



## 摄食稻草和配合饲料对草鱼生长、血清生化指标、肌肉营养成分、肠道结构及菌群的影响

罗王燕<sup>1, 2</sup> 张凯<sup>2</sup> 李坤<sup>1, 2</sup> 杨顺慧<sup>2</sup> 王广军<sup>2\*</sup>

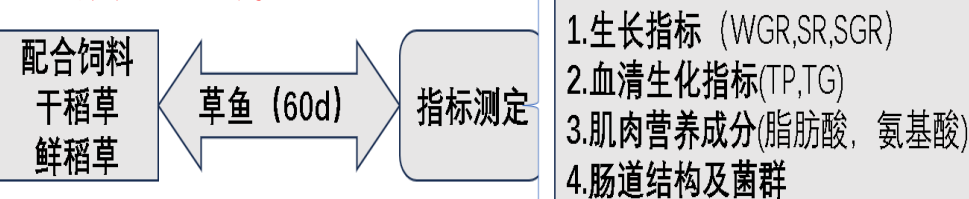
1. 上海海洋大学, 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广州 510380

\*通讯作者, mailto:gjwang@prfri.ac.cn

**摘要:**为了验证摄食水稻秸秆对草鱼生长的影响, 为稻鱼轮作提供理论依据。实验选取规格整齐健康的草鱼 270 尾, 平均初体质量为 $55.36 \pm 0.52$  g。对照组是只投喂配合饲料(CF), 实验组分别是投喂处理后的干稻草(DS)和投喂新鲜稻草(FS), 养殖周期为 60 天。实验结果显示: 与CF组相比, DS组和FS组的终体质量、摄食率、特定生长率等指标方面均显著降低( $P < 0.05$ ); 各组总蛋白和白蛋白差异显著( $P < 0.05$ ), 且在CF组中最高。CF组的球蛋白、总胆固醇和甘油三酯显著高于DS组和FS组( $P < 0.05$ ); CF组肌肉营养成分最高( $P < 0.05$ )与DS组相比, CF组和FS组肠道结构较为完整。DS组的肌层厚度、绒毛高度和绒毛宽度最低( $P < 0.05$ )。三组中优势菌门一致, 相对丰度最大的是厚壁菌门, 分别占CF组、DS组和FS组73.31%、58.62%和32.89%。而优势菌属各不相同, 在CF组中相对丰度最大的是链球菌属(38.62%), 在DS组中是梭状芽胞杆菌属(19.60%), 在FS组中是 *norank\_f\_norank\_o\_Chloroplast* (19.56%)。综上所述: 摄食稻草降低了草鱼生长性能、机体免疫力和菌群相对丰度。其中, 摄食干稻草对草鱼肠道造成了损伤, 降低了消化吸收能力。

**关键词:** 草鱼; 水稻秸秆; 稻鱼轮作

## 一. 技术路线图



## 二. 结果与分析

## 1. 生长指标

表 1 摄食稻草和配合饲料对草鱼生长指标的影响

Table 1 Effects of ingestion of rice straw and compound feeds on the growth indices of grass carp

组别 Groups	CF	DS	FS
初体质量 W0, g	55.68±0.37	55.64±0.53	54.75±1.61
终体质量 Wt, g	143.57±10.68 <sup>a</sup>	58.25±1.92 <sup>b</sup>	62.85±6.55 <sup>b</sup>
增重率 WGR, %	157.78±17.58 <sup>a</sup>	4.70±3.79 <sup>b</sup>	14.64±9.05 <sup>b</sup>
成活率 SR, %	95.56±1.92	97.78±1.92	93.33±3.33
摄食率 FE, %	36.92±2.02 <sup>a</sup>	2.75±0.05 <sup>b</sup>	2.26±0.15 <sup>b</sup>
特定生长率 SGR, %	1.56±0.11 <sup>a</sup>	0.08±0.06 <sup>b</sup>	0.22±0.13 <sup>b</sup>
脏体比 VSI, %	10.91±1.29 <sup>a</sup>	5.01±0.20 <sup>b</sup>	6.61±0.86 <sup>b</sup>
肝体比 HSI, %	2.36±0.24 <sup>a</sup>	0.63±0.09 <sup>b</sup>	0.76±0.17 <sup>b</sup>
肠重比 ISI, %	3.26±0.26 <sup>a</sup>	1.77±0.28 <sup>b</sup>	2.06±0.15 <sup>b</sup>
肠长比 RGL, %	171.96±4.04 <sup>a</sup>	130.18±10.20 <sup>b</sup>	142.40±3.97 <sup>b</sup>
肥满度 RF, g/cm <sup>3</sup>	2.00±0.10 <sup>a</sup>	1.61±0.10 <sup>b</sup>	1.59±0.09 <sup>b</sup>

仅投喂稻草降低了草鱼的生长性能, 鲜稻草在一定程度上提高草鱼的生长性能。因此, 考虑到为了获得更好的经济效益, 在稻鱼轮作时, 应结合少部分的人工配合饲料, 使草鱼摄食均衡的营养物质。

## 2. 血清生化指标

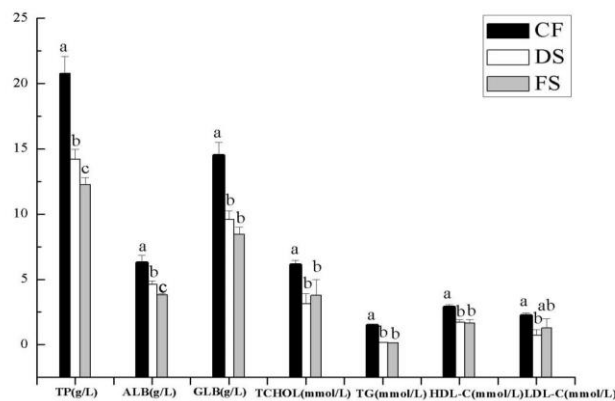


图 1 摄食稻草和配合饲料对草鱼血清生化指标的影响

Fig.1 Effect of ingestion of rice straw and compound feed on serum biochemical indices of grass carp

本研究结果显示, DS组和FS组草鱼血清TCHOL、TG显著低于CF组的草鱼血清, DS组和FS组草鱼血清HDL-C低于CF组, 而DS组血清LDL-C低于CF组。这些结果表明投喂稻草可以增加草鱼的脂肪分解代谢、降低血脂的能力。

## 3. 肌肉营养成分

表 2 摄食稻草和配合饲料的草鱼常规营养成分含量 (g/100g)

Table 2 Conventional nutrient content of grass carp feeding on rice straw and complementary

组别 Groups	CF	DS	FS
蛋白质 (N×6.25) Protein	17.10±0.36 <sup>a</sup>	16.43±1.16 <sup>a</sup>	14.87±0.38 <sup>b</sup>
脂肪 Fat	1.83±0.25 <sup>a</sup>	0.53±0.06 <sup>b</sup>	0.50±0.00 <sup>b</sup>
灰分 Ash	1.20±0.00	1.23±0.06	1.20±0.00
水分 Moisture	78.90±0.56 <sup>a</sup>	80.97±1.96 <sup>ab</sup>	82.97±0.65 <sup>b</sup>

投喂稻草降低草鱼肌肉营养成分, 由表2推测饲喂鲜稻草的草鱼比饲喂干稻草的草鱼要健康一点。

## 4. 肠道组织结构及菌群

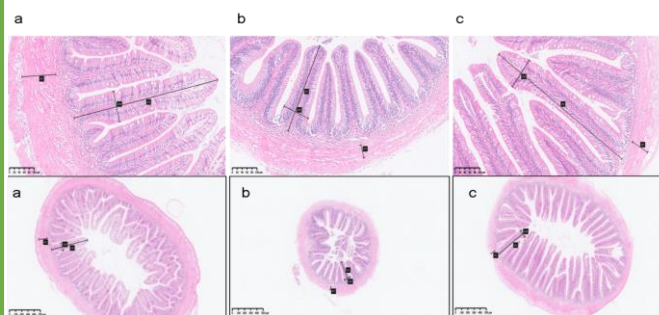


图 2 摄食稻草和配合饲料对草鱼肠道组织结构的影响

Fig. 2 The effect of ingestion of rice straw and compound feeds on the intestinal histological structure of grass carp

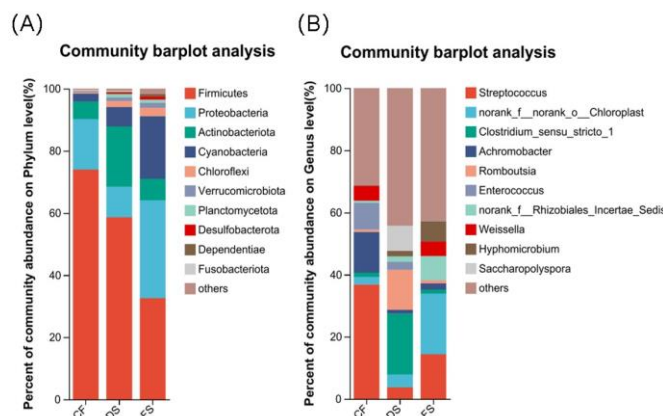


图 3 摄食稻草和配合饲料的草鱼肠道菌群在门 (A)、属 (B) 水平上的相对丰度

Fig. 3 Relative abundance of intestinal flora at the phylum (A) and the genus (B) level in grass carp feeding on rice straw and compounded feeds

图2表明投喂饲料和鲜稻草对草鱼的肠道吸收能力没有明显影响, 但投喂干稻草对草鱼肠道造成了一定损伤, 降低了消化吸收能力。图3推测饲喂稻草可能降低肠道菌群的相对丰度, 而属水平上各组优势菌不同可能是由于饵料不同等原因造成的。

## 三. 结论

相比于摄食配合饲料的草鱼, 稻草营养不足过于单一, 摄食稻草的草鱼生长性能过低, 降低了肌肉蛋白质、氨基酸含量、脂肪酸含量、机体免疫力和肠道菌群丰度。因此, 在稻鱼轮作中, 为了获得更好的产量和经济效益, 需增加投喂一些配合饲料。

## 四. 参考文献

- Akay H. Grain and Straw Yield of Paddy Cultivars and Feed Quality Traits of Paddy Straw. *Gesunde Pflanzen*. 2022;74(3):549-60.
- Monjezi Y, Sari M, Chaji M, et al. Effects of concentrate starch level and free-choice provision of straw on performance, feeding behaviour and feed sorting of fattening lambs. *Applied Animal Behaviour Science*. 2022;256:105-773.