

水库小网箱养鲤效果及其与密度的关系

张廷军

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

杨振才

(河北师范大学生物系, 石家庄 050016)

孙儒泳

(北京师范大学生物系, 100875)

摘要 在350、400、450、500尾/m²的放养密度下,研究了小网箱养鲤效果。结果表明,小网箱放养密度对净产量有极显著的影响,最佳放养密度为473尾/m²,随密度增加,出箱鲤鱼的平均体重和生长比速下降。与大网箱相比,小网箱在饲料系数、效益指数等方面具有显著优越性。

关键词 小网箱, 大网箱, 放养密度, 净产量, 鲤鱼

小体积网箱养鱼是美国学者 Schmittou 博士向中国水产界介绍的一种集约化养殖技术,由于其大大提高了单位水体的鱼产量,且具有易管理、易推广、饲料利用率高等特点,因而引起许多水产工作者的关注。有关小网箱的养鱼报道也屡见不鲜^[1~4],但大多集中在对小网箱养鱼的经济分析上,而对小网箱的最佳放养密度、饲料利用情况尚未见报道。本文以鲤鱼作为养殖对象对此进行研究,并对水库小网箱的养殖效果作初步探讨。

1 材料和方法

试验地点为北京市海子水库网箱养鱼场的库湾处,该库流域面积443 km²,平均水深6.94 m,网箱区水深9.55 m,水库交换系数1.27,水库功能为防洪、灌溉、观赏等。

试验设计4组放养密度为350、400、450、500尾/m²,每组设4个重复。鱼种从大网箱中挑选分出,大小尽量一致,进试验箱时个体均重为(126.3±1.3) g,分别放入16只小网箱(1 m×1 m×1 m)中。

另设2只大网箱(5 m×5 m×2.5 m),鱼种放养密度为17 kg/m²,放养初平均体重与小网箱中相似(见表1)。驯化一段时间后,各箱开始投喂粗蛋白为25%的同一配合饲料。投喂量主要根据现存量、水温及摄食反应情况及时调整,投喂次数每天4次。为预防疾病,每月用生石灰消毒2次。

试验从4月24日开始,共进行150 d,每30 d从400尾/m²的小网箱中随机取鱼20尾,测量体重,并根据鱼平均体重估算网箱中现存量。记录每日投喂量。每30 d在设定的4只网箱底部挂兜收集残饵,记录残饵量,通过饲料溶化试验计算饲料自然损失率、饲料利用率。试验结束,称量每箱鱼总重量,根据各箱数量,计算各出箱平均体重。统计每箱投喂饲料情况,计算饲料系数。根据始末均重,计算生长比速(又称特殊生长率)。计算公式分别为:

残饵率 = 残饵量 / 投饵量 + 自然损失率

饲料利用率 = 1 - 残饵率

饲料系数 = 总投饵量 / 总增重量

生长比速 = (ln W_末 - ln W_始) / t

效益指数 = 总产出 / 总投入。

2 结果

2.1 产量

16 只小网箱总体积为 16 m^3 , 总面积为 16 m^2 , 共产出 6 603 尾, 总产量为 3 815.8 kg, 均产为 238.5 kg/ m^2 , 试验结果见表 1。

表 1 各实验网箱放养及出箱情况

Table 1 Rearing and outputting in various cages (mean $\pm$ SE)

项 目 item	密度/(尾· m^{-2}) stocking density				
	350	400	450	500	133
初始总重/(kg/箱) initial total weight	45.9 $\pm$ 1.4	49.7 $\pm$ 0.6	56.9 $\pm$ 0.8	61.8 $\pm$ 0.8	425 $\pm$ 7.1
初始均重/(g/尾) initid mean weight	131.1 $\pm$ 4.0	124.2 $\pm$ 1.6	126.4 $\pm$ 1.7	123.7 $\pm$ 1.6	127.8 $\pm$ 2.0
终末总重/(kg/箱) final total weight	207.3 $\pm$ 1.9	227.5 $\pm$ 3.0	258.8 $\pm$ 1.7	260.5 $\pm$ 1.8	2889 $\pm$ 164
终末均重/(g/尾) final mean weight	613.6 $\pm$ 14.5	582.8 $\pm$ 9.9	588.8 $\pm$ 5.5	536.2 $\pm$ 7.2	868.6 $\pm$ 49.3
总体净增/(kg/箱) total net production	161.4 $\pm$ 3.0	177.8 $\pm$ 2.6	201.9 $\pm$ 2.2	198.6 $\pm$ 1.8	2464 $\pm$ 164
个体净增/(g/尾) average net production	482.5 $\pm$ 14.1	458.6 $\pm$ 9.6	462.4 $\pm$ 6.5	412.6 $\pm$ 6.1	740.7 $\pm$ 49.3
饲料系数 food coefficient	2.11 $\pm$ 0.03	2.11 $\pm$ 0.03	2.05 $\pm$ 0.02	2.21 $\pm$ 0.01	2.51 $\pm$ 0.13
效益指数 beneficial index	1.42 $\pm$ 0.03	1.43 $\pm$ 0.02	1.48 $\pm$ 0.02	1.37 $\pm$ 0.01	1.27 $\pm$ 0.07
生长比速 specific growth rate	1.04 $\pm$ 0.03	1.03 $\pm$ 0.01	1.02 $\pm$ 0.01	0.98 $\pm$ 0.01	1.28 $\pm$ 0.04

2.2 放养密度对鲤鱼生长的影响

随放养密度增加, 小网箱净产量有增加的趋势, 方差分析表明, 密度对净产量有极显著的影响 ($F = 61.26$, $df = 3, 12$; $P < 0.01$)。多重比较表明, 密度 450 尾/ m^2 与密度 500 尾/ m^2 组间无显著差异 ($P > 0.05$), 而其它各密度组间差异极显著 ($P < 0.01$) (表 1)。净产量 (P_N) 对放养密度 (D) 曲线回归 (图 1) 得: $P_N(\text{kg/箱}) = 3191 - 23.03D + 0.05736D^2 - 0.00004653D^3$ ($R = 0.9689$, $n = 16$, $P < 0.01$)。求得, 在密度 473 尾/ m^2 时, 净产量最高, 而在 349 尾/ m^2 时, 净产量最低。

小网箱出箱平均体重 (W) 随放养密度 (D) 增加有所下降, 在 370~460 尾/ m^2 密度间出箱平均体重变化不大, 二者关系 (图 2) 为: $W(\text{g}) = 9883 - 66.95D + 0.1602D^2 - 0.0001273D^3$ ($R = 0.8536$, $n = 16$, $P < 0.01$)

生长比速 (G) 随放养密度 (D) 提高而下降, 二者关系 (图 3) 为: $G = 1.185 + 0.00039D$ ($R = 0.5295$, $n = 16$, $P < 0.05$)

在 350~450 尾/ m^2 密度间下降较慢, 在 450~500 尾/ m^2 密度间下降较快。

总死亡率为 2.89%, 各密度组间差异不显著 ($P > 0.05$)。

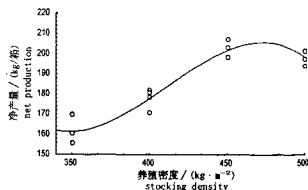


图 1 小网箱养鲤净产量与放养密度的关系

Fig. 1 Relationship between net production and density in small cages

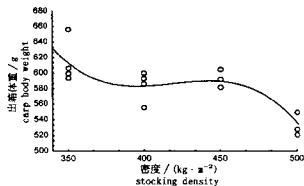


图2 放养密度对小网箱养鲤出箱体重的影响

Fig. 2 Effect of density on body weight in small cages

2.3 大小网箱养殖经济效益分析

由表1可以看出小网箱效益指数在1.35~1.53之间,平均 1.43 ± 0.01 ,450尾/ m^2 密度条件下,效益指数最大。大网箱效益指数为 1.27 ± 0.07 ,大小网箱间效益指数差异显著($F=14.48$, $df=1, 16$; $P<0.01$)。

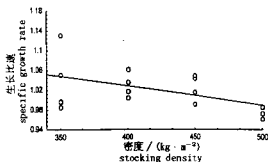


图3 放养密度对小网箱养鲤生长比速的影响

Fig. 3 Effect of density on specific growth rate in small cages

2.4 饲料利用情况

小网箱饲料系数平均为 2.12 ± 0.02 ,各密度组间差异显著($F=10.13$, $df=3, 12$; $P<0.01$),450尾/ m^2 密度条件下,饲料系数最小。大网箱平均为 2.51 ± 0.13 ,大小网箱间差异显著($F=39.64$, $df=1, 16$; $P<0.01$)。

小网箱饲料利用率为82%。大网箱饲料利用率为69%。

2.5 小网箱鲤鱼的生长

在150 d的养殖期内(4月24日~9月21日),从小网箱(400尾/ m^2)中抽取的鲤鱼样本平均体重(W/g),随养殖时间(T/d)呈指数增长(图4)。

$$W = 98.28e^{0.01190T} (R = 0.9888, n = 16; P < 0.01)$$

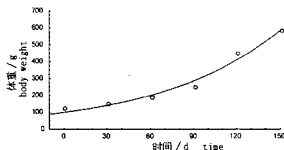


图4 小网箱中鲤鱼的生长

Fig. 4 Growth of carp in small cages

3 讨论

3.1 放养密度与鱼的生长

在养殖中,增加放养密度是提高单位水体产量的有效措施,但密养的鱼生长速度减慢,出箱平均体重降低^[5,6]。本试验结果亦证实此点。密度对鱼生长的影响主要是因为密度胁迫下,鱼生理、行为的适应或外界水质的恶化所致^[7]。小网箱由于体积小,水交换率高,因而有效水体大,溶解氧高、 NH_3-N 低,箱内水质条件较好,为高密度养殖提供了良好的载体,在一定程度上,缓解了密度胁迫对鱼的生长压力,因而小网箱养鲤能够取得较理想的养殖效果:产量平均为 $238.5 kg/m^2$,亩产可达15.9万kg。

放养密度作为胁迫因子,会引起机体一系列生理变化,进而影响机体的防御系统,导致鱼机体抗病力降低^[8]。Breine et al.^[6]、Williams et al.^[9]分别证实, *T. camerounensis*、*O. niloticus*、*P. setiferus*、*P. vannamei*随放养密度上升,死亡率上升。本试验死亡率在各放养密度组间无显著差异,可能是由于我们设定的试验密度不够大的缘故。

3.2 小网箱最佳放养密度与产量

网箱养鱼的适宜放养密度要兼顾鱼的生长率、最终产量和经济效益,同时还要考虑上市商品规格的要求。一般鲤鱼上市规格不应小于0.5 kg,由表1看,所有小网箱最终均重都在0.5 kg以上,本试验密

度都能保证上市规格的要求。为保证有较高的净产量,放养密度应保持在 $400 \sim 500$ 尾/ m^2 之间。本实验放养密度为 473 尾/ m^2 时,净产量最高达 206 kg/箱。同时,生长比速在 $350 \sim 450$ 尾/ m^2 间变化不大,出箱平均体重在 $370 \sim 460$ 尾/ m^2 间变化不大,都能保证上市规格。所以,小网箱养鲤的最佳放养密度保持在 $450 \sim 470$ 尾/ m^2 为宜。

据王玉堂^[10]介绍,小网箱养鱼平均每 m^2 产鱼 187.5 kg,最高产量为 461 kg,一般单产 $150 \sim 300$ kg/ m^2 。李长林等^[11]结果为:小网箱养鲤平均单产 169 kg/ m^2 ,最高组 218 kg/ m^2 。本试验最高产量为 265 kg/ m^2 ,优于李长林等的结果,而低于最高记录。产量是放养密度、品种、饲料、水质及管理技术水平等因素的综合性指标,在其它因素相近的情况下,适当提高放养密度对产量影响较大,这也正是小网箱的优势所在。笔者认为,以往文献^[1~4]结果产量较低的首要原因就是放养密度较低。

3.3 大小网箱的养殖成效

小网箱的饲料系数、效益指数显著优于大网箱。本实验 450 尾/ m^2 放养,单产可达到 260 kg/ m^2 ,(折合亩产 17.3 万 kg,亩净产 13.6 万 kg),饲料系数 2.05,效益指数为 1.48 ± 0.02 ,而大网箱的单产平均为 116 kg/ m^2 ,远低于小网箱的结果。根据海子水库多年的生产资料统计,大网箱单产一般维持在 120 kg/ m^2 。郭大民等^[12]报道大网箱养鲤最佳放养密度为 $200 \sim 240$ 尾/ m^2 ,每箱 6 000 尾,产量 $2\ 733 \sim 2\ 983$ kg,折合单产 $109 \sim 119$ kg/ m^2 ,此结果与我们的大网箱结果接近,同样显著低于小网箱的结果。

3.4 小网箱的饲料利用与投喂

降低饲料系数,不仅可获得良好的经济效益,同时可减少由于投饵而对水体的富养化。本实验小网箱饲料系数平均为 2.12,高于王玉堂介绍的结果(1.5~1.8),这可能与我们采取的饲料质量有关(粗蛋白仅为 25%),后者饲料粗蛋白为 32%。

小网箱的饲料利用率为 82%,优于大网箱。试验中,大网箱采用自动投饵机投喂,小网箱采用人工多次投喂,且小网箱密度高,摄食集中,摄食强度大,加之小网箱底部衬有内网,鱼可从底部吃食,饲料不

致落入水中,因而小网箱饲料利用率高。饲料的散失主要是饲料溶化所致,适当添加粘合剂,有助于提高饲料利用率。

网箱养鱼的投饵量根据体重、水温及时调整。由图 4 可见,小网箱养鲤的增长有 3 个阶段:4~6 月初是缓慢增长,曲线较为平缓;7~9 月初是鲤鱼生长旺盛期,生长曲线呈指数增长;9 月生长减慢。这主要是鲤鱼对水库水温变化适应的结果,体重因子也有一定的影响。根据此生长规律,投饵要作及时调整,4~6 月初适当投喂,不宜过高,7~8 月应强化投喂,9 月投喂逐渐减少,但不能停食,以免造成鱼体消瘦,影响最终产量。

参 考 文 献

- 1 王九成,王永英,姜明怀,等.小网箱养成罗非鱼技术总结.水产科学,1996,15(5):31~32
- 2 田功太,刘志圣,耿传茂,等.几种生态因子对网箱养鲤效果的影响.淡水渔业,1995,25(3):12~15
- 3 茅光华,邓水妹.小网箱养罗非鱼试验.水利渔业,1996,4,48~49
- 4 黄业虎.小体积网箱养罗非鱼技术.内陆水产,1996,6:15
- 5 Alanara A, Brannas E. Dominance in demand - feeding behaviour in arctic charr and rainbow trout: The effect of stocking density. J Fish Biol, 1996, 48(2): 242~254
- 6 Breine J J, et al. A comparative study on the growth rate of *Tilapia camerounensis* and *Oreochromis niloticus* in fish culture in Cameroon. Aquac Liv Res, 1996, 9(1): 51~56
- 7 Vijayan M M, et al. High stocking density alters the energy metabolism of brook charr. Aquaculture, 1990, 88: 371~381
- 8 Schreck C B, et al. Effects of rearing density on indices of smoltification and performance of coho salmon. Aquaculture, 1985, 45: 345~358
- 9 Williams A S, et al. Density - dependent growth and survival of *Pseudorasbora setiferus* and *Pseudorasbora parva* in a semi - closed recirculating system. J World Aquac Soc, 1996, 27(1): 107~112
- 10 王玉堂.网箱养鱼高产新技术.北京:农村读物出版社,1995, 86~103
- 11 李长林,刘绍东,白明臣,等.三种小体积网箱养鲤试验.水利渔业,1995,5:18~21
- 12 郭大民,卢自根,于仕彬,等.网箱养鱼高产技术研究初报.水生生物学报,1996,20(2):190~191

Effect of common carp culture in small cages and its relation with rearing density

Zhang Tingjun

(Institute of Zoology, Academie Sinica, Beijing 100080)

Yang Zhencai

(Department of Biology, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016)

Sun Ruyong

(Department of Biology, Beijing Normal University, 100875)

Abstract The effectiveness of carp cultured under various densities (350, 400, 450, 500 fish/m²) in small cages were studied. The results showed that the rearing densities had significant effect on the net production. The optimum rearing density of carp in small cages was 473 fish/m². As the rearing density increased, the mean body weight and specific growth rate decreased. The feed coefficient and beneficial index of carp reared in small cages were significantly superior to those reared in large ones.

Key words small cage, large cage, density, net production, common carp