

蒋向辉,苑 静. 金银花饲料对家鱼生长的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):309-312.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.090

# 金银花饲料对家鱼生长的影响

蒋向辉,苑 静

(凯里学院化学与材料工程学院,贵州凯里 556011)

**摘要:**以鱼的常规饲料和四棱豆作添加剂的饲料为对照,探讨了金银花作添加剂的鱼饲料对青、草、鲮、鲤 4 种家鱼生长情况的影响。结果表明:金银花饲料对 4 种鱼体质量的影响都是呈前期减少,后期增加的趋势;而四棱豆饲料饲养的鱼一直表现体质量增加的趋势;金银花饲料饲养的鱼在前期的排泄物明显增多,后期则慢慢减少;金银花饲料对鱼的成活率也有显著影响,金银花饲料喂养的草鱼成活率最低,且金银花与饲料的比例为 1:1 时,4 种鱼成活率都最低,随着金银花比例降低,成活率增高,当且金银花与饲料的比例为 1:4 时,4 种鱼的成活率都比常规饲料喂养时要高。研究认为,金银花饲料对不同的鱼有不同的影响,金银花饲料对鲮鱼、草鱼体质量的增加是有利的,且效果好于四棱豆,而对鲤鱼、青鱼的效果则不及四棱豆饲料。金银花饲料能有效增强鱼类肝脏总超氧化物歧化酶与谷胱甘肽过氧化物酶活性,减少丙二醛含量,且这种作用在鲤鱼表现较为明显,而青鱼中相对较弱。

**关键词:**金银花;草鱼;青鱼;鲤鱼;鲮鱼;饲料;生长

**中图分类号:** S963 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0309-04

金银花(*Lonicera japonica* Thunb.) 系忍冬科忍冬属多年生常绿藤本植物,别称金花、银花和忍冬花。其药用价值较高,具有广谱抗菌和散风消肿的功效。常用于清热解毒、治疗痈肿疔疮、丹毒和血痢等病症<sup>[1]</sup>,近年来被逐渐推广到饲料添加剂领域。大量的研究表明<sup>[2-5]</sup>,金银花的主要成分中有木犀草素、异绿草酸、绿原酸、肌醇等多种药效成分,对多种致病菌和病毒均有一定的抑制作用。金银花中还含多种氨基酸、糖类和维生素以及大量生物体需要的微量元素,将金银花开发为一种鱼饲料添加剂将有很好的发展前景。

在家鱼喂养的过程中,饲料的种类与数量是决定养鱼经济效益的最主要因素。因此,必须综合考虑鱼类生长所需的营养、抗病抑菌能力、对饲料的有效利用等多方面的因素,对饲料进行科学配制、合理投放,才能既保证鱼类健康生长,又能增加鱼肉的质量与品质,充分发挥鱼饲料的最佳效能,获得最佳的经济效益。目前,许多学者对不同种中草药对鲤、鲫的生长和免疫的影响进行了相关研究<sup>[6-8]</sup>。四棱豆系药食两用植物,其种子、块根、嫩茎、嫩叶均含有丰富的蛋白质、维生素和矿物质<sup>[9]</sup>,这些营养物质均能被鱼所利用,四棱豆中含有的黄酮类化合物是其主要的抗氧化、抑菌、消炎成分<sup>[10]</sup>。金银花中含有丰富的有机酸类、黄酮类、三萜皂苷类、微量元素类等有效成分,具有抑菌、抗病毒、增强免疫力、抗氧化等生物活性<sup>[11]</sup>。四棱豆与金银花都含有丰富的黄酮类化合物而表现出良好的抗氧化和抑菌活性,而两者由于活性成分种类及含量的差异在作为饲料添加剂时又表现了不同的效能,四棱豆作为一种增加蛋白质含量的饲料添加剂逐步得到了推广和应用,而金银花作为

饲料添加剂在增强鱼类免疫力方面有良好的发展前景。因此,本研究以鱼的常规饲料和四棱豆作添加剂的饲料为对照,探讨药用金银花作添加剂的鱼饲料对青、草、鲮、鲤 4 种家鱼生长情况的影响,为研制出既能保证鱼类生长所需要的营养成分又能增强鱼类免疫力的金银花鱼饲料提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

青、草、鲮、鲤 4 种家鱼苗各 5 000 尾,金银花与四棱豆干样,鱼饲料(青干草粉 40%、棉籽饼粉 30%、豆饼粉 10%、菜籽饼粉 5%、蚕蛹粉 5%、鱼粉 5%、大麦粉 5%),FW177 系列中草药粉碎机、1.5 m×1.5 m×1.5 m 玻璃缸、万分之一电子分析天平、制氧机等。

### 1.2 方法

**1.2.1 饲料的制备** 将金银花和四棱豆分别用小型粉碎机粉碎,过 60 目网筛,再把饲料粉碎成细末,根据前期预备试验显示,当采用鱼饲料和金银花质量比为 1:2 喂养鱼时,鱼的成活率不足 50%;而当鱼饲料和金银花质量比为 4:5 时,鱼成活率在 90% 以上;当采用鱼饲料和四棱豆质量比为 1:1、2:1、4:1 喂养鱼时,鱼的成活率均在 90% 以上;本研究将饲料和金银花分别按质量比为 1:1、2:1、3:1、4:1 的比例进行混合,饲料和四棱豆按质量比为 4:1 的比例进行混合,都以蒸馏水搅拌均匀,制成 2.0 mm 颗粒烘干后干燥备用。

**1.2.2 喂养** 用于喂养常规饲料的玻璃缸 3 个、用于喂养金银花饲料的玻璃缸 12 个、用于喂养四棱豆饲料的玻璃缸 3 个,并贴上标签,放入半缸水。将青、鲮、鲤、草鱼各选 150 尾分别放入不同玻璃缸。在缸内装好制氧机,隔天定期喂养 15 g 混合饲料。

**1.2.3 称质量与观察** 把鱼分装好后第 1 次称体质量,数据精确到小数点后 2 位。每隔 15 d 称 1 次,且每隔 2 d 换 1 次水,换水后同样向 3 个缸加入等量的对应的饲料颗粒,每天进

收稿日期:2016-01-20

基金项目:贵州省科技计划联合基金(编号:黔科合 LH 字[2014]

7219);贵州省教育厅重点项目(编号:黔教合 KY 字[2014]281)。

通信作者简介:蒋向辉(1974—),男,湖南安化人,博士,副教授,主要从事药用植物功能成分研究。E-mail:jxfei789@163.com。

行观察。

1.2.4 消化酶活性测定 胃、肠蛋白酶活性测定参照周惠等的方法<sup>[12]</sup>。

1.2.5 金银花饲料对鱼脾脏相对质量的影响 分别切取金银花饲料与常规饲料喂养的不同种类鱼的脾脏称质量,参照王吉桥等等的方法<sup>[13]</sup>计算脾脏与鱼体质量的相对比,即脾脏质量/鱼总体质量×100%。

1.2.6 血清和肝脏抗氧化指标测定 参照魏炳栋等的方法<sup>[14]</sup>,采用紫外可见分光光度计测定鱼肝脏总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性以及丙二醛(MDA)含量。

1.2.7 数据处理 根据不同种类鱼的生长情况,最后计算鱼的相对生长率与成活率。借助 SPSS 16.0 软件对试验数据进行统计分析。在 ANOVA 过程中先对试验数据进行单因素方差分析,若有显著差异,再作 LSD 多重比较。相关计算公式:成活率=(试验末活鱼总数/试验初投入鱼的总数)×100%;相对生长率=(鱼的最终体质量-最初体质量)/最初体质量×100%。

2 结果与分析

2.1 不同配比金银花饲料对鱼成活率的影响

金银花饲料缸中,可能由于金银花中有部分药用成分对鱼的生长有一定的毒害作用,随着金银花比例的增高,鱼的成活率逐渐降低,但由于鲤鱼生性好动,生活力强,在常规饲料:金银花比为 1:1 的缸中,其成活率在 60% 以上,其他鱼种成活率均在 50% 以下(表 1)。随着金银花比例的减少,在常规饲料:金银花比为 4:1 的缸中各种鱼的成活率在 90% 以上,其中鲤鱼、鳊鱼的成活率最高,青鱼次之,草鱼最低。

表 1 各处理组中不同鱼类成活率

常规饲料:金银花	鱼种类	每次投饵量(g)	成活率(%)
4:1	草鱼	15	90.67
4:1	青鱼	15	94.00
4:1	鳊鱼	15	95.33
4:1	鲤鱼	15	95.33
3:1	草鱼	15	94.67
3:1	青鱼	15	87.33
3:1	鳊鱼	15	84.67
3:1	鲤鱼	15	90.67
2:1	草鱼	15	77.33
2:1	青鱼	15	76.00
2:1	鳊鱼	15	71.33
2:1	鲤鱼	15	80.67
1:1	草鱼	15	44.67
1:1	青鱼	15	55.33
1:1	鳊鱼	15	34.67
1:1	鲤鱼	15	65.33

2.2 金银花饲料对鱼体质量生长的影响

由图 1 可知,仅以常规饲料喂养的鲤鱼的体质量变化不明显,表明鲤鱼在用常规饲料喂养时,很快就能适应新的环境,但前 2 个月增长不明显。以常规饲料加四棱豆喂养的鲤鱼体质量在 2 个月内逐渐增加,表明四棱豆对鱼的生长没有产生不良影响,反而促进了鱼的生长,可能是由于四棱豆种子含有丰富的蛋白质,给鲤鱼提供了较丰富的氨基酸营养,有效

地促进了鲤鱼的生长。而以常规饲料加金银花(4:1)喂养的鲤鱼在第 2 次称量时,有体质量减小的现象,可能是由于环境和饲料的变化,对鲤鱼的生长影响较大,而第 3 次、第 4 次称量时则呈鲤鱼质量缓慢增加,表明鲤鱼对金银花饲料已经能慢慢接受,由于体质的某些变化能将金银花中的营养物质转化为自己所需要的营养,从而促进其生长。结果表明,金银花饲料也有利于鲤鱼的生长,但其对鲤鱼体质量增长的效果不如四棱豆明显。

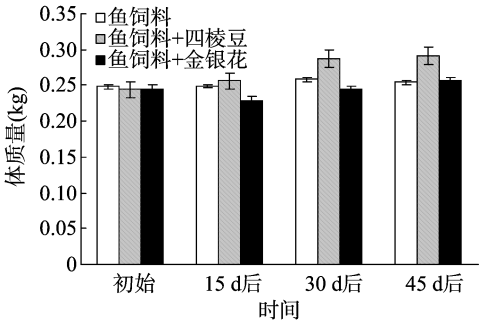


图 1 鲤鱼体质量变化

鱼类对新饲料和环境的变化的选择能力由鱼类对饲料生物的喜好性和饲料对鱼类的易得性决定。青鱼的生活习性不太活泼,主要栖息在水层的中下部,成鱼好以螺蛳、蚌、蛤等软体动物为食;而在幼鱼阶段,好以浮游动物和微生物为食。由图 2 可知,仅以常规饲料喂养的青鱼体质量一直呈减少的趋势,说明青鱼的生长对环境条件的改变较为敏感,但后来体质量减轻的速度越来越小,表明青鱼已逐渐适应环境条件的改变。以常规饲料加四棱豆喂养的青鱼体质量一直在逐渐增加,青鱼能够消化四棱豆中的蛋白质,从而得到了所需要的氨基酸类营养物质,但越到后面增加的幅度越小,可能是由于青鱼喜肉食,饲料条件影响其体质量的增加。以常规饲料加金银花(4:1)喂养的青鱼第 2 次称质量时体质量有所减小,可能是由于短期内青鱼不能适应金银花饲料喂养的环境。而第 3 次、第 4 次称量时,体质量有所增加,但差异不显著。金银花饲料对青鱼体质量的增加效果不明显。结果表明,对青鱼而言,金银花饲料没有四棱豆饲料的效果好。

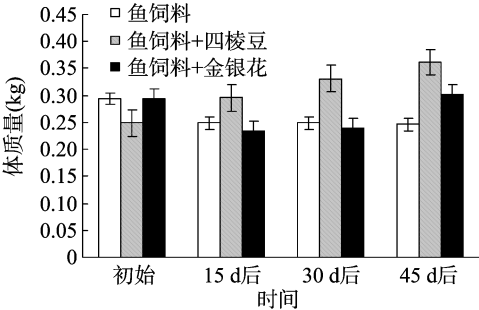


图 2 青鱼体质量变化

鳊鱼通常生活在水层的中上部,其运动较为缓慢,且不喜欢跳跃,好以浮游生物和藻类为食,鳊鱼的抗低氧能力最弱,对环境的改变适应能力较弱。由图 3 可知,以常规饲料、四棱豆饲料喂养的鱼体质量一直减少,直到后期体质量才有略微增加,说明鳊鱼不能很快适应新的环境,且不能利用四棱豆中的高蛋白,而常规饲料加金银花(4:1)饲料喂养的鱼体质量一直增长,前期增长较小,可能是由于鳊鱼适应新环境时产生

的应激引起的,而第 3 次、第 4 次称量时,体质量都有明显的增加,且增幅越来越大,说明鳊鱼能利用金银花中的有效物质。所以四棱豆饲料不利于鳊鱼的生长,而金银花饲料则对鳊鱼的生长有促进作用。

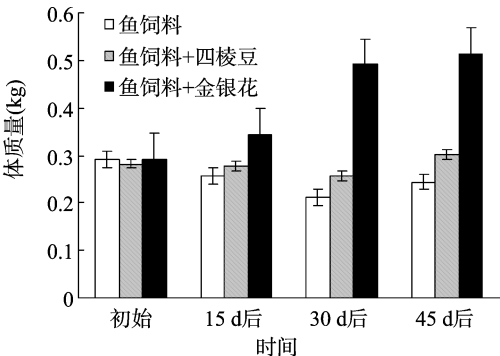


图3 鳊鱼体质量变化

草鱼生性活泼,以草为食,也可以辅助人工饲料。由图 4 可知,以常规饲料和四棱豆饲料喂养的草鱼体质量一直呈下降趋势,可能是由于青饲料补充不够,草鱼得不到所需的营养,只有用常规饲料加金银花(4:1)饲料喂养的草鱼的体质量有稍上升的趋势,表明金银花饲料对草鱼的生长有利。

综上所述,金银花饲料对鳊鱼、草鱼体质量的增加是有利的,且效果好于四棱豆,而对鲤鱼、青鱼的效果则不及四棱豆饲料。

2.3 金银花对鱼生理反应的影响

每次换水时,将排泄物进行收集,由于鱼在前期不能完全吸收金银花及四棱豆中的部分成分,在水缸中时,金银花饲料

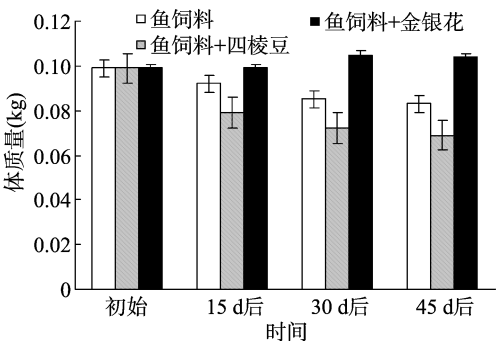


图4 草鱼体质量变化

缸里的排泄物呈细小的圆筒状,四棱豆饲料缸里则成细小的粉末状,收集后发现金银花饲料缸里的排泄物是棕灰色的,很黏稠,且气味很浓,而四棱豆饲料缸中的排泄物,收集出来后呈灰白色,没有明显的气味。常规鱼饲料喂养的缸中由于鱼生长代谢正常,收不到明显的排泄物。

2.4 金银花饲料对鱼脾脏相对质量变化的影响

摄食金银花饲料的青、草、鳊、鲤 4 种家鱼脾脏相对质量都比对照组(常规饲料喂养)高,分别高 13.10%、9.27%、15.31%、7.86%,差异达到显著水平( $P < 0.05$ ),结果(表 2)显示鲤鱼脾脏相对质量最小,鳊鱼脾脏相对质量最大,这可能与不同鱼类对金银花副作用的缓解能力不同有关。鱼的胸腺、肾脏和脾脏是其主要的免疫器官,大量的研究表明,鱼类免疫器官的质量与其免疫能力的强弱有密切的关系<sup>[15]</sup>。对金银花饲料饲养的鱼肝脏、脾脏颜色、成分等各方面的变化还有待进一步的研究。

表 2 不同饲料对不同家鱼脾脏相对质量的影响

鱼种类	饲料种类	脾脏质量(g)	鱼体质量(g)	脾脏质量占鱼体质量百分比(%)	脾脏相对质量比对照增(%)
青鱼	常规饲料:金银花=1:1	0.052 2±0.001 5	274.35±4.20	0.019 0±0.001 4*	13.10
青鱼	常规饲料(对照)	0.043 1±0.000 9	256.45±4.20	0.016 8±0.002 3	
草鱼	常规饲料:金银花=1:1	0.051 0±0.001 7	308.70±6.20	0.016 5±0.001 2*	9.27
草鱼	常规饲料(对照)	0.043 3±0.002 6	286.92±6.20	0.015 1±0.001 6	
鳊鱼	常规饲料:金银花=1:1	0.051 8±0.003 4	214.81±5.20	0.024 1±0.000 8*	15.31
鳊鱼	常规饲料(对照)	0.041 9±0.003 1	200.06±3.20	0.020 9±0.001 2	
鲤鱼	常规饲料:金银花=1:1	0.058 6±0.002 3	236.63±5.20	0.024 7±0.002 5*	7.86
鲤鱼	常规饲料(对照)	0.050 0±0.001 2	216.78±4.20	0.022 9±0.000 8	

注: \* 表示同种鱼在不同饲料条件下差异显著( $P < 0.05$ )。表 3 同。

2.5 金银花对胃、肠蛋白酶活性的影响

摄食添加金银花饲料的青、草、鳊、鲤 4 种鱼胃蛋白酶活性比摄食常规饲料的鱼(对照)提高了 9.02%、15.39%、13.07% 和 12.29%,差异都达到显著水平( $P < 0.05$ )(表 1),当饲喂金银花饲料时,草鱼的胃蛋白酶活性增强最大;肠蛋白酶活性分别提高了  $10.55 \times 10^{-2}$ 、 $9.63 \times 10^{-2}$ 、 $13.18 \times 10^{-2}$ 、 $12.82 \times 10^{-2}$  U/(min·mg),均达到显著水平( $P < 0.05$ )(表 3),其中鳊鱼胃蛋白酶活性增强最大。

2.6 金银花饲料对鱼肝脏抗氧化指标的影响

总超氧化物歧化酶与谷胱甘肽过氧化物酶是动物体内抗氧化系统中的重要酶系,丙二醛是细胞膜脂质过氧化的产物,其含量可间接反映细胞的损伤程度。由表 4 可知,不同饲料添加剂对肝脏抗氧化酶及丙二醛含量有明显影响。金银花饲料喂养的鱼中,除青鱼外,其他鱼类肝脏总超氧化物歧化酶与

谷胱甘肽过氧化物酶活性极显著高于四棱豆饲料喂养的鱼( $P < 0.01$ ),MDA 含量在 2 种饲料喂养的鱼之间有显著的差异( $P < 0.05$ );青鱼无论是用金银花饲料喂养还是用四棱豆饲料喂养,肝脏中总超氧化物歧化酶与谷胱甘肽过氧化物酶活性都较低,丙二醛含量也相应较高;而鲤鱼则恰好相反,这可能与 2 种鱼的抗氧化能力有关,鲤鱼抗氧化能力较强,表现为与抗氧化能力相关的酶的活性较高。

3 讨论

本研究发现用金银花饲料喂鱼时,在幼鱼生长的前期,鱼的生长受到一定的抑制,其体质量表现都有轻微的减小现象,但随着时间的增加,鱼的体质量逐渐增加。在成活率方面,前期,草鱼最容易死亡,可能是由于草鱼是一种草食性鱼类,且食量大,在缸里饲养不能满足其对青饲料的需求,导致其容易

表 3 金银花饲料对胃、肠蛋白酶活性的影响

鱼的种类	胃蛋白酶活性[ ×10 <sup>-2</sup> U/( min · mg) ]		肠蛋白酶活性[ 10 <sup>-2</sup> U/( min · mg) ]	
	金银花饲料	常规饲料	金银花饲料	常规饲料
青鱼	17. 24 ± 1. 56 *	8. 22 ± 2. 20	20. 21 ± 0. 88 *	9. 66 ± 2. 04
草鱼	23. 42 ± 0. 98 *	8. 03 ± 0. 68	17. 36 ± 2. 27 *	7. 73 ± 0. 78
鳊鱼	21. 52 ± 2. 33 *	8. 45 ± 1. 58	12. 62 ± 0. 87 *	9. 44 ± 1. 60
鲤鱼	23. 01 ± 0. 76 *	10. 72 ± 0. 57	24. 03 ± 1. 77 *	11. 21 ± 1. 87

表 4 金银花饲料对鱼肝脏抗氧化指标的影响

饲料种类	鱼种	总超氧化物歧化酶活性 [ ×10 <sup>-2</sup> U/( min · mg) ]	谷胱甘肽过氧化物酶活性 [ ×10 <sup>-2</sup> U/( min · mg) ]	丙二醛含量 ( μg/g)
金银花饲料	青鱼	60. 36 ± 10. 76ABb	212. 43 ± 30. 34Bb	3. 20 ± 0. 72a
	草鱼	69. 54 ± 8. 47ABa	331. 26 ± 42. 65Aa	2. 62 ± 0. 67b
	鳊鱼	67. 32 ± 7. 51ABa	308. 79 ± 39. 54Aa	2. 17 ± 0. 76b
	鲤鱼	78. 54 ± 12. 37Aa	308. 65 ± 47. 66Aa	2. 13 ± 0. 57b
四棱豆饲料	青鱼	46. 76 ± 7. 79Bbc	197. 53 ± 29. 65Bb	4. 11 ± 0. 83a
	草鱼	54. 54 ± 9. 25Bbc	276. 28 ± 37. 87ABa	3. 54 ± 0. 82a
	鳊鱼	51. 47 ± 10. 86Bbc	265. 87 ± 36. 53ABa	3. 21 ± 0. 64a
	鲤鱼	61. 77 ± 11. 26ABab	167. 69 ± 21. 64Bb	3. 26 ± 0. 57a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

死亡;中期,鳊鱼陆续死亡,可能是由于鳊鱼抗低氧能力较差且以浮游生物、菌落为食。金银花饲料喂养的鳊鱼成活率最高,且体质质量一直增长,后期表现更为明显,但常规饲料和四棱豆饲料喂养的鳊鱼体质质量一直呈减小的趋势,直到后期体质质量才有略微增加,可能是由于鳊鱼好以浮游生物、菌落为食,而金银花饲料对进入体内的不良菌落有一定的抑制作用。赵银丽等研究金银花内生真菌对鲤鱼肠道菌群的影响时发现,在鱼饲料中添加一定量的金银花可以抑制部分致病菌的生长,且可以增加某些有益菌的种类和数量,对改善肠道微生态系统有很好的效果<sup>[16]</sup>。

金银花饲料喂养的鱼前期的排泄物明显增多,排泄物呈棕灰色黏稠状,且味较浓,用其他 2 种饲料喂养的鱼缸里没有明显的条状排泄物。影响鱼排泄物的因素有摄食量、食物的组成、体质质量和温度等多方面的原因。蛋白质作为能源在鱼体内分解,其能量不能全部被鱼所利用,部分能量物质会被排泄到体外,鱼类氮排泄物的来源除了饲料蛋白之外,还有由于鱼体正常新陈代谢与适应环境中引起组织蛋白的分解。周洪琪等研究表明,鱼类排泄的氮以氨态氮和尿素为主<sup>[17]</sup>,本研究中发现,不同饲料喂养的鱼排泄物气味不同可能与排泄物中氮的形态不同有关,对鱼排泄物的成分还需进行下一步研究和探讨。

鱼类生活在水中,由于水温相对恒定且有一定的浮力,鱼类为维持体温和维持身体平衡消耗的能量少,鱼类的代谢产物是氨和氮,它们的生活、生长、繁殖所需的能量主要是由体内的蛋白质提供。因此,鱼类所需要的蛋白质比其他动物要高,鱼类对氨基酸的需求也不少于 10 种,尤其对蛋氨酸、赖氨酸的需求最高<sup>[18]</sup>。研究结果表明,用四棱豆加常规饲料喂养时,对鲤鱼与青鱼的生长都有明显的促进作用,这与四棱豆种子含有丰富的蛋白质有关,能为鱼类提供丰富的氨基酸,对于生长健康、环境适应能力强的鱼类四棱豆是一种很好的鱼饲料添加剂。

大量研究表明,中草药中由于有生物碱、多糖、皂苷、萜类、挥发油和有机酸等多种有效成分,这些都与动物的免疫能力紧密相关<sup>[19]</sup>。本研究表明金银花作为鱼饲料添加剂用于家鱼养殖,在促生长、增强代谢和提高饲料转化上均能取得良好的效果,进一步改良金银花与常规鱼饲料的配比,开发金银花鱼饲料添加剂将有很好的发展前景。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2010:205-206.

[2] 罗中华,黄文华,刘敬. 几种中药对烫伤小鼠中性粒细胞的作用[J]. 解放军医学杂志,1994,19(4):271-272.

[3] 王晓东. 金银花治疗卡他性结膜炎[J]. 辽宁中医杂志,2002,29(12):728.

[4] 潘清平,雷志君,周日宝,等. 灰毡毛忍冬与正品金银花抑菌作用的比较研究[J]. 中医药学刊,2004,22(2):243-244.

[5] 曹红峰,黄文芳,宋靖芳. 中草药防治鱼病研究进展[J]. 海洋科学,2006,30(4):83-87.

[6] 蔡中华,陈成勋,邢克智,等. 四种中草药对鲤鱼非特异性免疫功能的影响[J]. 天津农学院学报,1998,5(2):31-34.

[7] 简纪常,吴灶和. 中草药对建鲤非特异性免疫功能的影响[J]. 大连水产学院学报,2002,17(2):114-119.

[8] 邱小琼,周洪琪,刘小刚,等. 中草药添加剂对异育银鲫生长和蛋白质消化吸收的影响[J]. 水产学报,2002,26(6):551-555.

[9] 赵则海,肖小琼,邱卓荣,等. 四棱豆叶中凝集素的提取及其凝集活性研究[J]. 现代食品科技,2010,26(12):1341-1344.

[10] 刘本国,朱永义. 生物类黄酮的研究与应用概况[J]. 粮食与饲料工业,2003,3(7):46-47.

[11] 庞瑞. 金银花有效成分的药理学研究进展[J]. 陕西中医学院学报,2011,34(3):77-78,封3.

[12] 周惠,鲁治斌,齐杰,等. 蛋白水解酶活力测定新方法[J]. 生物化学杂志,1994,10(5):630-633.

[13] 王吉桥,孙永新,张剑诚. 金银花等复方草药对牙鲆生长、消化和免疫能力的影响[J]. 水产学报,2006,30(1):90-96.

[14] 魏炳栋,于维,陶浩,等. 黄芪多糖对 1~14 日龄肉仔鸡生长性能、脏器指数及抗氧化能力的影响[J]. 动物营养学报,2011,23(3):486-491.

[15] 王海华,盛银平,曹义虎,等. 鱼用免疫增强剂的作用机制及其应用研究进展[J]. 兽药与饲料添加剂,2005,10(2):25-27.

[16] 赵银丽,赵红月,张慧茹. 金银花内生真菌对鲤鱼肠道菌群的影响研究[J]. 饲料研究,2012,4(4):56-58.

[17] 周洪琪,潘兆龙,李世钦,等. 摄食和温度对草鱼氮排泄影响的初步研究[J]. 上海水产大学学报,1999,8(4):293-297.

[18] 石建高,毕士川. 我国水产养殖业[J]. 现代渔业信息,2004,19(3):21-23.

[19] 程志斌,葛长荣,韩剑众. 中草药有效成分对动物免疫功能的影响及其应用[J]. 动物科学与动物医学,2002,19(1):1-3.