

文章编号:1004-3888(2004)03-0193-03

密度对奥尼罗非鱼生长和饲料利用效率的影响^{*}

杨严鸥,姚峰,罗平

(长江大学动物科学学院,湖北荆州 434025)

摘要:探讨了密度(设 5 尾/144 L、10 尾/144 L、20 尾/144 L 与 40 尾/144 L 四个梯度,用第 1、2、3、4 组表示)对奥尼罗非鱼[尼罗罗非鱼() \times 奥利亚罗非鱼()]生长和饲料利用效率的影响。结果显示,随着密度增大,终重变异系数显著上升,各密度组间差异显著;湿重特定生长率、鱼末重、摄食率、蛋白质摄食率、饲料转化效率和蛋白质效率比随着密度增大呈下降趋势,但在第 3 组与第 4 组之间差异不显著;肥满度除第 1 组显著较大外,其余各密度组之间差异不显著。

关键词:奥尼罗非鱼[尼罗罗非鱼() \times 奥利亚罗非鱼()];密度;生长;饲料利用效率
中图分类号:S965.125 **文献标志码:**A

在人工养殖中,鱼体的生长及饲料利用指标是核算养殖成本的主要依据,这些指标受到多种因素的影响,密度是其中的重要因素之一^[1]。到目前为止,有关密度影响鱼类生长和饲料利用效率的研究很少,而且结果不尽一致甚至相反^[2~4]。为了进一步探讨这一问题,本研究以奥尼罗非鱼[尼罗罗非鱼() \times 奥利亚罗非鱼()]为对象,研究密度变化对鱼类生长和饲料利用效率的影响,并更深入地探讨产生影响的内在原因,以期对养殖生产提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 饲养设备

试验时间为 2000 年 7~8 月,持续 27 d,在流水养鱼系统中进行,水流经曝气后流入各鱼缸,每只鱼缸水体积 144 L(鱼缸长、宽、高分别为 120 cm、48 cm 和 35 cm,水深 25 cm)。试验期间补水量为 1 900 mL/min,养殖水溶氧大于 5.5 mg/L,氨氮小于 0.12 mg/L。自然水温,变幅为 24.5~28.8℃,自然光。

1.2 试验步骤

试验鱼为当年鱼种,在流水系统内暂养 15 d 以上,试验前 1 周用配合饲料投喂。配合饲料为

沉性,直径 2~3 mm,硬颗粒,配方及化学组成见表 1。鱼的初始体重见表 2。

表 1 试验饲料配方及化学组成

Table 1 Formulation and chemical composition of experimental diets

项 目	含量/(g/100 g)
成 分	
豆饼	38.01
鱼粉	1.80
小麦	38.30
植物油	2.85
维生素预混物	0.36
维生素	0.28
矿物盐预混物	7.30
氯化胆碱	0.10
三氧化二铬	1.00
化学组成	
干物质	92.45
粗蛋白	34.50

将鱼饥饿 24 h 后随机取样称重,按每缸 5、10、20 和 40 尾的密度放置,编号分别为 1、2、3、4,每一密度含 3 个平行缸。每天于 9 00 和 15 00 各投过量饲料一次,1 h 后回收残饵,70℃ 烘干。残饵量用饲料流失率校正。测定流失率时随机在 6 个无鱼的缸中各放入 1 份已称重的饲料,1 h 后回

* 收稿日期:2004-02-23

第一作者简介:杨严鸥(1967-),男,四川大邑县人,理学博士,长江大学动物科学学院副教授。

收,70 烘干至恒重并称重。试验结束时,将鱼饥饿 24 h,称量每条鱼的重量并测量体长。

1.3 生化分析

测定饲料样品的干物质和粗蛋白。测定干物质时在 105 下干燥样品至恒重,测定蛋白质时采用凯氏定氮法。

1.4 结果计算

各项指标按下列公式计算:

$$\text{肥满度} = 100 W_t L_t^{-3}$$

$$\text{终重变异系数}(Vw) = 100 d_{wt} \overline{W_t}^{-1}$$

$$\text{湿重特定生长率}(SGR_w) = 100(\ln W_t - \ln W_0) t^{-1}$$

$$\text{摄食率}(FR) = I_{Td} 2 t^{-1} (W_t + W_0)^{-1}$$

$$\text{饲料转化效率}(FCE) = (W_t - W_0) I_{Td}^{-1}$$

$$\text{蛋白质摄食率}(I_p) = I_{TP} 2 t^{-1} \times (W_t + W_0)^{-1}$$

蛋白质效率比(PER) = (W_t - W₀) I_{TP}⁻¹
式中:W_t为最终湿重(g),W₀为最初湿重(g),
W_t为平均最终湿重(g),d_{wt}为最终湿重的标准差,L_t为试验结束时鱼的体长(cm),t为试验周期(27 d),I_{Td}为试验期间的总饲料消耗(干重,g),I_{TP}为试验期间的总蛋白质消耗(干重,g)。

所有试验数据平均数用方差分析后进行组间差异的多重比较(Duncan's procedure)。

2 试验结果

2.1 生长

由表 2 知,随着密度增大,终重变异系数显著上升;湿重特定生长率和鱼末重显著下降,但第 3 组和第 4 组间差异不显著;肥满度除第 1 组显著较大外,其余各组间差异不显著。

表 2 奥尼罗非鱼的湿重特定生长率、肥满度和终重变异系数

Table 2 Special growth rate, condition factor and final body weight index in hybrid tilapia

组别	密度/ (尾/144 L)	鱼始重 /g	鱼终重 /g	湿重特定生长率 /(%/d)	肥满度 /(g/cm ³)	终重变异系数
1	5	10.52 ±0.59	25.20 ±3.25 a ¹⁾	3.39 ±0.19 a	2.10 ±0.11 a	19.82 ±5.26 a
2	10	10.12 ±0.81	22.82 ±4.12 b	2.78 ±0.25 b	1.88 ±0.23 b	20.64 ±2.58 a
3	20	10.65 ±1.12	19.95 ±2.59 c	2.38 ±0.34 c	1.85 ±0.53 b	25.16 ±3.27 b
4	40	11.02 ±0.43	19.10 ±2.61 c	2.19 ±0.52 c	1.88 ±0.14 b	39.89 ±6.21 c

1) 字母表示方差分析后多重比较(Duncan's procedure)的结果,字母不同表示差异显著(P < 0.05),表 3 同。

2.2 摄食与饲料转化效率

摄食率、蛋白质摄食率、饲料转化效率和蛋白质效率比都受到密度的显著影响,随着密度增大

均呈下降趋势,但在较高密度(第 3 和第 4 组)时差异都不显著(表 3)。

表 3 奥尼罗非鱼的摄食率、饲料转化效率和蛋白质效率比

Table 3 Feeding intake, feed conversion efficiency and protein efficiency rate in hybrid tilapia

组别	密度 /(尾/144 L)	摄食率 /(%/d)	蛋白质摄食率 /(%/d)	饲料转化效率 /%	蛋白质效率比 /%
1	5	4.87 ±0.58 a	1.65 ±0.09 a	65.38 ±5.62 a	1.92 ±0.09 a
2	10	4.38 ±0.25 a	1.52 ±0.54 b	60.50 ±4.69 b	1.77 ±0.41 b
3	20	4.07 ±0.29 b	1.43 ±0.31 c	56.45 ±2.58 c	1.65 ±0.28 c
4	40	3.88 ±0.46 b	1.36 ±0.84 c	54.89 ±5.31 c	1.60 ±0.30 c

3 讨论与小结

一般认为,鱼类的生长具有密度依赖性,密度低时生长较快,高时则生长较慢。密度的增大常会导致水质恶化和(或)饵料不足^[2,4,5]。水质的恶化会引起鱼类生理的变化,对鱼的生长产生有害作用^[2],而饵料的不足会导致摄食不足,因此,

高密度时的慢生长常常与这两种因素密切相关。那么,个体密度本身对生长是否有影响呢?本试验使用的是流水养鱼系统,换水量大,常规监测表明,各密度下的氨氮含量和溶氧含量无显著差异,可以认为,水质问题不应是影响生长的显著因素。另外,本试验采用过量投喂方式,饵料不足问题也可不予考虑,因此,生长差异的原因应该主要与个

体密度有关。进一步分析发现,生长率和鱼末重的下降是由摄食率和饲料转化效率的下降共同引起的,这两种效率的下降可能与鱼类的社会性作用有关,因为密度增大会导致鱼类活动增加,用于摄食的时间减少^[6,7],这一方面直接导致了摄食率下降,另一方面使摄入的食物更多地被分解代谢,用于增加的活动耗能,从而使用于机体生长的饲料比例减小,导致饲料转化效率下降。也就是说,一方面摄食能减少,一方面活动能增加,最终用于生长的能量减少,导致生长率和鱼体平均末重下降。分析蛋白质的利用特点可发现,随着密度增大,蛋白质效率比显著下降,这表明,生产同样重量的鱼,高密度组要比低密度组消耗更多的饲料蛋白质,这部分未能用于鱼肉生产的蛋白质可能被分解代谢,用于能量消耗。

本试验中,第4组的湿重特定生长率、平均末重、摄食率、蛋白质摄食率、饲料转化效率和蛋白质效率比都低于第3组,但在统计学上的差异均不显著,这说明,当密度上升到一定水平后,密度因素对这些指标的影响程度降低。因此,养殖生产中,在一定范围内增大养殖密度,可在不显著降低饲料利用效率的前提下获得更高的渔产量,这对节约养殖水体有重要意义。

Jobbling等^[8]指出,某些鱼类群体中,一些个体(从属个体,subordinates)的生长会受到另一些个体(优势个体,dominants)的抑制,造成生长分化(用终重变异系数表示)。本试验进一步显示,生长分化的程度受到密度的显著影响,密度越大,分化的程度越大,这种分化的加剧可能与高密度下鱼类社会性作用的加剧有关。

参考文献:

- [1] Allen K O. Effects of stocking density and water exchange rate on growth and survival of channel catfish, *Lctalurus punctatus* (Rafinesque), in circular tanks[J]. *Aquaculture*, 1974, 4:29~39.
- [2] Fenderson O C, Carpenter M R. Effects of crowding on the behavior of juvenile hatchery and wild landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) [J]. *Animal Behav*, 1971, 19:439~447.
- [3] Shelbourn J E, Brett J R, Shirahata S. Effect of temperature and feeding regimes on the specific growth rate of sockeye salmon fry (*Oncorhynchus nerka*) with a consideration of size effect[J]. *J Fish Board Can*, 1973, 30: 1191~1194.
- [4] He Xiqin, Jia Lizhu, Li Zhongjie, et al. Nutrient requirements of juvenile allogynogenetic crucian carp, *Carassius auratus gibelio*[A]. Li Zhongjie. Fish physiology, fish toxicology and fisheries management [C]. Guangzhou: Proceedings of an International Symposium, 1988. 73~87.
- [5] Refstie T, Kittelsen A. Effect of density on growth and survival of artificially reared Atlantic salmon[J]. *Aquaculture*, 1976, 8: 319~326.
- [6] Metcalfe N B. Intraspecific variation in competitive ability and food intake in salmonids: consequences for energy budgets and growth rates[J]. *J Fish Biol*, 1986, 28: 525~531.
- [7] Marchand F, Boisclair D. Influence of fish density on the energy allocation pattern of juvenile brook trout (*Salvelinus fontinalis*) [J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences/Journal Canadian des Sciences Halieutiques et Aquatiques*, 1998, 55(4): 796~805.
- [8] Jobbling M, Wansvik A. Effect of social interaction on growth rates and conversion efficiency of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. [J]. *J Fish Biol*, 1983, 19:245~257.

(下转 220 页)

- [8] 陈志凯. 节水灌溉与农业的可持续发展[A]. 水利部农村水利司, 中国灌溉排水发展中心. 农业节水探索[C]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001. 104 ~ 108.
- [9] 陈大雕. 我国节水灌溉技术推广与发展状况综述[J]. 节水灌溉. 1997, (4): 21 ~ 26.
- [10] 许一飞. 对节水农业的新认识[J]. 节水灌溉. 2000, (2): 13 ~ 16.
- [11] 庞鸿宾. 节水农业工程技术[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2000. 26 ~ 28.

Water-saving Agriculture and the Sustainable Development of Agriculture in China

WANG Zhi-quan¹, FAN Xiang-yang²

(1. College of Chemistry and Environmental Engineering, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434023, China; 2. The Farmland Irrigation Research Institution, Ministry of Water Resources, Xinxiang, Henan 453003, China)

Abstract: The sustainable development of China is dependent on the sustainable development of agriculture. It is very necessary for China to carry out the sustainable development of agriculture. Water-saving agriculture is of great importance to the sustainable development of agriculture, because water resources are very scarce in China. Some water-saving measures were put forth.

Key words: water resources; agriculture of China; water-saving; sustainable development

(上接第 195 页)

Effect of Density on the Growth and Food Utilization Efficiency of Hybrid Tilapia

YANG Yan-ou, YAO Feng, LUO Ping

(College of Animal Science, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025, China)

Abstract: A growth experiment was carried out at different densities (5 ind/144 L, 10 ind/144 L, 20 ind/144 L and 40 ind/144 L, denoted by Group 1, Group 2, Group 3 and Group 4) to investigate the effect of density on the growth rate and food utilization efficiency of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). The results showed that the final body weight index increased significantly as the density increased. Special growth rate in wet weight, final body weight, feeding rate, protein intake, feed conversion efficiency and protein efficiency rate initially decreased with increasing density, but there were no significant difference between Group 3 and Group 4. Condition factor wasn't affected by density significantly except for Group 1.

Key words: hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*); density; growth; food utilization efficiency