超过 1.0 m 。水温 $20 \sim 32 \text{ }^\circ\text{C}$ 盐度 $30 \sim 33$ pH $7.8 \sim 8.2$ 溶解氧 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上。

1.3 试验方案 本阶梯式中间培育的总体目标是利用大型深水网箱,实现卵形鲳鲹鱼种中间培育成活率达到 85% 以上,同批育成鱼种体长规格相差在 1.0 cm 以内。根据这一目标,笔者首先依据生产实践经验和条件,采用 60 m 周长大型网箱,把传统的中间培育过程,依照培育鱼种的体长及网衣网目大小,进行梯度分级,划分为 3 个培育阶段,形成基本的卵形鲳鲹鱼种大型网箱阶梯式中间培育技术模型(表 1),然后通过试验确定一级培育的鱼种筛分时间节点和二、三级培育的培育密度参数,以达成总体设计目标,形成完整的中间培育技术模式。最后通过生产应用验证该技术模式的可靠性。

表 1 卵形鲳鲹鱼种大型网箱阶梯式中间培育各阶段的基本划分标准

Tab. 1 The division standard of stepwise intermediate culture of *Trachinotus ovatus* fingerlings

分级梯度 Grading gradient	分级标准 Grading standard	鱼种筛分原则 Fingerling sieving principle	培育目标要求 Culture objectives
一级培育	鱼种初始规格: $2.9 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 3.2 \text{ cm}$ 。培育密度: $280 \sim 300 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 水体。培育网衣网目 $2a = 1.2 \text{ cm}$	体长 $\geq 4.4 \text{ cm}$ 的鱼种数量占培育鱼种总数一定百分比(实验确定)时进行鱼种筛分: 体长 $\geq 4.4 \text{ cm}$ 的鱼种进入二级培育, 体长 $< 4.4 \text{ cm}$ 的鱼种继续一级培育	鱼种培育成活率 95% 以上; 鱼种体长 $\geq 4.4 \text{ cm}$, 其中 $4.4 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 4.9 \text{ cm}$ 鱼种的集中度达 85% 以上
二级培育	鱼种初始规格: $4.4 \text{ cm} \leq \text{体长} < 5.8 \text{ cm}$ 。培育密度: 实验确定。培育网衣网目 $2a = 2.0 \text{ cm}$	体长 $\geq 5.8 \text{ cm}$ 的鱼种数量占培育鱼种总数的 $(90 \pm 2)\%$ 时进行鱼种筛分: 体长 $\geq 5.8 \text{ cm}$ 的鱼种进入三级培育, 体长 $< 5.8 \text{ cm}$ 的鱼种继续二级培育	鱼种培育成活率 95% 以上; 鱼种体长 $\geq 5.8 \text{ cm}$, 其中 $5.8 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 6.6 \text{ cm}$ 鱼种的集中度达 85% 以上
三级培育	鱼种初始规格: $5.8 \text{ cm} \leq \text{体长} < 7.2 \text{ cm}$ 。培育密度: 实验确定。培育网衣网目 $2a = 3.0 \text{ cm}$	体长 $\geq 7.2 \text{ cm}$ 的鱼种数量占鱼种总数的 $(90 \pm 2)\%$ 时进行鱼种筛分: 体长 $\geq 7.2 \text{ cm}$ 的鱼种直接进入成鱼养殖, 体长 $< 7.2 \text{ cm}$ 的鱼种继续三级培育	鱼种培育成活率 95% 以上; 鱼种体长 $\geq 7.2 \text{ cm}$, 其中 $7.2 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 8.2 \text{ cm}$ 鱼种的集中度达 85% 以上

1.3.1 一级培育鱼种筛分时间节点的确定 试验时间为 $2016-04-10-2016-04-28$ 。一级培育鱼种筛分时间节点定义为: 筛分鱼种时, 体长 $\geq 4.4 \text{ cm}$ 鱼种的数量占初始放苗数量的百分比。试验共设置 3 个分苗时间节点组, 即 $(30 \pm 2)\%$ 、 $(40 \pm 2)\%$ 和 $(50 \pm 2)\%$ 。每组 4 口网箱, 成田字型组合在一起, 组内网箱间距 10 m ; 组间网箱间距 $80 \sim 100 \text{ m}$, 沿潮流方向, 一字型排列。放苗密度为 $280 \sim 300 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 水体, 通过比较各筛分鱼种时间节点的鱼种成活率和 $4.4 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 4.9 \text{ cm}$ 鱼种的集中度来确定最佳分苗时间。各评价指标计算公式如下:

$$\text{分苗时间节点} = (\text{体长} \geq 4.4 \text{ cm 鱼种数量} / \text{放苗总数量}) \times 100\%;$$

$$\text{成活率} = (\text{存活的鱼种数} / \text{放苗总数量}) \times 100\%;$$

$$\text{鱼种体长集中度} = (4.4 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 4.9 \text{ cm 的鱼种数} / \text{体长} \geq 4.4 \text{ cm 鱼种总数}) \times 100\%。$$

1.3.2 二、三级培育密度的确定 二级培育试验时间为 $2016-04-22-2016-05-03$, 三级培育试验时间为 $2016-04-28-2016-05-10$ 。每个试验设置 4 个密度组, 即二级培育为 $150, 180, 200$ 和 $210 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$; 三级培育为 $120, 150, 160$ 和 $170 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。试验时, 每个密度设置 1 组网箱, 每组 3 口网箱, 成田字型组合在一起, 组内网箱间距 10 m ; 组间网箱间距 $80 \sim 100 \text{ m}$, 沿潮流方向, 一字型排列。通过比较各密度组筛分鱼种时, 鱼种成活率和体长集中度(二级培育比较 $5.8 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 6.6 \text{ cm}$ 和三级培育比较 $7.2 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 8.2 \text{ cm}$ 鱼种的集中度) 来确定最佳培育密度。各评价指标计算公式如下:

$$\text{成活率} = (\text{存活的鱼种数} / \text{放苗总数}) \times 100\% ,$$

$$\text{鱼种体长集中度} = (\text{某一体长范围鱼种数量} / \text{存活鱼种总数}) \times 100\% 。$$

1.3.3 阶梯式中间培育模式的验证和生产应用 在形成完整的卵形鲳鲹鱼种大型网箱中间培育技术模式的基础上, 购买合格鱼种对整个技术模式进行规模化生产, 验证鱼种培育成活率和体长集中度, 并把培育的鱼种进行养成试验, 检验其养成效果。养成效果主要通过比较商品鱼等级规格进行鉴定^[15]。

1.4 试验网箱 采用60 m周长HDPE(高密度聚乙烯)圆形双浮管浮式抗风浪网箱, 网箱直径19.10 m, 网衣高度6.0 m, 入水深5.0 m, 网目规格1.2、2.0和3.0 cm, 根据不同培育阶段更换; 网箱有效养殖水体按1 000 m³水体计算。

1.5 养殖管理

1.5.1 饲料与投喂 采用卵形鲳鲹养殖专用膨化饲料, 饲料蛋白质含量超过40%。投喂量控制在鱼种体质量的3%~6%, 根据水温和风浪情况进行适当增减; 日投喂3次, 投喂时, 饲料投放速度按“前期慢—中期快—后期慢”, 投放量按“前期少—中期多—后期少”和投放围覆盖1/3网箱水面以上的要求进行, 保证鱼群摄食均匀。

1.5.2 日常管理 1) 每天巡查养殖网箱, 检查有无破损, 及时清除网箱内及其周边区域的杂物。2) 建立养殖日志, 及时了解养殖水体水质变化和养殖鱼种活动情况, 发现问题及时处理。3) 安排专人做好抽样记录, 抽样检查鱼种生长情况, 作为筛分鱼种和调节日投喂量的依据。每一培育阶段, 前期每3 d抽样1次, 后期根据鱼种生长情况进行相应调整, 以不影响安排鱼种筛分、换网时间及日投喂量调整为基准。每次抽样点不少于3个, 抽样数量50~100尾。4) 及时换、洗网, 一般7 d需换网1次, 具体操作可根据培育网箱内溶氧水平、网衣附着生物量和鱼种活动情况进行调整, 原则上, 网箱内溶氧水平不能低于3.0 mg·L⁻¹。5) 做好鱼病预防。每隔7 d用大蒜素、复合维生素或其他免疫增强剂等拌饵投喂, 提高鱼体免疫力, 预防鱼病的发生。

1.6 数据分析 采用SPSS软件中的单因素方差分析和Tukey's HSD进行多重比较, 设置 $P < 0.05$ 为差异显著水平。

2 结果与分析

2.1 一级培育筛分鱼种时间节点对鱼种成活率和体长集中度的影响 分苗时间节点对鱼种存活率的影响结果见图1。从图1可知, 分苗时间节点(30±2)%和(40±2)%时的鱼种成活率分别为(96.49±2.03)%和(96.16±1.63)%, 均在95%以上, 且彼此间无显著性差异($P > 0.05$); 但当分苗时间节点为(50±2)%时, 鱼种成活率仅(93±0.65)%, 显著低于其他实验组($P < 0.05$); 而要想实现本阶梯式中间培育模式鱼种成活率达85%以上的目标, 经分析, 每级培育成活率必须维持在95%以上, 因此一级培育分苗时间节点应低于(50±2)%。

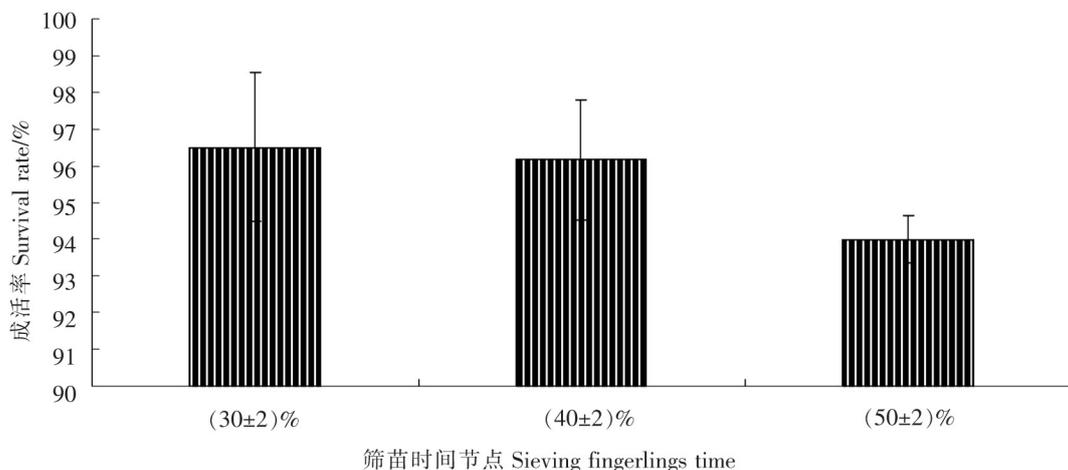


图1 筛分鱼种时间节点对鱼种成活率的影响

Fig.1 Effect of time points for grading fingerlings by sieving on the survival rate of the fingerlings

从图 2 可知,一级培育中,分苗时间节点在 $(30 \pm 2)\%$ 和 $(40 \pm 2)\%$ 时 $4.4 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 4.9 \text{ cm}$ 鱼种的集中度都超过 85%,且两者间无显著性差异 ($P > 0.05$),但随着分苗时间节点后移至 $(50 \pm 2)\%$ 时,集中度出现了显著降低 ($P < 0.05$),降到了 80% 以下。

综上所述,结合生产实际情况,综合考虑劳动强度、成本、鱼种成活率、 $4.4 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 4.9 \text{ cm}$ 鱼种集中度对后续培育效果的影响等因素,一级培育分苗时间节点确定为 $(40 \pm 2)\%$ 。

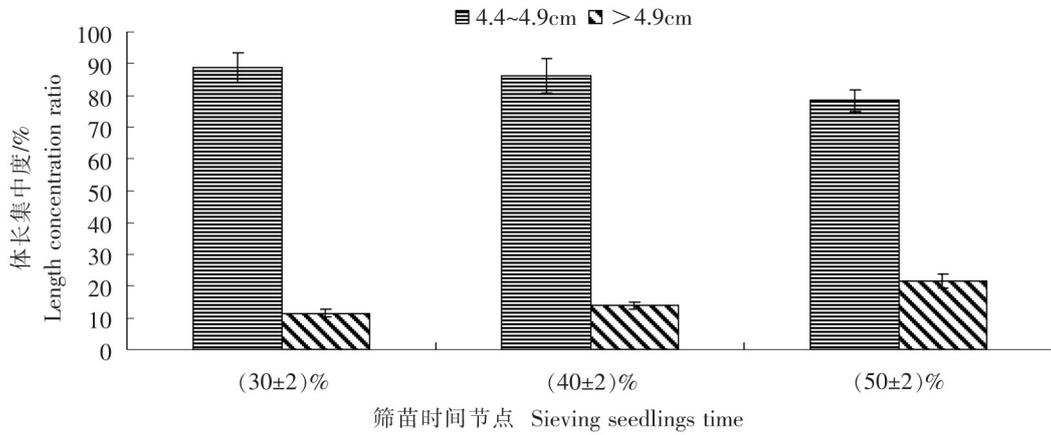


图 2 筛分鱼种时间节点对鱼种体长集中度的影响

Fig.2 Effect of time for sieving fingerlings on length concentration ratio

2.2 二级培育密度对鱼种成活率和体长集中度的影响 从图 3~4 可知,培育密度对各试验组鱼种成活率无显著影响 ($P > 0.05$),且所有试验组都呈现了非常高的成活率,高达 96% 以上;但对 $5.8 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 6.6 \text{ cm}$ 鱼种的集中度有明显影响,培育密度在 $150 \sim 180 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 范围内,集中度都在 85% 以上,且彼此间无显著性差异 ($P > 0.05$),但当培育密度增加到 $200 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 以上后,体长集中度会显著降低到 80% 以下 ($P < 0.05$),同时,体长 $< 5.8 \text{ cm}$ 鱼种的集中度会升至 10% 以上,不利于三级培育对鱼种体长集中度的控制目标。因此,二级培育最佳密度确定为 $150 \sim 180 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

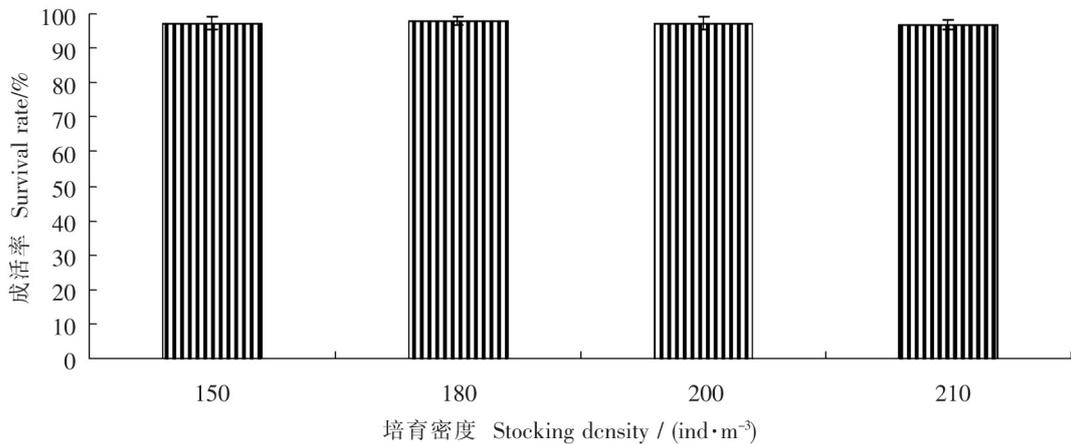


图 3 二级培育密度对鱼种成活率的影响

Fig.3 Effect of secondary stocking density on the survival rate of the fingerlings

2.3 三级培育密度对鱼种成活率和体长集中度的影响 从图 5~6 可知,在设置密度范围内,三级培育密度对鱼种成活率亦无显著性影响 ($P > 0.05$),且成活率均高于 96%;而对 $7.2 \text{ cm} \leq \text{体长} \leq 8.2 \text{ cm}$ 鱼种集中度有明显影响。培育密度在 $120 \sim 150 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 范围内,集中度虽有显著性差异 ($P < 0.05$),但都保持在 85% 以上, $120 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 密度组为 $(89.87 \pm 1.58)\%$, $150 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 密度组为 $(85.75 \pm 2.45)\%$;当培育密度超过 $160 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 后,集中度会显著降低到 80% 以下;同时,体长 $< 7.2 \text{ cm}$ 鱼种的集中度会急剧上升到 10% 以上。因此,为了获得 95% 以上的鱼种培育成活率和满足对培育鱼种体长集中度的控制,三级

培育最佳密度确定为 120 ~ 150 ind · m⁻³。

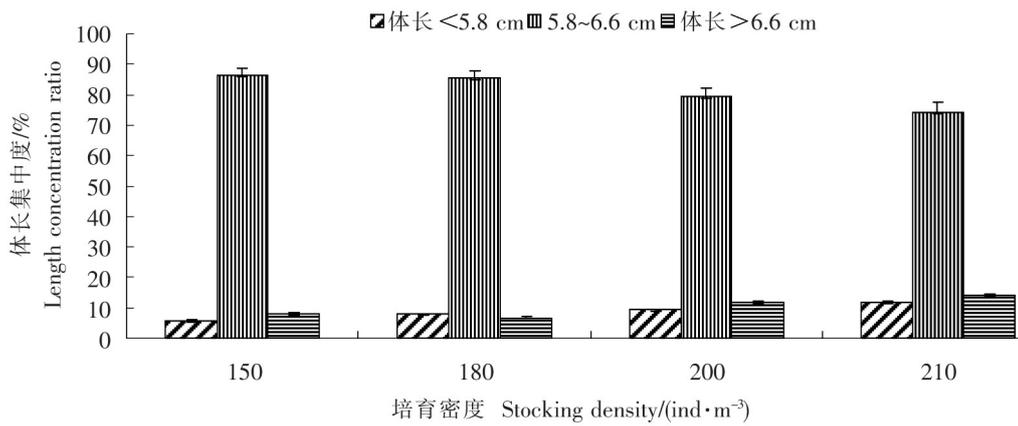


图 4 二级培育密度对鱼种体长集中度的影响

Fig.4 Effect of secondary stocking density on the length concentration ratio of the fingerlings

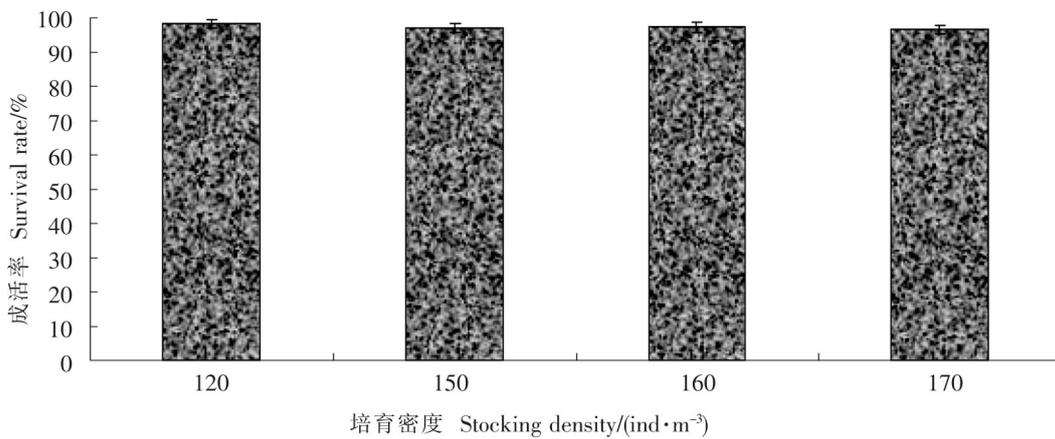


图 5 三级培育密度对鱼种成活率的影响

Fig.5 Effect of tertiary stocking density on the survival rate of the fingerlings

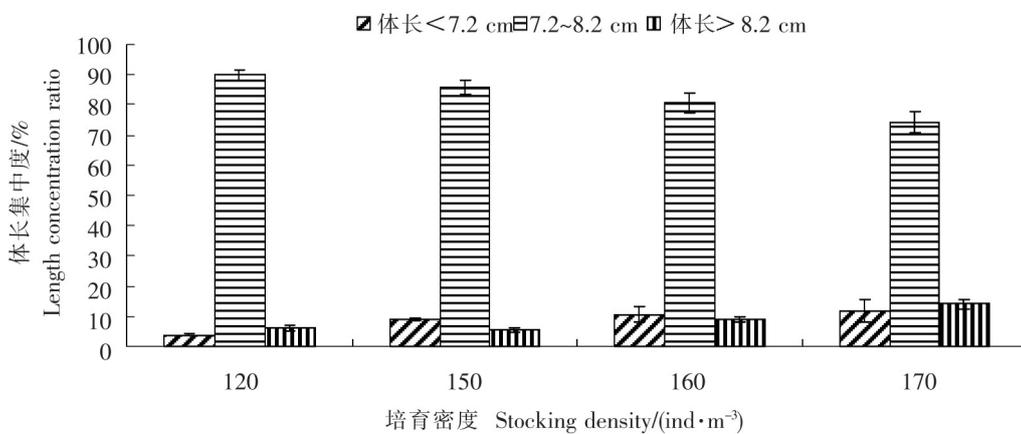


图 6 三级培育密度对鱼种体长集中度的影响

Fig.6 Effect of tertiary stocking density on length concentration ratio of the fingerlings

2.4 阶梯式中间培育技术模式的验证及生产应用情况 为了检验在上述试验基础上形成的新型卵形鲳鲹鱼种中间培育模式的培育效果,笔者于 2016-05-22—2016-06-28 期间,利用 47 口 60 m 周长网箱进行了验证试验。试验时,初始投放卵形鲳鲹鱼种共 1 356.22 万尾,各级培育严格按照卵形鲳鲹鱼种大

型网箱阶梯式中间培育模式的技术要求进行。结果显示:除去6口网箱培育失败(共170.16万尾),没计入统计外,共获得养殖用卵形鲳鲹鱼种1026.65万尾,培育成活率86.56%, $7.2\text{ cm}\leq\text{体长}\leq 8.2\text{ cm}$ 鱼种集中度为87.33%,达到了该新型中间培育技术模式的设计目标。同时,培育鱼种于2016-06-22—2016-12-07进行成鱼养殖(养殖密度:60 m周长网箱4.5万尾;80 m周长7万尾),经5个月左右的养殖,商品鱼的品质得到了极大的提升,A级商品鱼(体质量 $\geq 600\text{ g}$)占比达到了(91.6~93.2)%,而传统培育方式只有60%左右^[15],取得了良好的养殖效益。

3 讨论

深海网箱养殖作为一种先进养殖方式,有着传统网箱养殖不可比拟的优势,得到了国家的大力倡导和扶持,已成为我国海水养殖产业发展的必然趋势。海南省作为海水养殖大省,发展深海网箱养殖的重要性及必要性显而易见。近年来,随着卵形鲳鲹深海网箱养殖在海南的兴起,极大的推动了整个深海网箱养殖产业链的蓬勃发展。但是,近年来,由于人力成本和物价上涨等因素的影响,卵形鲳鲹养殖利润急剧减少,渔民养殖积极性被削弱,阻碍了整个深海网箱养殖产业的发展进程。因此,如何降低卵形鲳鲹的养殖成本,提高养殖效益,是解决深海网箱养殖产业链在海南持续、良性发展的一个关键问题。

影响卵形鲳鲹成鱼养殖成本和养殖效益的因素很多,而传统鱼种培育模式中,鱼种成活率低和体长不均匀是其中的2个重要因素。笔者提出的卵形鲳鲹鱼种大型网箱阶梯式中间培育技术模式为解决这一问题提供了一个可靠途径。笔者通过大量试验,确定了卵形鲳鲹鱼种阶梯式中间培育的各级技术参数,形成了适合生产实践的新型中间培育技术体系,具体培育细则如下:

一级培育:培育密度 $280\sim 300\text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 水体;鱼种放养规格为 $2.9\text{ cm}\leq\text{体长}\leq 3.2\text{ cm}$;培育网衣 $2a=1.2\text{ cm}$;分级原则:单个网箱中,当体长 $\geq 4.4\text{ cm}$ 鱼种数量占鱼种总数的(40 \pm 2)%时进行分筛,体长 $\geq 4.4\text{ cm}$ 的鱼种进入二级培育,体长 $< 4.4\text{ cm}$ 的鱼种继续一级培育。

二级培育:培育密度 $150\sim 180\text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 水体;培育网衣 $2a=2.0\text{ cm}$;分级原则:单个网箱中,当体长 $\geq 5.8\text{ cm}$ 的鱼种数量占鱼种总数的(90 \pm 2)%时进行分筛,体长 $\geq 5.8\text{ cm}$ 的鱼种进入三级培育,体长 $< 5.8\text{ cm}$ 的鱼种继续二级培育。

三级培育:培育密度 $120\sim 150\text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 水体;培育网衣 $2a=3.0\text{ cm}$;分级原则:单个网箱中,当体长 $\geq 7.2\text{ cm}$ 的鱼种数量占鱼种总数的(90 \pm 2)%时进行分筛,体长 $\geq 7.2\text{ cm}$ 的鱼种进入成鱼养殖,体长 $< 7.2\text{ cm}$ 的鱼种继续三级培育。

验证试验和成鱼养殖结果证明,通过该中间培育模式,卵形鲳鲹鱼种成活率可达85%以上,与传统中间培育技术相比,提高了约10%,可有效降低养殖成本;同时,同批育成鱼种体长规格差异可缩小到1.0 cm左右,为商品鱼品质的提升提供了保障,而商品鱼的品质对养殖效益的影响极其明显^[15]。需要指出的是,培育管理对于该中间培育模式的顺利实施甚为重要,特别是投喂管理是否到位和抽样调查是否及时。

参考文献:

- [1]宋恒锋,方农业,张艳秋.广西沿海池塘低盐度养殖卵形鲳鲹试验[J].水产养殖,2014(6):56-58.
- [2]李样红,彭树锋,周全耀,等.卵形鲳鲹深水网箱养殖技术研究[J].科学养鱼,2014(5):44-45.
- [3]刘兴旺,李志国.卵形鲳鲹海水网箱养殖技术[J].齐鲁渔业,2007,24(7):8-9.
- [4]周勤勇,李鑫渲,罗文佳,等.不同投喂方式对网箱养殖卵形鲳鲹生长及其营养成分的影响[J].渔业现代化,2013,40(1):13-17.
- [5]刘贤敏,刘晋,刘康,等.2010年华南地区金鲳鱼养殖报告[J].内陆水产,2011(2):27-28.
- [6]熊向英,徐力文,董兰芳,等.网箱养殖卵形鲳鲹鱼体寄生虫初步调查[J].广西科学院学报,2015,31(4):281-285.
- [7]Li G F, Zhao D H, Sun J J, et al. Identification and phylogenetic analysis of *Vibrio vulnificus* isolated from diseased *Trachinotus ovatus* in cage mariculture[J]. Aquaculture, 2006, 261(1):17-25.
- [8]夏立群,黄郁葱,鲁义善.卵形鲳鲹主要病害及其研究进展[J].安徽农学通报,2012,18(23):140-143,150.
- [9]苏友禄,冯娟,郭志勋,等.美人鱼发光杆菌杀鱼亚种感染卵形鲳鲹的病理学观察[J].海洋科学,2012,36(2):75-81.

- [10] 王瑞旋, 刘广锋, 王江勇, 等. 养殖卵形鲳鲹 (*Trachinotus ovatus*) 诺卡氏菌病的研究[J]. 海洋湖沼通报, 2010, 33(1): 52–58.
- [11] 罗卫, 李惠芳, 刘荭, 等. 鱼类神经坏死病毒实时荧光 RT-PCR 检测方法的建立和应用[J]. 中国水产科学, 2008, 15(3): 506–510.
- [12] 黄郁葱, 简纪常, 吴灶和, 等. 卵形鲳鲹结节病病原的分离与鉴定[J]. 广东海洋大学学报, 2008, 28(4): 49–53.
- [13] 苏友禄, 冯娟, 郭志勋, 等. 3种美人鱼发光杆菌疫苗对卵形鲳鲹的免疫效果[J]. 华南农业大学学报, 2011, 32(3): 105–110.
- [14] 胡晓亮. 海南三亚推进建设深水网箱养殖 投资 3170 万元期限 10 年[EB/OL]. (2015-01-08) [2017-06-18]. http://www.shuichan.cc/news_view-231165.html.
- [15] 王小兵, 林川, 黄海, 等. 养殖密度对卵形鲳鲹离岸大型抗风浪网箱养殖效果的影响[J]. 热带生物学报, 2017, 8(1): 1–6.

The Stepwise Intermediate Culture of *Trachinotus ovatus* Fingerlings in Large Cage

LIN Chun^{1,3}, WANG Xiaobing^{2,3}, HUANG Hai³

(1. Hainan Agricultural School, Haikou, Hainan 571100, China; 2. Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China;

3. Lingao Haifeng Aquaculture Company, Haikou, Hainan 570206, China)

Abstract: A new model for intermediate culture of *Trachinotus ovatus* fingerlings in large cage was designed, and the main technical parameters were determined by experiment. This culture model included three stages of culture: primary, secondary and tertiary, and the initial size of *Trachinotus ovatus* fingerlings were 2.9–3.2 cm. For the primary, secondary and tertiary culture the stocking densities were 280–300 ind·m⁻³, 150–180 ind·m⁻³ and 120–150 ind·m⁻³, respectively, and the net mesh size was 2 a = 1.2 cm, 2.0 cm and 3.0 cm, respectively. The fingerlings were selected by sieving for the secondary culture when they were 4.4 cm or more long and accounted for (40 ± 2)% of the total. Likewise, the fingerlings of 5.8 cm or more were sieved and selected for tertiary culture when they were (90 ± 2)% of the total. The fingerlings were sieved for adult fish culture when they were 7.2 cm or more long and made up (90 ± 2)% of the total. When cultured in this model, the fingerlings had a survival rate of more than 85%, and the number of fingerlings with the body length between 7.2 cm and 8.2 cm accounted for more than 85%. Compared with the traditional culture, this culture model had a higher survival rate by above 10%, reducing the production cost effectively and increasing the profit.

Keywords: *Trachinotus ovatus*; fingerlings; survival rate; stepwise intermediate culture; length concentration ratio