

文章编号: 1674-7054(2018)04-0363-07

卵形鲳鲹深海网箱养殖渔获模式的研究

林川^{1,3}, 何永姑², 王小兵^{3,4}

(1. 海南省农业学校, 海口 571100; 2. 海南大学 海洋学院, 海口 570228; 3. 海南大学
材料与化工学院, 海口 570228; 4. 海南临高海丰养殖发展有限公司, 海口 570206)

摘要: 为了实现在传统养殖模式基础上, 通过增加养殖密度, 把养殖成活率提高到 85% 左右, 单位水体产量提高到 $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 水体的目标, 笔者对卵形鲳鲹深海网箱养殖的 2 种新型养殖模式进行了研究。结果表明“一次性放苗 2 批次渔获”模式不同试验组对养殖成活率和单位水体产量有明显影响 ($P < 0.05$)。试验组 1 成活率最高, 为 $(85.82 \pm 0.95)\%$, 试验组 4 最低, 为 $(83.4 \pm 0.21)\%$; 单位水体产量试验组 4 最高, 为 $(21.29 \pm 0.31) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 试验组 2 最低, 为 $(17.95 \pm 0.49) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 仅试验组 3 捕捞组合方式达到试验设计目标, 即第 1 次捕捞的商品鱼规格应控制在 300~350 g 之间。“一次性放苗 3 批次渔获”模式养殖成活率在不同试验组间无显著性差异 ($P > 0.05$), 试验组 2 最高, 为 $(85.79 \pm 0.24)\%$, 试验组 4 最低, 为 $(84.0 \pm 0.36)\%$; 单位水体产量试验组 1、3、5、6 之间及试验组 2 和 4 之间均无显著性差异 ($P > 0.05$), 但试验组 2 和 4 明显高于其他试验组 ($P < 0.05$), 分别为 $(21.34 \pm 1.17) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $(21.64 \pm 1.18) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 且该模式中, 试验组 2 和 4 均能达到试验设计目标, 即采取第 1 次捕获商品鱼规格为 300~350 g, 捕获量为 40%~50%, 第 2 次捕获规格为 400~450 g, 捕获量为 50%~60% 的捕捞组合。

关键词: 卵形鲳鲹; 网箱养殖; 渔获方式; 成活率; 产量

中图分类号: S 965.3

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2018.04.001

卵形鲳鲹 (*Trachinotus ovatus*) 属鲈形目、鲳鲹属, 又称黄腊鲳、金鲳, 为暖水性鱼类, 常分布于印度尼西亚、日本、澳洲热带及中国的东海、南海等海域^[1]。近年来, 卵形鲳鲹因生长速度快, 养殖周期短, 且对环境具有较强的适应能力, 在我国广东、海南已进行大规模的人工养殖, 特别是网箱深海养殖^[2]。在水产养殖中, 特定养殖水体具有特定的养殖容量, 超出养殖水体的养殖容量时, 养殖密度与鱼类生长速度呈反比^[3], 且高密度养殖作为一种环境胁迫因子能引起鱼类应激反应, 改变鱼类的生理状况, 使养殖群体生长率和存活率下降, 增大鱼病发生的可能性^[4-6], 从而降低养殖效益, 增大养殖的潜在风险。当前, 海南卵形鲳鲹深海网箱养殖一般采用传统的“一次性放苗 1 批次渔获”的养殖方式, 大都只能进行中低密度养殖, 80 m 周长网箱放苗密度在 6~8 万尾之间, 即便如此, 在养殖的 7~9 月会出现一个死亡高峰, 养殖平均成活率维持在 75% 左右, 平均单位水体产量小于 $18 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 养殖效益产出与高投入、高风险不匹配, 严重制约了深海网箱养殖产业的发展, 也影响了海南整个海水养殖产业的升级转型。为了改变这一局面, 本课题组从 2016 年起, 对“一次性放苗, 分级分批渔获”的新型模式进行了研究, 其目的是在传统养殖模式的基础上, 通过增加养殖密度, 分级分批渔获, 把卵形鲳鲹深海网箱养殖成活率提高到 85% 左右, 单位水体产量提高到 $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 降低养殖风险, 增加养殖效益, 进一步促进海南海水养殖产业的升级转型。为了达成这一目标, 课题组精心设计了“一次性放苗 2 批次渔获”和“一次性放苗 3 批次渔获”的模式, 并通过养殖试验, 从养殖成活率、总产量和单位水体养殖产量等角度评估了 2 种养殖模式的可行性。

收稿日期: 2017-06-21

修回日期: 2017-11-05

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: wangxiaobing_4000@163.com

1 材料与方法

1.1 试验地点 试区位于海南临高后水湾临高海丰养殖发展有限公司的抗风浪网箱养殖基地。水深 10~20 m,透明度 1.0~1.5 m,年平均气温 23.4 °C,盐度 30~33, pH 7.8~8.2,溶解氧超过 3.0 mg·L⁻¹。

1.2 试验网箱 80 m 周长高密度聚乙烯(HDPE)圆形双浮式抗风浪网箱,网衣长 7 m,网目规格 2a=3.0, 4.0 5.0 cm,有效养殖水体 2 400 m³。

1.3 种苗 购于海南省级水产良种苗种场,规格(15±2) g·尾⁻¹,大小均匀,健康无病害,活力强。

1.4 养殖管理

1.4.1 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%。投饵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。

1.4.2 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饵量的依据。每一培育阶段,前期每 3 天抽样 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、换网时间及日投饵量调整为基准。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等进行调整,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。

1.5 试验设计

1.5.1 对照组 试验于 2017-05-02—11-17 期间进行。按传统“一次性放苗,1 批次渔获”方式养殖,放苗密度 8 万尾。设 1 个对照组,3 个重复,共 3 个网箱,编号#1~#3。

1.5.2 “一次性放苗 2 批次渔获”饲养模式 2017-05-02—05-03 开始放苗,每组除留出 1 个网箱用于项目验收外,其余网箱于 2017-11-12—11-13 结束养殖。采用“一次性放苗 2 批次渔获”模式,即:一次性放苗 12 万尾,养殖期间,分 2 批次捕获商品鱼;第 1 次捕获约 5 万尾商品鱼,剩余商品鱼于实验结束时捕获。根据第 1 次捕捞商品鱼的规格要求设 4 个捕捞点,每个捕捞点对应商品鱼规格见表 1,具体捕获点根据抽样情况确定。试验时,据此把“一次性放苗 2 批次渔获”模式分设 4 个试验组,每个试验组 3 个重复,共 12 个网箱,编号#4~#15,比较不同试验组对养殖成活率、总产量和单位水体产量的影响,确定最佳的“一次性放苗 2 批次渔获”的模式。

表 1 “一次性放苗 2 批次渔获”模式第 1 批次捕捞商品鱼规格和捕捞量

Tab.1 The first batch of marketable fish and catches in the “One release of fingerlings and two batches of catches” model

试验组 Test group	第 1 次捕捞商品鱼规格/(g·尾 ⁻¹) Specification of the first fishing fish	第 1 次捕捞量/万尾 First fishing volume
1	200~230	5
2	230~250	5
3	300~350	5
4	400~450	5

1.5.3 “一次性放苗 3 批次渔获”饲养模式 试验于 2017-05-02—05-03 开始放苗,2017-11-14—11-16 结束。采用“一次性放苗 3 批次渔获”模式,即:一次性放苗 12 万尾,养殖期间,分 3 批次捕获商品鱼,前期分 2 批次捕获约 5 万尾商品鱼,剩余商品鱼于实验结束时捕获。前期 2 批次捕获的 5 万尾商品鱼,根据捕获时商品鱼规格和捕获量要求设 6 个捕获组合(表 2),试验时,据此把“一次性放苗 3 批次渔获”模式设 6 个试验组,每组 3 个重复,共 18 个网箱,编号#16~#33,比较不同试验组对养殖成活率、总产

量和单位水体产量的影响,确定最佳的“一次性放苗 3 批次渔获”模式。

表 2 “一次性放苗 3 批次渔获”模式各试验组前期 5 万尾商品鱼捕获组合方式

Tab. 2 Combination of catching of 50 000 marketable fish in the first two batches of catches in the experimental groups in the “One release of fingerlings and three batches of catches” model

试验组	第 1 次捕捞规格/g	捕捞量/%	第 2 次捕捞规格/(g·尾 ⁻¹)	捕捞量/%
Test group	The specification of first fishing fish	Fishing volume	The specification of second fishing fish	Fishing volume
1	200 ~ 250	50	300 ~ 350	50
2	250 ~ 300	50	400 ~ 450	50
3	200 ~ 250	40	300 ~ 350	60
4	250 ~ 300	40	400 ~ 450	60
5	200 ~ 250	60	300 ~ 350	40
6	250 ~ 300	60	400 ~ 450	40

1.6 数据统计 实验数据采用 SPSS17.0 软件和 Excel2017 进行统计分析,采用独立样本 *t* 检验对组间样品进行差异性分析,使用平均值±标准差表示统计值,以 *P* < 0.05 表示显著性差异,*P* < 0.01 为极显著性差异。

2 结果与分析

2.1 对照组成活率和产量 从表 3 可知,对照组养殖平均成活率为(81.61±2.16)% ,平均养殖总产量为(39 231±717) kg ,单位水体平均产量为(16.35±0.30) kg·m⁻³。

表 3 对照组网箱生产情况

Tab. 3 Fish production from the net cages in the control group

网箱编号	成活率/%	商品鱼规格/(g·尾 ⁻¹)	总产量/kg	平均成活率/%	单位水体产量/(kg·m ⁻³)
Cage number	Survival rate	Productfish specifications	Production	Average survival rate	Every cubic meter off water-production
#1	79.19	612±48	38 669	81.61±2.16	16.35±0.30
#2	83.35	611±61	38 985		
#3	82.29	641±56	40 039		

2.2 “一次性放苗 2 批次渔获”模式 具体生产数据见表 4。

表 4 “一次性放苗,2 批次渔获”模式试验数据

Tab.4 Experimental data in the “One release of fingerlings and 2 batches of catches” model

试验组	网箱编号	第 1 次捕捞日期	鱼规格/(g·尾 ⁻¹)	捕捞量/kg	第 2 次捕捞日期	鱼规格/(g·尾 ⁻¹)	捕捞量/kg
Test group	Cage number	The specification of first fishing fish	fish specifications	Fishing volume	2nd fishing date	fish specifications	Fishing volume
1	#4	2017-08-09	220±23	11 000	2017-11-12	—	—
	#5		221±21	11 051		612±45	33 932
	#6		219±23	10 950		621±54	35 325
	#7		237±25	11 850		—	—
2	#8	2017-08-19	240±21	12 000	2017-11-13	590±56	30 246
	#9		244±22	12 201		619±64	31 704
	#10		300±18	15 000		617±56	33 256
3	#11	2017-09-10	315±21	15 750		—	—
	#12		326±23	16 301		623±35	31 856
	#13		421±21	19 844		616±43	30 736
4	#14	2017-09-20	397±24	14 693		0	0
	#15		435±20	21 750		626±32	29 875

2.2.1 “一次性放苗 2 批次渔获”模式对成活率的影响 从图 1 可知,各试验组中,试验组 1 养殖成活

率最高,为 $(85.82 \pm 0.95)\%$; 试验组 4 最低,为 $(83.4 \pm 0.21)\%$ 。试验组 1 与试验组 2 3 4 之间的成活率差异显著($P < 0.05$),而试验组 2 3 4 之间的差异不显著($P > 0.05$)。从试验情况来看,试验组 4 中的 3 口网箱仅成功了 2 口,养殖成功率仅 66.66%。与对照组相比,所有试验组的养殖成活率都得到了提高,且与对照组存在显著性差异($P < 0.05$)。特别是试验组 1 和试验组 2 与对照组的差异达到极显著($P < 0.01$)。

试验结果说明,笔者设计的“一次性放苗 2 批次渔获”模式可以达到把养殖成活率提高到 85% 的目标。但是,第 1 次捕捞的商品鱼规格对养殖成活率有明显的影响,随着第 1 次捕捞的商品鱼规格增大,养殖成活率逐渐降低,养殖风险也会大幅增加。因此,在采用该模式生产时,第 1 次捕捞应在商品鱼规格低于 400 g 时进行,即采取试验组 1~3 的捕捞组合方式。

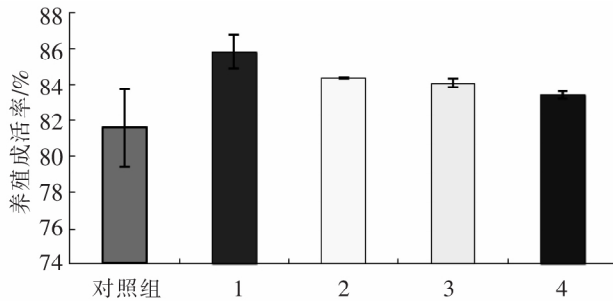


图 1 不同试验组对养殖成活率的影响

Fig.1 Effects of different test groups on the survival rate

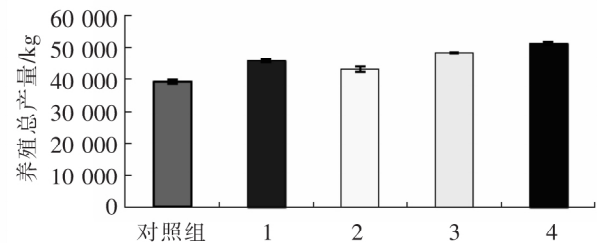


图 2 不同试验组对养殖总产量的影响

Fig.2 Effects of different test groups on the total yield

2.2.2 “一次性放苗 2 批次渔获”模式对养殖产量的影响 从图 2 可知,试验组 1~4 的单口网箱平均养殖总产量分别为 $(45\ 629 \pm 646)$ 、 $(43\ 076 \pm 830)$ 、 $(48\ 207 \pm 50)$ 、 $(51\ 103 \pm 523)$ kg。试验组 1 2 与试验组 3 4 之间的养殖总产量存在极显著差异($P < 0.01$); 试验组 3 和 4 之间差异显著($P < 0.05$),而试验组 1 与 2 之间差异不显著($P > 0.05$)。与对照组相比,试验组的养殖总产量都有明显增加($P < 0.01$),特别是试验组 3 和 4。对照组的养殖总产量仅为 $(39\ 231 \pm 717)$ kg。

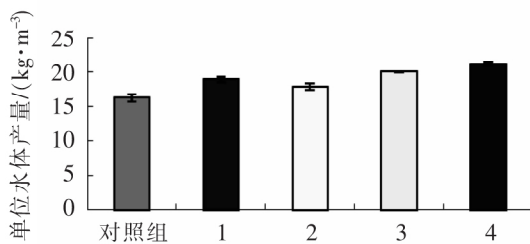


图 3 不同试验组对单位水体养殖产量的影响

Fig.3 Effects of different groups on the yield of per cubic meter

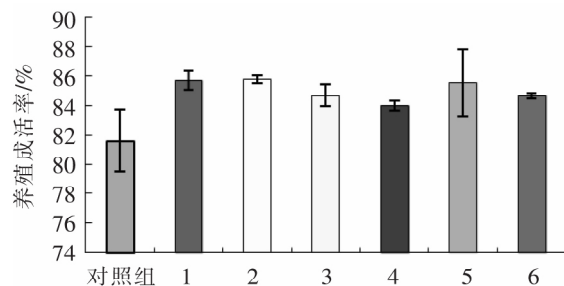


图 4 不同试验组对养殖成活率的影响

Fig.4 Effects of different test groups on the survival rate

从图 3 可知,试验组 1~4 的单位水体平均养殖产量分别为 (19.01 ± 0.38) 、 (17.95 ± 0.49) 、 (20.09 ± 0.03) 、 (21.29 ± 0.31) $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。试验组 1 与试验组 2 3 之间的单位水体产量有显著性差异($P < 0.05$),试验组 1 与试验组 4 之间差异极显著性($P < 0.01$); 试验组 2 与试验组 3 4 之间单位水体产量也有极显著性差异($P < 0.01$),试验组 3 与 4 之间差异显著($P < 0.05$)。对照组的单位水体产量为 (16.35 ± 0.30) $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$,与之相比,所有试验组都有明显增加($P < 0.05$)。特别是试验组 3 和 4 增加极其明显($P < 0.01$)。

试验结果表明,“一次性放苗 2 批次渔获”模式能提高养殖总产量和单位水体产量,达到提高养殖效益的目的,但要实现把单位水体养殖产量提高到 20 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的目标,只有采取试验组 3 和试验组 4 的捕捞组合。

2.3 “一次性放苗 3 批次渔获”模式 本模式各网箱 2017 年的生产数据见表 5。

2.3.1 “一次性放苗 3 批次渔获”模式对养殖成活率的影响 从图 4 可知,各试验组的养殖成活率都超过

了 84% ,且各试验组间无显著性差异 ($P > 0.05$) ,其中 ,试验组 2 最高 ,为 $(85.79 \pm 0.24) \%$,试验组 4 最低 ,为 $(84.0 \pm 0.36) \%$ 。

与对照组相比 ,试验组养殖成活率都有明显的提高 ($P < 0.05$) ,幅度为 3% ~ 4% 。说明该模式能将养殖成活率提高至 85% 左右 ,且模式中不同捕捞组合方式不会对养殖成活率产生显著性差异。

表 5 “一次性放苗,3 批次渔获”模式生产情况
Tab.5 Fish production in the “One release of fingerlings and three batches of catches” model

试验组	网箱编号	第 1 次 捕捞日期	鱼规格/ (g·尾 ⁻¹)	捕捞量/kg	第 2 次 捕捞日期	鱼规格/ (g·尾 ⁻¹)	捕捞量/kg	第 3 次 捕捞日期	鱼规格/ (g·尾 ⁻¹)	捕捞量/kg
Test group	Cage number	First fish-ing date	Fish spec-ification	Fishing volume	2nd fish-ing date	Fish speci-fication	Fishing volume	3rd fish-ing date	Fish specification	Fishing volume
1	#16		221±21	5 525		325±34	8 126		626±51	33 445
	#17	2017-08-09	212±23	5 301	2017-09-10	342±38	8 550		—	—
	#18		207±21	5 175		351±34	8 775		633±55	33 095
2	#19		252±22	6 300		441±35	11 026	2017-11-14	638±54	34 126
	#20	2017-08-19	257±24	6 426	2017-09-19	432±35	10 800		630±56	33 760
	#21		261±21	6 525		437±42	11 226		—	—
3	#22		221±25	3 315		357±34	12 495		—	—
	#23	2017-08-09	220±21	3 300	2017-09-10	362±24	12 670		646±46	32 940
	#24		213±22	3 195		253±42	8 855		638±55	33 349
4	#25		243±21	4 645		431±54	15 086	2017-11-15	632±56	32 314
	#26	2017-08-19	251±26	3 966	2017-09-19	430±43	15 051		—	—
	#27		237±23	4 555		427±34	14 946		635±54	32 349
5	#28		219±21	6 665		353±41	8 295		612±48	31 066
	#29	2017-08-09	210±21	6 350	2017-09-10	350±23	8 250		—	—
	#30		207±14	7 045		352±33	8 080		625±52	34 108
6	#31		252±12	7 021		460±39	8 400	2017-11-16	—	—
	#32	2017-08-19	242±21	7 471	2017-09-19	443±31	7 684		625±51	32 139
	#33		240±15	7 901		425±32	8 375		609±57	31 531

2.3.2 “一次性放苗 3 批次渔获”模式对养殖产量的影响 从图 5 和图 6 可知 ,试验组 1 ~ 6 的单口网箱平均产量分别为 $(47\,070 \pm 26)$ $(51\,219 \pm 233)$ $(47\,155 \pm 528)$ $(51\,948 \pm 98)$ $(47\,630 \pm 160)$ 和 $(47\,551 \pm 256)$ kg; 单位水体产量分别为 (19.61 ± 1.2) (21.34 ± 1.17) (19.65 ± 2.03) (21.64 ± 1.18) (19.85 ± 1.67) (19.81 ± 1.15) $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。单口网箱产量和单位水体产量在试验组 1 3 5 6 之间及试验组 2 和 4 之间均无显著性差异 ($P > 0.05$) ,但试验组 2 和 4 明显高于其他试验组 ($P < 0.05$) 。与对照组相比 ,试验组的单口网箱总产量和单位水体产量都明显高于对照组 ($P < 0.01$) ,但单位水体养殖产量仅实验组 2 和 4 达到了 $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 水体的产量目标。说明该模式能有效提高养殖总产量和单位水体产量 ,但要实现把单位水体养殖产量提高到 $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的目标 ,宜采取试验组 2 和试验组 4 的捕捞组合方式。

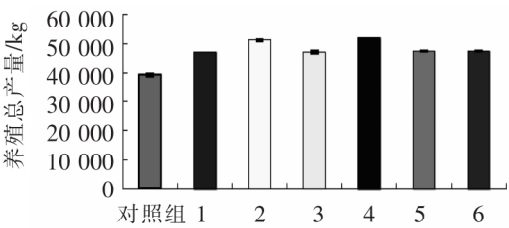


图 5 不同试验组对养殖总产量的影响
Fig.5 Effects of different test groups on the total yield

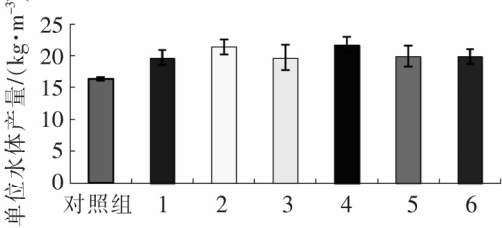


图 6 不同试验组对单位水体养殖产量的影响
Fig.6 Effects of different groups on the yield of per cubic meter

3 讨 论

在卵形鲳鲹深水网箱养殖中,影响养殖成本和养殖效益的因素很多,养殖渔获方式是其中非常重要的一个因素。卵形鲳鲹深水网箱养殖是海南海水养殖的支柱产业,但传统养殖模式易受养殖环境气候条件的影响,养殖风险较高,且产量低;而高密度养殖,随着鱼个体增大,对水域空间和食物资源竞争加剧,成活率会逐渐降低,养殖风险也会进一步增加^[7-9]。同时,生存竞争压力加剧,使体质较弱的个体更处于劣势,生长率进一步下降^[10],导致养殖商品鱼大小和品质参差不齐,影响经济效益,理论上并不可取。因此,探索卵形鲳鲹深水网箱养殖的渔获方式,以提升经济效益,降低养殖风险,对促进海南卵形鲳鲹深水网箱养殖产业的发展壮大和整个海水养殖产业的升级转型都具有十分重要的意义。

笔者在传统养殖模式的基础上,把 80 m 周长网箱的养殖密度增加到 12 万尾,对“一次性放苗 2 批次渔获”和“一次性放苗 3 批次渔获”模式不同捕捞组合方式进行了研究。试验结果表明,与对照组相比,“一次性放苗 2 批次渔获”模式可以把养殖成活率提高到 83%~86%,但成活率仅试验组 1 和试验组 2,3 4 之间存在显著性差异($P < 0.05$),其他试验组间无显著性差异($P > 0.05$)。成活率主要受第 1 次捕捞的商品鱼规格的影响,第 1 次捕捞的商品鱼规格与养殖成活率成反比,而且当第 1 次捕捞的商品鱼规格大于 $400 \text{ g} \cdot \text{尾}^{-1}$ 时,养殖风险会大幅增加。同时,该模式也能把单位水体养殖产量提高到 $17 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 以上,远高于对照组(约 $16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$),但仅试验组 3 和 4 的单位水体产量 $\geq 20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$,分别为 (20.09 ± 0.03) 和 $(21.29 \pm 0.31) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。因此,综合考虑“一次性放苗 2 批次渔获”模式对养殖成活率和产量的影响,要实现把养殖成活率提高到 85% 左右,单位水体养殖产量提高到 $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的目标,只有采取试验组 3 的捕捞组合方式,即第 1 次捕捞的商品鱼规格为 $300 \sim 350 \text{ g} \cdot \text{尾}^{-1}$ 。

“一次性放苗 3 批次渔获”模式可以将养殖成活率提高到 85% 左右,且不同捕捞组合不会显著影响养殖成活率($P > 0.05$)和养殖成功率;同时,该模式所有试验组的单口网箱总产量和单位水体产量都明显高于对照组($P < 0.01$),试验组都能实现或接近实现单位水体产量 $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的目标。单位水体产量在试验组 1 3 5 6 之间及试验组 2 和 4 之间均无显著性差异($P > 0.05$),试验组 2 和 4 明显高于其他试验组($P < 0.05$),且仅实验组 2 和 4 达到了 $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的目标。因此,运用该模式生产时,应采用试验组 2 和 4 的捕捞组合方式,即第 1 捕获商品鱼规格为 $300 \sim 350 \text{ g} \cdot \text{尾}^{-1}$,捕获量为 40%~50%,第 2 次捕获规格为 $400 \sim 450 \text{ g} \cdot \text{尾}^{-1}$,捕获量为 50%~60%。

从试验结果来看,“一次性放苗 3 批次渔获”模式较“一次性放苗 2 批次渔获”模式在养殖风险的控制和单位水体产量的实现上更具优势。但实际生产中,养殖效益的实现还应考虑人工成本的因素。养殖过程中,随着捕捞次数的增加,人工成本也会相应提升,因不同捕捞方式增加的经济效益是否能抵消相应人工成本的增加,还应根据养殖规模等因素仔细核算。因此,在实际养殖生产中,选择何种养殖模式应根据实际情况进行考虑。

参考文献:

- [1] 区又君,李加儿.卵形鲳鲹的早期胚胎发育[J].中国水产科学,2005,12(6):786-789.
- [2] 杨火盛.卵形鲳鲹人工养殖试验[J].福建水产,2006,28(1):39-41.
- [3] 邵邻相,谢炜,叶菲菲.养殖密度对地图鱼幼鱼生长发育的影响[J].水产科学,2005,24(4):7-9.
- [4] ALLEN K Q. Effects of stocking density and water exchange rate on growth and survival of channel catfish *Ictalurus punctatus* in circular tanks[J]. Aquaculture, 1974(4):29-39.
- [5] ANDREWS J W, KNIGHT L H, PAGE L H, et al. Interactions of stocking density and water turn over on growth and food conversion of channel catfish reared in intensively stocked tanks [J]. Prog Fish Cult, 1971, 3(3):197-203.
- [6] FAGERLUNDU H M, MCBRIDE J R, Stoneet. Stress related defects of hatchery rearing density on cohosalmon [J]. Trans Am Fish Soc., 1981, 1(1):644-649.
- [7] 古恒光,周银环.卵形鲳鲹深水网箱养殖密度试验[J].渔业现代化,2009,36(4):33-36.

- [8] 陈傅晓, 朱海. 卵形鲳鲹网箱养殖技术[J]. 科学养鱼, 2007(12): 22–23.
- [9] 罗杰, 杜涛. 卵形鲳鲹不同养殖方式的研究[J]. 水利渔业, 2008, 28(1): 70–71.
- [10] 徐晓群, 朱小明, 费亮亮, 等. 不同饵料、密度和池底对锯缘青蟹大眼幼体蜕皮变态的影响[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2005, 44(2): 268–271.

Development of Net Cage-based Deep Sea Aquaculture and Catch Models for *Trachinotus ovatus*

LIN Chuan^{1,3}, HE Yonggu², WANG Xiaobing^{3,4}

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

3. College of Materials and Chemical Engineering, Hainan University, Haikou, Hainan 570228;

4. Lingao Haifeng Aquaculture Co. Ltd, Haikou, Hainan 570206, China)

Abstract: In order to achieve the goal of improving the survival rate to around 85% and the fish yield per cubic meter of water to $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ by increasing aquaculture density on the basis of traditional aquaculture model, two new aquaculture models for *Trachinotus ovatus* in deep sea cages were tried. The results showed that the survival rate and the yield per cubic meter of water were significantly affected by different experimental groups in the model of “One release of fingerlings and two batches of catches” ($P < 0.05$). The experimental group 1 had the highest survival rate (85.82 ± 0.95)%, while the experimental group 4 was lowest in survival rate (83.4 ± 0.21)%. The experimental group 4 had the highest yield per cubic meter of water [21.29 ± 0.31 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)] while the experimental group 2 the lowest (17.95 ± 0.49) $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. In this model, only the experimental group 3 met the experimental design objective when combined with catching, i. e. the size of marketable fish be in the range of 300–350 g in the first batch of catch. However, in the model of “One release of fingerlings and 3 batches of catches”, the survival rate was not significantly different between different experimental groups ($P > 0.05$). The experimental group 2 was the highest in survival rate (85.79 ± 0.24)%, and the experimental group 4 the lowest (84.0 ± 0.36)%. There was no significant difference in the yield per cubic meter of water between the experimental groups 2 and 4 ($P > 0.05$), and the same results were found among the experimental groups 1, 3, 5 and 6. However, the experimental groups 2 and 4 were significantly higher in yield per cubic meter of water than the other experimental groups ($P < 0.05$), and their yields per cubic meter of water were (21.34 ± 1.17) and (21.64 ± 1.18) $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, respectively. Moreover, in this model, the experimental groups 2 and 4 achieved the experimental design objectives when the size of marketable fish be 300–350 g in the first batch of catch with 40%–50% of the total catches, and 400–450 g in the second batch of catch with 50%–60% of the total catches.

Keywords: *Trachinotus ovatus*; cage culture; catching method; survival rate; yield

(责任编辑: 潘学峰)