

Influence Study of Earthworm Feeding on Carp Growth

Shiran Hu^{1,2*}, Jinwu Chen¹, Jianguang Li², Mingzhu Long¹, Xingfeng Pan¹

¹Qiandongnan Academy of Agricultural Sciences of Guizhou Province, Kaili Guizhou

²Guizhou Institute of Aquatic Products, Guiyang Guizhou

Email: *hu1962210@126.com

Received: Mar. 11th, 2017; accepted: Mar. 28th, 2017; published: Mar. 31st, 2017

Abstract

In order to solve the problem of the severe shortage of the feeding stuff of fish protein in aquaculture production and explore its effects on the growth rate and the product quality of carp, we adopted the method of adding a certain amount of earthworms in the feeding stuff according to the weight of the fish: 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%. Then, we compared their effects on carp breeding respectively. The study found that the weight ratio of the experimental group is 10.59 times, which is 7.29% higher than that of control group. The FCR in experimental group is 1.68, which is lower than that in control group by 0.26. Also, the study found that fatty acids $C_{14}H_{28}O_2$, $C_{16}H_{30}O_2$ and $C_{16}H_{32}O_2$ content in experimental group increased significantly compared with the control group. Conclusion: Adding earthworms to feed the carps can not only significantly promote the growth of fish, but also reduce the FCR and improve flavor of the products.

Keywords

Earthworm, Carp, Growth, Effect Analysis

添饲蚯蚓对鲤鱼生长影响的研究

胡世然^{1,2*}, 谌金吾¹, 李建光², 龙明珠¹, 潘兴锋¹

¹贵州省黔东南州农业科学院, 贵州 凯里

²贵州省水产研究所, 贵州 贵阳

Email: *hu1962210@126.com

收稿日期: 2017年3月11日; 录用日期: 2017年3月28日; 发布日期: 2017年3月31日

*通讯作者。

摘要

为了解决水产养殖生产中鱼类动物蛋白饲料严重不足的难题,探究其对鲤鱼生长率、鱼产品品质的影响,采用不同梯度添饲蚯蚓养鲤的方法,按鲤鱼体重的0.5%、1.0%、1.5%、2.0%添饲蚯蚓,比较不同添饲蚯蚓量对鲤鱼养殖效果的影响。结果表明:1) 生长速度:试验组增重倍数10.59倍,比对照提高7.29%;2) 饵料系数:试验组饵料系数为1.68,比对照低0.26;3) 脂肪酸组成及含量:试验组的脂肪酸 $C_{14}H_{28}O_2$ 、 $C_{16}H_{30}O_2$ 和 $C_{16}H_{32}O_2$ 含量比对照明显增加。结论:添饲蚯蚓可显著促进鱼类生长,降低饵料系数,提高鱼产品风味口感。

关键词

蚯蚓, 鲤鱼, 生长, 效果分析

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

蚯蚓(earthworm, potworm, or freshwater ringed worm)属于环节动物门(*Annelida*)寡毛纲(*Oligochaeta*),蚯蚓在生态环境中具有其它动物无法取代的作用与重要性。蚯蚓(干品)含蛋白质 70%左右,是鱼类及畜禽优质的动物蛋白饲料;利用蚯蚓提取抗癌新药,治疗心脑血管疾病;世界各国都在开展利用蚯蚓处理生活垃圾解决环境污染问题,蚯蚓粪是优质肥料可以用它改良土壤的理化性质;在国内利用蚯蚓饲养鲤鱼的研究鲜见报道,为此,国家大宗淡水鱼类产业技术体系、黔东南州农业科学院水产研究所、贵州省水产研究所等结合生产实际需要,用蚯蚓直接添饲养鲤,探究其对鲤鱼生长率、鱼产品品质的影响,旨在为开辟鲤鱼等杂食性鱼类的动物蛋白饲料提供科学依据。

2. 材料与方

2.1. 材料

2.1.1. 鱼种

系贵州省凯里市福瑞水产养殖场自繁自育自养的清水江鲤杂交改良子一代,规格整齐,体质健壮,无病无伤。

2.1.2. 鱼池、试验桶

选择凯里市福瑞水产养殖场的1号流水池作饲养池,流水池面积 50 m^2 ,呈长方形,池坎高100 cm,水位深60 cm~70 cm,单独进排水。池内设置聚乙烯材料制作的开口式圆柱型塑料桶5个,其中试验桶4个(1#、2#、3#、4#桶),对照桶1个(0#桶),桶高85 cm;上桶口直径70 cm,下桶底口直径60 cm,桶眼直径为1.5 cm,用聚乙烯材料网片封闭桶口。

2.1.3. 水源

来源于贵州凯里巴拉河支流,水源充足,水质清新,水体透明度达40~50 cm,水中溶氧在6 mg/L

以上,水质符合国家渔业水域水质标准。

2.1.4. 蚯蚓

蚯蚓来源于凯里市福瑞水产养殖场自繁的赤子之爱胜蚓(*Eisenia foetida*),体色暗红、健康,体长 4 cm~8 cm。

2.1.5. 饲料

系黔东南新希望农牧科技有限公司生产的鲤鱼专用配合颗粒饲料。1) 原料组成。鱼粉、棉粕、菜枯、赖氨酸、蛋氨酸、复合维生素、复合微量元素等。2) 饲料成分分析值。粗蛋白 $\geq 33.0\%$,粗脂肪 $\geq 4.5\%$,粗纤维 $\leq 8.0\%$,粗灰分 $\leq 14.0\%$,水分 $\leq 13.5\%$,钙 $0.6\% \sim 1.4\%$,总磷 $\geq 1.0\%$,赖氨酸 $\geq 1.7\%$,食盐 $0.3\% \sim 1.2\%$ 。

2.2. 方法

2.2.1. 鱼池准备

鱼种放养前 4 d~5 d 用高锰酸钾 20 g/m^3 的浓度对流水池消毒。消毒后 2 d~3 d 灌注池水深 40 cm~50 cm。在 1 号流水池设置试验桶与塘埂距离 1.5 m,桶与桶之间的间距为 2 m,用 8 号铁丝将试验桶四周固定以防倾覆。

2.2.2. 鱼种投放

2016 年 4 月 15 日,把规格达 30 g/尾的鱼种按 40 尾/桶的放养密度分别放入 5 口塑料桶(0[#]、1[#]、2[#]、3[#]、4[#]桶),鱼种入桶前用浓度为 10.0 mg/L 的高锰酸钾药液浸浴鱼体 5 min~10 min。

2.2.3. 添饲蚯蚓与饲料投喂

试验桶 1[#]、2[#]、3[#]、4[#]中分别按鲤鱼体重的 0.5%、1.0%、1.5%、2.0%添饲蚯蚓,即将蚯蚓从蚓养殖床中采挖出后洗净滤水后称量直接饲喂,日投喂 2 次,时间为 9:00 和 17:00;对照 0[#]桶未添饲蚯蚓。测定流水池水温和鲤鱼种规格,并据鲤鱼饲料投饵率表计算投饵量,当鱼种规格为 100 g~200 g、水温达 $16^\circ\text{C} \sim 28^\circ\text{C}$ 时日投饵量为鱼体重的 2.0%~5.0% (见表 1)。

2.2.4. 日常管理

一是根据流水池的水质、鱼类活动情况、水温和气候变化等因素保持池水的水质清新和溶解氧含量高及适宜的水位,以利于鱼类生长;二是每间隔 20 d~30 d 测定鱼体平均体重 1 次,以此确定投饵量;三是加强鱼病防治,用盐酸恩诺沙星 $3 \text{ mg} \sim 5 \text{ mg/kg}$ 饲料,用水溶解后均匀喷洒于颗粒饲料中,现配现喂,每天早晚各 1 次,连喂 3 d~5 d 为 1 个疗程,发现鱼病及时诊断治疗。2016 年 9 月 25 日试验结束,测定相关指标,全试期共 162 d。

2.2.5. 数据分析

对脂肪酸组成比例,利用 SPSS18.0,进行邓肯新复极差检验(Duncan's multiple comparison)。

3. 结果与分析

3.1. 生长速度

如表 1: 1) 1[#]、2[#]、3[#]、4[#]试验桶投放鱼种平均规格为 30 g/尾,收获时平均尾重为 347.75 g/尾,比 0[#]号对照桶(326.0 g/尾)增加 21.55 g/尾,提高 6.61%; 2) 试验桶的增重倍数 10.59 倍,比对照桶(9.87 倍)增加 0.72 倍,提高 7.29%; 3) 试验桶的尾日增重为 1.96 g,比对照桶(1.83 g)增加 0.13 g,提高 7.1%。在添

饲蚯蚓的 4 个试验桶中, 以添加 2.0% 的 3 号桶饲养效果最佳, 生长最快, 增重倍数 10.98 倍、尾日增重 2.03 g/d, 分别比对照桶高 1.11 倍、提高 1.93%。

3.2. 饵料系数

在添饲蚯蚓 4 个试验桶中共投喂饲料 85.5 kg, 净产鱼 50.84 kg, 平均饵料系数为 1.68, 比 0[#]号对照桶(1.94)低 0.26。其中, 以添饲蚯蚓 2.0% 的 3 号桶饵料系数最低, 为 1.5, 比对照桶低 0.44 (见表 2)。

3.3. 脂肪酸组成

在配合饲料基础上添饲新鲜蚯蚓饲喂清水江杂交改良鲤鱼, 脂肪酸 $C_{14}H_{28}O_2$ 、 $C_{16}H_{30}O_2$ 和 $C_{16}H_{32}O_2$ 组成比例实验组比对照组 0[#]明显增加。脂肪酸 $C_{18}H_{36}O_2$ 组成比例与新鲜蚯蚓添饲与否变化不大。添饲鱼体重 1% 的新鲜蚯蚓可以明显增加脂肪酸 $C_{18}H_{34}O_2$ 和 $C_{18}H_{32}O_2$ 组成比例。添饲新鲜蚯蚓降低了 $C_{20}H_{34}O_2$ 组成比例(见表 3)。

4. 结论与讨论

1) 对鱼类生长速度的促进作用

蚯蚓的蛋白质含量与进口鱼粉相近, 高于饲用酵母、豆饼, 为玉米蛋白质含量的 6 倍以上; 其脂肪含量也高, 每千克代谢能约 12260 焦耳, 而高于秘鲁鱼粉、饲用酵母和豆饼[1]; 为此, 蚯蚓作为优质的

Table 1. Feeding rate (%)

表 1. 投饵率 (%)

水温℃	鱼体重 g						
	2~10	10~20	20~50	50~100	100~200	200~400	400~800
16~20	5.0~7.0	4.0~6.0	3.0~5.0	2.5~4.0	2.0~3.0	1.8~2.8	1.6~2.5
20~24	6.0~8.0	5.0~7.5	4.0~6.5	3.5~5.5	3.0~5.0	2.5~4.0	2.5~3.5
24~28	8.0~10.0	7.0~9.0	5.5~8.0	5.5~7.5	4.5~5.0	3.5~4.0	3.0~3.5

Table 2. Effect of different amount of earthworm add feeding carp

表 2. 不同蚯蚓添饲量饲养鲤鱼的效果

指标	处理桶					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	小计/平均	0 [#] (CK)
重量/kg	1.2	1.2	1.2	1.2	4.8	1.2
放养						
数量/尾	40	40	40	40	160	40
尾重/g	30	30	30	30	30	30
总重量/kg	13.5	13.9	14.4	13.8	55.6	13.0
收获						
数量/尾	40	40	40	40	160	40
尾重/(g/尾)	337.0	348.5	359.5	346.0	347.8	326.0
总净产量/kg	12.3	12.7	13.2	12.6	50.8	11.8
增重倍数/倍	10.2	10.6	11.0	10.53	10.6	9.9
投料重/kg	22.5	21.0	19.8	22.0	85.5	23.0
饵料系数	1.8	1.7	1.5	1.7	1.7	1.9
尾日增重/(g/d)	1.9	2.0	2.0	1.9	2.0	1.8

Table 3. Composition ratio of fatty acids
表 3. 脂肪酸组成比例

脂肪酸	0#	1#	2#	3#	4#
C ₁₄ H ₂₈ O ₂	1.77 ± 0.04d	2.55 ± 0.05c	2.19 ± 0.35c	4.11 ± 0.21a	3.78 ± 0.08b
C ₁₆ H ₃₂ O ₂	23.21 ± 1.22c	27.01 ± 0.98b	25.87 ± 0.84b	26.87 ± 1.11b	28.67 ± 0.15a
C ₁₆ H ₃₀ O ₂ (16:1)	2.73 ± 0.07c	3.03 ± 0.13b	3.28 ± 0.13b	4.12 ± 0.22a	4.29 ± 0.15a
C ₁₈ H ₃₆ O ₂	2.37 ± 0.34a	2.82 ± 0.31a	2.69 ± 0.22a	2.95 ± 0.55a	2.49 ± 0.26a
C ₁₈ H ₃₄ O ₂ (18:1)	23.88 ± 1.89b	28.38 ± 2.26a	25.75 ± 1.08ab	22.74 ± 1.01b	23.05 ± 0.68b
C ₁₈ H ₃₂ O ₂ (18:2)	41.88 ± 0.82c	66.85 ± 4.45a	57.44 ± 3.02b	55.73 ± 2.25b	56.26 ± 1.11b
C ₂₀ H ₃₄ O ₂ (20:3)	3.23 ± 0.15a	2.39 ± 0.22b	2.72 ± 0.36b	2.62 ± 0.18b	2.71 ± 0.32b

注：表中数据是测定时 3 次重复平均值 ± 标准误。据 Duncan 检验($p = 0.05$)，同一指标同行具有相同字母的数据无差异，不同则表示差异显著。

蛋白质饲料应用在水产养殖生产上，可提高鱼类的抗氧化、抗应激能力、促进鱼类生长。研究表明，添饲蚯蚓的鲤鱼平均增重为倍数 10.59 倍，比对照桶(9.87 倍)增加 0.72 倍，提高 7.29%。鱼类利用蚯蚓动物性蛋白质的能力随其种类不同而异，与食性有关，肉食性鱼类和杂食性鱼类对蚯蚓动物性蛋白质的利用能力强于植物性鱼类，但即使对肉食性鱼类而言，食物中的蛋白质含量也并非越高越好，若蛋白质含量过高则会加重鱼类机体的负担，影响鱼类生长，甚至导致蛋白质中毒。鱼类虽然具有脱氨基的排泄氨的作用，处理除生长和维持生命以外的过剩蛋白质的能力，蛋白质过多对鱼类是一种妨碍限制；鱼类饲料中蛋白质含量既不能过低，又不能过高，必须适量，饵料中蛋白质过高，不仅造成浪费，而且还会影响鱼类的正常代谢[2]。

2) 对提高饲料报酬率的作用

动物性蛋白质饲料是鱼类最重要的蛋白质饲料源，为解决动物性饲料缺乏问题，国内外对蚯蚓人工养殖进行了广泛的研究；蚯蚓不仅是家养畜禽的优良蛋白质饲料，而且也是鱼类的良好蛋白质饲料源。蚯蚓蛋白质含量高，必需氨基酸种类齐。采用人工养殖蚯蚓用于饲养鲤鱼等杂食性鱼类，可显著提高饵料报酬，降低饵料系数，试验结果显示，试验组共投喂饲料 85.5 kg，净产鱼 50.84 kg，平均饵料系数为 1.68，比 0#号对照桶(1.94)低 0.26，可见，蚯蚓作蛋白质饲料是解决其蛋白质缺乏的一个有效途径。

3) 对鱼类品质的影响

对鱼类营养研究表明，用蚯蚓喂养鱼类既可促进鱼类生长又可提高水产品品质；试验在用全价配合饲料饲喂鲤鱼的基础上，按鱼体重 0.5%、1.0%、1.5%和 2.0%添饲新鲜蚯蚓，结果显示，随着新鲜蚯蚓添饲量的增加，鲤鱼的粗脂肪含量显著增加。相对于对照组(0#桶)粗脂肪平均 2.90%，添饲新鲜蚯蚓的实验组 1#桶、2#桶、3#桶和 4#桶，粗脂肪分别平均增加 4.83%、8.97%、14.48%和 34.83%。添饲新鲜蚯蚓显著增加了清水江杂家鲤 F₁ 代肌肉粗脂肪酸百分比含量，肌肉中脂肪酸的适当增加，可以改善肉质的滑嫩感，尤其是在是做烤鱼、腌鱼，用鱼体丰腴，肥满度相对较高的“肥”鱼做原材料，风味口感非常好，鱼体肌肉中脂肪含量与肉质和风味有着密切的关系[3] [4]，随着肌间脂肪含量的增加，肉的柔嫩度、多汁性和香味都会有所增加[5]，就如相比其他鲇形目鱼类，拥有较高粗脂肪含量的黄颡鱼的肉质就比鲤鱼更加鲜嫩细腻[6]。

4) 蚯蚓作鱼类蛋白质饲料源的发展前景

蚯蚓自古以来就广泛用作鱼类钓饵，近年来，由于防止环境污染的需要和解决动物性饲料缺乏问题，国内外对蚯蚓人工养殖进行了广泛研究。蚯蚓不仅是家养畜禽的优良蛋白质饲料，而且也是鱼类的良好

蛋白质饲料源。蚯蚓蛋白质含量高,必需氨基酸种类齐全。因此,采取人工养殖蚯蚓用于养鱼,是解决鱼类饲料蛋白质缺乏的一个途径[7]。

目前研究和应用较多的是蚯蚓在处理有机废物、消除环境污染及中药材等方面的应用,应用蚯蚓养殖高档水产品方面还较少;我国蚯蚓来源广泛,资源丰富,可充分利用当地资源,就地取材。用蚯蚓作为动物性蛋白质饲料具有可行性,大大降低了生产高档水产品的生产成本。蚯蚓粉饲料价值较高,干物质中含粗蛋白 66.3%,含粗脂肪 7.9%,其蛋白质的生物学价值与秘鲁鱼粉相仿[8]。蚯蚓是不可多得的优质动物蛋白质饲料,它可以替代鱼粉作为特种水产品的优质天然饵料;在养鱼饲料中掺入鲜蚯蚓,其体液被配合饲料吸收,可提高饲料的适口性及饲料效率;蚯蚓是很好的一种饲料,对很多鱼类的诱食性都很好[9],用蚯蚓养鱼,鱼类成活率高、发病率率低、生长速度快、肉质好,因此,人工养殖蚯蚓则具有较佳的经济效益和广阔的开发前景[10]。

基金项目

国家农业部专项资助项目“国家大宗淡水鱼类产业技术体系”(Nycytx-49-47);贵州省科学技术厅科技支撑计划农业攻关项目《山区生态循环养鲟新模式研究与示范》(黔科合 NY 字[2014]3050 号);黔东南州农业委员会项目“清水江鲤杂交改良与示范”(黔东南农发[2014]61 号);凯里市科技计划项目“山区生态循环养鲟关键技术研究及示范”(凯科合[2014]0202)、“清水江鲤杂交一代优势选育及利用”(凯教科合[2015]0202 号;贵州省“三区”科技人才服务专项)。

参考文献 (References)

- [1] 陈德牛,张国庆. 蚯蚓养殖技术[M]. 北京:金盾出版社,1997: 5-6.
- [2] 李正军. 集约化养鱼技术[M]. 成都:四川科学技术出版社,1991: 8-9.
- [3] Ackman, R.G. (1990) Seafood Lipids and Fatty Acids. *Food Reviews International*, **6**, 617-646. <https://doi.org/10.1080/87559129009540896>
- [4] Fauconneau, B., Alami-Durante, H., Laroche, M., et al. (1995) Growth and Meat Quality Relations in Carp. *Aquaculture*, **129**. 265-297. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00309-C](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00309-C)
- [5] 张先勤,葛长荣,田允波,等. 中草药添加剂对生长育肥猪胴体特性和肉质的影响[J]. 云南农业大学学报, 2002, 17(1): 86-90.
- [6] 马玲巧,李大鹏,田兴,等. 1 龄黄颡鱼的肌肉营养成分及品质特性分析[J]. 水生生物学报, 2015, 39(1): 193-196.
- [7] 关受江. 鱼类营养及饲料学[M]. 成都:成都电讯工程学院出版社, 1988: 349-350.
- [8] 刘德芳. 配合饲料学[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1993: 118-119.
- [9] 郝彦周. 关于目前鱼类饲料的几点思考[J]. 科学养鱼, 2016(6): 67-68.
- [10] 庞显炳. 淡水水产动物健康养殖技术[M]. 郑州:河南科学技术出版社, 2015: 183-184.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ojfr@hanspub.org