

周 嫒,米海峰,刘文斌,等. 甘草提取物对团头鲂生长性能、体组成、脂肪沉积的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(6):147-151.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.06.038

甘草提取物对团头鲂生长性能、体组成、脂肪沉积的影响

周 嫒¹,米海峰²,刘文斌¹,王凯周¹,蒋广震¹

(1. 南京农业大学动物科技学院,江苏南京 210095; 2. 通威股份有限公司,四川成都 610000)

摘要:探讨甘草提取物对团头鲂脂肪代谢的调控作用,开发鱼类适用的脂肪调控剂。在尾质量为(100.55 ± 0.21)g的团头鲂饲料中添加甘草提取物,以考察其对团头鲂生长、体组成、脂肪沉积的影响。采用水提醇沉法从甘草根中提取甘草提取物。选取240尾团头鲂1龄鱼,随机置于12个网箱中,每箱20尾。分别将甘草提取物以0、0.3、0.6 g/kg(以甘草次酸含量计分别为0、6.42、12.84 mg/kg)加入到3组饲料中,饲喂8周。结果显示,饲料添加甘草提取物对团头鲂的增质量率、特定增长率、饵料系数均没有显著影响($P > 0.05$)。甘草提取物可降低试验鱼的脏体比、肝体比、腹脂率,可显著降低肝脏和肌肉的脂肪含量($P < 0.05$),但对胴体率、全鱼体组成无显著影响($P > 0.05$)。各试验组的血浆甘油三酯TG、总胆固醇TC、游离脂肪酸NEFA、高密度脂蛋白胆固醇HDL-C含量均显著低于对照组($P < 0.05$),但各添加组之间无显著差异($P > 0.05$),低密度脂蛋白胆固醇LDL-C的含量随着甘草提取物添加量的增加而显著升高($P < 0.05$)。研究结果表明,甘草提取物对团头鲂的生长性能无显著影响,在鱼体的血液、肝脏、肌肉中均体现出一定的降脂作用,这可能与甘草提取物中降脂活性成分有关。

关键词:团头鲂;甘草提取物;生长性能;体组成;脂肪沉积

中图分类号:S963.73 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)06-0147-04

脂肪作为一种能量来源,在鱼类营养中起着重要作用,可提供必需脂肪酸和磷脂^[1]。随着集约化养殖的发展,脂肪节约蛋白效应得到了广泛应用。生产上往往通过适当提高饲料中的脂肪水平来满足鱼类对能量的需求,从而增加产量并降低养殖成本。然而,脂肪等能量物质的过度摄入可能导致肝脏及其他组织中脂肪的过度沉积,严重时还会发展为脂肪肝,继而影响鱼体的健康。养殖密度增加、水体环境恶化、饲料营养水平不均衡等均易导致团头鲂养殖过程中肝脏脂肪化、内脏脂肪沉积量增加,造成生产中营养性肝胆综合征等的多发^[2-4]。

传统中草药在改善动物生理代谢过程中扮演着较为重要的角色。甘草作为我国重要的中草药药材,被广泛应用于烟草、食品、化妆品、制药工业等,且遍布全球^[5]。甘草性平味甘,在临床上具有多种药理功效,如抗炎症、抗氧化、抗过敏、保肝等作用^[6-7]。甘草酸是甘草的主要活性物质,其在体内代谢为甘草次酸而发挥作用。He等研究发现,在断奶仔猪饲料中添加甘草次酸可显著改善仔猪的生产性能^[8]。Xu等研究表明,甘草酸可增强大黄鱼(*Larimichthys crocea*)的免疫能

力,并改善其生长^[9]。王文博等研究发现,甘草提取物对鲫的免疫功能和抗应激能力具有良好的调节作用^[10-11]。Jiang等研究发现,在饲料中添加甘草次酸可降低斑点叉尾鲷(*Ictalurus punctatus*)腹腔内脏团的脂肪沉积^[12-13]。笔者所在实验室前期针对团头鲂的研究发现,在饲料中添加甘草次酸纯品(98%)可降低团头鲂肝脏、腹脂、肌肉等组织中的脂肪沉积^[14]。甘草次酸对动物体脂肪代谢的调控作用越来越受到重视。然而,药用甘草次酸纯品的价格无优势,导致其在水产养殖中的直接应用受到了限制,而甘草提取物对团头鲂的相关作用尚未见报道。本试验拟采用传统水提醇沉法,从甘草根中提取粗提物,应用经典营养学理论研究其在团头鲂上的应用效果,为鱼类脂肪代谢调控剂的开发提供基础数据。

团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)别称武昌鱼,属于草食性淡水鱼,在中国被广泛养殖。与其他养殖鱼类相比,养殖过程中团头鲂常出现肝脏、腹腔脂肪过度沉积,导致抗应激能力下降,从而影响其生长与健康,也为团头鲂的起捕和运输带来巨大困扰。鉴于以上原因,本试验对甘草根进行提取,并将甘草提取物添加到饲料中进行投喂,以探究甘草提取物对团头鲂脂代谢的影响。

1 材料与方法

1.1 甘草提取物的制备

本试验采用水提醇沉法对甘草进行提取,参照文献^[15]并加以改进。将甘草片(购于药房)置于8倍体积含氮0.50%的10%乙醇溶液中,于80℃下水浴回流提取,然后进行抽滤取滤液,并将滤液在旋转蒸发仪中真空浓缩至原体积的12.5%。在磁力搅拌器剧烈搅拌的条件下滴加稀释过的

收稿日期:2016-09-09

基金项目:江苏省自然科学基金(编号:BK20130687);通威股份有限公司项目;国家大宗淡水鱼类产业技术体系项目(编号:CARS-46-20)。

作者简介:周 嫒(1990—),女,湖北随州人,硕士研究生,主要从事水产动物营养与饲料研究。E-mail:2014105042@njau.edu.cn。

通信作者:蒋广震,讲师,主要从事水产动物生理与营养学研究。E-mail:jianggz@njau.edu.cn。

硫酸(浓硫酸:超纯水体积比 1:1),并用 pH 计将溶液 pH 值调节至 1.5~2.0,静置 3 h,减压过滤,用水洗涤滤饼使其 pH 值达到 3.5~4.0,真空干燥得到甘草提取物,研磨成粉,于 4 ℃ 下保存。参考刘翠哲等的方法^[16],采用全自动高效液相色谱法检测得到甘草提取物中甘草次酸的含量为 2.14%。

1.2 试验饲料

本试验以鱼粉、豆粕、棉粕、菜粕、鱼油、豆油、面粉、麸皮、复合预混料、磷酸二氢钙配制等氮等能的基础饲料(表 1)。分别在基础饲料中添加 0、0.3、0.6 g/kg 的甘草提取物,折算成甘草次酸含量分别为 0、6.42、12.84 mg/kg。将各种原料按配方所需进行称质量、粉碎,逐级混匀后采用小型制粒机制成粒径约为 2 mm 的沉性颗粒料,常温晾干后置于 -20 ℃ 冰箱中保存备用。

表 1 基础饲料配方及营养组成

原料	含量(%)	饲料营养	组成(%)
鱼粉	5.00	粗蛋白质	30.01
豆粕	30.00	粗脂肪	6.19
棉粕	15.00	能量	17.47
菜粕	10.50		
鱼油	2.13		
豆油	2.13		
面粉	25.55		
复合预混料	1.00		
磷酸二氢钙	1.80		

注:1 kg 复合预混料含有 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 2.0 g、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 25 g、 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 22 g、 $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 7 g、 Na_2SeO_3 0.04 g、KI 0.026 g、 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.1 g、维生素 A 900 000 IU、维生素 D 200 000 IU、维生素 E 4 500 mg、维生素 K 3 220 mg、维生素 B₁ 320 mg、维生素 B₂ 1 090 mg、烟酸 2 000 mg、维生素 B₆ 500 mg、维生素 B₁₂ 1.6 mg、维生素 C 5 000 mg、泛酸 1 000 mg、叶酸 165 mg、胆碱 60 000 mg、肌醇 1 000 mg、生物素 1.2 mg。

1.3 饲养管理

本试验于南京农业大学水产教学科研基地进行,试验开始前将团头鲂暂养于池塘大网箱中,并用商品饲料进行驯化。暂养 1 周后,选择活力稳定、规格整齐、质量为 (100.55 ± 0.21) g 的团头鲂 240 尾,并将其随机分为 3 组,每组设 4 个重复,每个重复 20 尾。试验于 12 个网箱中开展,网箱规格为 2.0 m × 1.0 m × 1.2 m。分别用添加了 0、0.3、0.6 g/kg 甘草提取物的 3 组饲料投喂 8 周。每天分别于 07:00、11:30、16:00 投喂 3 次,根据各网箱全部鱼体质量的 3%~5% 确定日投喂量。每天测定网箱内的水温、溶解氧、pH 值。保持池塘内有微流水,定期清洗网箱以确保网箱内外水质良好。养殖期间将条件保持在水温 (29 ± 2) ℃、溶解氧大于 3.9 mg/L、

pH 值 7.1~7.6。

1.4 样品制备

饲养 8 周后,以网箱为单位统计每个网箱中鱼的尾数,并称重鱼的总质量。每箱随机取鱼 5 尾,分别称量个体质量并测量体长,用质量浓度为 100 mg/L 的 MS-222 麻醉。尾静脉采血并置于预先制备好的肝素抗凝管中,静置,于 4 ℃、3 000 r/min 条件下离心 10 min,取上清血浆样品。取 3 尾鱼,在冰盘上解剖并分离出肝胰脏、腹脂,另取 3 尾分离得到内脏团和胴体。采用 4 ℃ 预冷的生理盐水分别清洗各组织,用滤纸吸干水分,称量内脏团质量、肝胰脏质量、腹脂质量、胴体质量,计算脏体比、肝体比、腹脂率、胴体率。将所得肝脏、腹脂、肌肉样品均置于 -20 ℃ 冰箱中保存待测。

1.5 测定指标及方法

生长性能、形体指标的计算公式如下。增质量率 = (末均质量 - 初始均质量) / 初始均质量 × 100%; 特定生长率 = $(\ln \text{末均质量} - \ln \text{初始均质量}) / \text{养殖天数} \times 100\%$; 饲料系数 = 投饵量 / (末均质量 - 初始均质量); 脏体比 = 内脏质量 / 全鱼质量 × 100%; 肝体比 = 肝脏质量 / 全鱼质量 × 100%; 腹脂率 = 腹脂质量 / 全鱼质量 × 100%; 胴体率 = 胴体质量 / 全鱼质量 × 100%; 肥满度 (g/cm^3) = 鱼体质量 / 鱼体长³。

饲料、全鱼水分含量采用 105 ℃ 烘干法测定,粗蛋白质含量采用 FOSS KT260 型凯氏定氮仪测定,粗脂肪含量采用索氏抽提法测定,粗灰分含量采用 550 ℃ 灼烧法测定,总能采用 Parr 1281 型氧弹测热仪测定。肌肉、肝脏的脂肪含量参照 Folch 等的氯仿-甲醇抽提法^[17]进行测定。

1.6 数据处理

试验结果以“平均值 ± 标准误”表示。采用 SPSS 19.0 软件进行单因素方差分析(One-Way ANOVA),并用 Duncan's 多重比较法分析试验结果间的差异,差异显著水平设定为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 甘草提取物对团头鲂生长性能和形体指标的影响

饲料中添加甘草提取物后,各试验组之间的初始均质量、末均质量、增质量率、饵料系数、特定生长率均无显著差异 ($P > 0.05$) (表 2)。各添加组的脏体比、肝体比、腹脂率、肥满度均低于对照组,添加 0.3、0.6 g/kg 甘草提取物组的肝体比、脏体比显著低于对照组 ($P < 0.05$); 添加 0.6 g/kg 甘草提取物组的肥满度显著低于对照组 ($P < 0.05$); 各组之间的胴体率均无显著差异 ($P > 0.05$) (表 3)。

2.2 甘草提取物对团头鲂体组成及肝脏、肌肉脂肪含量的影响

饲料中添加甘草提取物后,全鱼粗脂肪含量有所下降,但整体来看对全鱼体组成无显著影响 ($P > 0.05$)。试验组饲料

表 2 甘草提取物对团头鲂生长指标的影响

甘草提取物添加量 (g/kg)	初始均质量 (g)	末均质量 (g)	增质量率 (%)	饲料系数	特定生长率 (%/d)	成活率 (%)
0	100.85 ± 0.83a	203.89 ± 6.37a	102.13 ± 5.60a	1.46 ± 0.03a	1.21 ± 0.05a	100a
0.3	100.05 ± 0.38a	201.08 ± 5.44a	100.89 ± 5.66a	1.47 ± 0.14a	1.20 ± 0.10a	100a
0.6	100.05 ± 0.36a	210.57 ± 5.71a	110.42 ± 5.17a	1.50 ± 0.10a	1.28 ± 0.04a	100a

注:同列数据后不同小写字母或无字母表示差异显著 ($P < 0.05$),相同小写字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。下表同。

表3 甘草提取物对团头鲂形体指标的影响

甘草提取物添加量 (g/kg)	脏体比 (%)	肝体比 (%)	腹脂率 (%)	胴体率 (%)	肥满度 (g/cm ³)
0	16.59 ± 0.16a	1.44 ± 0.02a	1.27 ± 0.07a	63.51 ± 0.21a	2.48 ± 0.05a
0.3	15.89 ± 0.06b	1.25 ± 0.03b	1.16 ± 0.02b	64.05 ± 0.27b	2.38 ± 0.02ab
0.6	11.83 ± 0.19c	1.21 ± 0.03b	1.14 ± 0.04a	62.83 ± 0.34a	2.23 ± 0.02b

中添加甘草提取物后,肝脏脂肪含量与对照组相比显著下降($P < 0.05$),其他各组间的肝脏脂肪含量没有显著差异($P > 0.05$)(表4)。各添加组的肌肉脂肪含量均显著低于对照组($P < 0.05$),但各添加组之间无显著差异($P > 0.05$)。

2.3 甘草提取物对团头鲂血脂的影响

饲料中添加甘草提取物后,各组的血浆甘油三酯(TG)、

总胆固醇(TC)、游离脂肪酸(NEFA)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量均显著低于对照组($P < 0.05$),但各添加组之间的TG、TC、NEFA含量无显著差异($P > 0.05$)。低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量随着甘草提取物添加量的增加而显著升高($P < 0.05$)(表5)。

表4 甘草提取物对团头鲂全鱼、肝脏和肌肉成分的影响

甘草提取物添加量 (g/kg)	全鱼				肝脏脂肪 (%)	肌肉脂肪 (%)
	水分(%)	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	粗灰分(%)		
0	74.64 ± 0.40a	15.32 ± 0.18a	6.69 ± 0.38a	3.08 ± 0.10a	8.15 ± 0.07a	1.17 ± 0.06a
0.3	74.78 ± 0.59a	14.57 ± 0.27a	6.37 ± 0.84a	3.23 ± 0.11a	7.45 ± 0.10b	0.94 ± 0.02b
0.6	75.22 ± 0.40a	14.60 ± 0.39a	5.28 ± 0.34a	3.06 ± 0.09a	7.20 ± 0.18b	0.95 ± 0.08b

表5 甘草提取物对团头鲂血浆生化指标的影响

甘草提取物添加量 (g/kg)	血浆生化成分含量(mmol/L)				
	甘油三酯	总胆固醇	游离脂肪酸	高密度脂蛋白胆固醇	低密度脂蛋白胆固醇
0	5.39 ± 0.08a	9.12 ± 0.23a	0.61 ± 0.05a	3.54 ± 0.13a	2.98 ± 0.34b
0.3	4.59 ± 0.13b	8.38 ± 0.16b	0.49 ± 0.01b	2.64 ± 0.07b	3.99 ± 0.22a
0.6	4.58 ± 0.18b	8.49 ± 0.11b	0.50 ± 0.01b	2.31 ± 0.04b	3.64 ± 0.68a

3 结论与讨论

3.1 甘草提取物对团头鲂生长性能、体组成的影响

甘草及其提取物作为中草药免疫调控剂被广泛应用于人和动物。He等在仔猪饲料中添加甘草次酸,显著提高了仔猪的增质量率^[8]。在水产动物中,甘草提取物可提高凡纳滨对虾^[18]、鳊^[19]、刺参^[20]的生产性能。但Xu等在大黄鱼饲料中添加甘草酸后,增质量率无显著差异^[9]。Jiang等在斑点叉尾鲟的研究中发现,在饲料中添加0.3~0.6 mg/kg甘草次酸显著提高了采食量,但对生长无显著影响;0.9 mg/kg甘草次酸使试验鱼的增质量率下降^[12-13]。肖文权研究表明,在番鸭饲料中添加甘草提取物能够极显著提高番鸭的平均日增质量^[21]。张瑞等研究发现,将甘草残渣作为饲料添加剂可显著提高番鸭的生产性能^[22]。陈效儒等研究表明,饲料中添加甘草酸可提高刺参养殖的产量^[23]。张洪玉等研究表明,饲料中添加甘草能够促进鲟生长^[24]。本研究结果表明,在饲料中添加甘草提取物对团头鲂生长没有促进作用,但也不会影响其生长,此结论与Xu等^[9]、Jiang等^[12-13]、蔡东森等^[14]的研究结论相似。这可能是甘草次酸的促进氨基酸代谢^[25]、增强免疫^[20]、降低脂肪沉积^[26]、调节激素分泌^[27]等多种作用共同发生所导致,可能与试验环境、试验动物、添加剂量等有关。

3.2 甘草提取物对团头鲂鱼体脂肪沉积的影响

脂肪是鱼体内的重要贮能物质,其吸收、合成、转运、储存、分解供能处于平衡状态。过多脂类、糖类等能量物质的摄入以及环境因子的变化均会导致肝脏中的过度沉积,不利于水产动物的生长,并降低鱼类的抗应激能力。在人体上的研

究表明,外敷甘草次酸能够有效促进脂肪分解并降低脂肪沉积^[20,25]。Wu等对试验大鼠饲喂甘草次酸,结果显示,添加甘草次酸组的肝脏脂肪含量显著低于未添加甘草次酸的对照组,并推测该作用可能是由于甘草次酸促进了线粒体中脂肪酸的氧化过程^[28]。蔡东森等研究表明,饲料中添加0.30~0.45 g/kg的甘草次酸可降低团头鲂内脏中脂肪的沉积^[14]。Jiang等对斑点叉尾鲟的研究发现,甘草次酸通过调控鱼体皮质醇含量促进脂肪分解^[13]。本研究结果表明,在饲料中添加甘草提取物可显著降低团头鲂肝脏及肌肉的脂肪含量,这与上述已有研究相符合,表明使用甘草提取物取代甘草次酸纯品同样能够达到降脂效果。然而甘草中活性成分能够降低肝脏脂肪含量的机制尚不明确,可能的原因有:甘草次酸促进了肝脏脂肪酸在线粒体中的氧化分解^[28],从而增加了脂肪分解功能的消耗;甘草次酸通过提高动物体内皮质醇水平,增强了动物体的分解代谢,最终促使脂肪含量降低^[29-30]。此外,本研究结果还表明,甘草提取物可降低团头鲂的脏体比、肝体比、腹脂率;在对斑点叉尾鲟的研究中也发现,在饲料中添加甘草次酸显著降低了鱼体的肝体比、脏体比、腹脂率^[12],这可能与内脏团整体脂肪含量的降低有关。基于以上结果推测,甘草提取物因含有效成分甘草次酸而具有减少鱼体脂肪沉积的作用。

血液是鱼体营养物质及代谢产物的运输载体,血脂水平可反映机体脂肪的代谢情况。动物体内血脂的异常在脂肪肝早期具有重要诊断意义,而鱼类血脂水平的变化也与鱼类肝脏脂肪化具有极大的相关性^[31]。高密度脂蛋白(HDL)是血液中胆固醇的清理者,携带胆固醇后形成HDL-C;低密度脂蛋白(LDL)则以与前者相反的方向输送胆固醇,携带后形成

LDL - C, 血液中的 LDL - C 是血浆中主要携带总胆固醇 (TC) 的载脂蛋白^[32]。本试验在饲料中添加甘草提取物后, 试验组的甘油三酯、总胆固醇、游离脂肪酸、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL - C) 含量均显著降低, 低密度脂蛋白胆固醇 (LDL - C) 含量则显著升高。根据 2 种脂蛋白的作用, 血液中 HDL - C 含量降低、LDL - C 含量升高意味着胆固醇从血液进入到肝脏中的量减少, 与此同时由肝脏向血液输送的胆固醇增多, 因此 LDL 携带胆固醇形成 LDL - C 的含量增多, 最后通过二者的相互调节, 导致血液中的总胆固醇含量降低。孟富敏等研究表明, 甘草次酸钠可使动物血脂明显降低^[33]。可见, 甘草提取物具有较强烈的降血脂作用, 甘草次酸可能通过这种作用降低了血浆脂肪含量, 抑制了脂肪的转运, 减少了脂肪在内脏组织中的沉积。

甘草提取物能够起到调节脂肪代谢的作用, 对团头鲂的生长无显著影响, 但可通过调节血脂来影响团头鲂体内的脂肪代谢, 从而起到一定的降脂作用。

参考文献:

- [1] Sargent J, Bell G, Mcevoy L, et al. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish [J]. *Aquaculture*, 1999, 177 (1/2/3/4): 191 - 199.
- [2] Bolla S, Nicolaisen O, Amin A. Liver alterations induced by long term feeding on commercial diets in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) females. *Histological and biochemical aspects* [J]. *Aquaculture*, 2011, 312(1/2/3/4): 117 - 125.
- [3] U Z D, Clouet P, Huang L M, et al. Utilization of different dietary lipid sources at high level in herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*): mechanism related to hepatic fatty acid oxidation [J]. *Aquaculture Nutrition*, 2008, 14(1): 77 - 92.
- [4] Lu K L, Xu W N, Li X F, et al. Hepatic triacylglycerol secretion, lipid transport and tissue lipid uptake in blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fed high - fat diet [J]. *Aquaculture*, 2013, 408(9): 160 - 168.
- [5] Baker M E. Endocrine activity of plant - derived compounds: an evolutionary perspective [J]. *Proceedings of the Society for Experimental Biology & Medicine*, 1995, 208(1): 131 - 138.
- [6] Kim J K, Oh S M, Kwon H S, et al. Anti - inflammatory effect of roasted licorice extracts on lipopolysaccharide - induced inflammatory responses in murine macrophages [J]. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2006, 345(3): 1215 - 1223.
- [7] Visavadiya N P, Narasimhacharya A V. Hypocholesterolaemic and antioxidant effects of *Glycyrrhiza glabra* (Linn.) in rats [J]. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2006, 50(11): 1080 - 1086.
- [8] He Z S, Hu Y L, Yin Y L, et al. Dietary supplementation with glycyrrhetic acid (GA) increases endogenous arginine provision and growth performance in milk - fed piglets [J]. *Journal of Dairy Science*, 2007, 90: 645 - 645.
- [9] Xu H G, Ai Q H, Mai K S, et al. Effects of dietary supplementation of glycyrrhetic acid on growth performance, survival, innate immune response and parasite resistance in juvenile large yellow croaker, *Larimichthys crocea* (Richardson) [J]. *Aquaculture Research*, 2015, 46(1): 86 - 94.
- [10] 王文博, 方平, 林小涛, 等. 甘草粗提物对鲫的免疫调节作用

[J]. *水生生物学报*, 2007, 31(5): 655 - 660.

- [11] 王文博, 方平, 林小涛, 等. 甘草粗提物对鲫的抗应激及免疫保护功效研究 [J]. *淡水渔业*, 2007, 37(4): 3 - 6.
- [12] Jiang G Z, Liu W B, Zhang C N, et al. Influence of dietary glycyrrhetic acid combined with different levels of lipid on growth, body composition, and cortisol of juvenile Channel catfish, *Ictalurus punctatus* [J]. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2012, 43(4): 538 - 547.
- [13] Jiang G Z, Liu W B, Li G F, et al. Effects of different dietary glycyrrhetic acid (GA) levels on growth, body composition and plasma biochemical index of juvenile Channel catfish, *Ictalurus punctatus* [J]. *Aquaculture*, 2012, 338(1): 167 - 171.
- [14] 蔡东森, 蒋广震, 王丽娜, 等. 甘草次酸对团头鲂生长、脂肪沉积与抗氧化功能的影响 [J]. *水产学报*, 2014, 38(9): 1514 - 1521.
- [15] Li A H, Wang W B, Wu Y S, et al. Application of a Chinese herb - liquorice to aquaculture: ZL 02115834. 7 [P]. 2004 - 10 - 15.
- [16] 刘翠哲, 李翠芹, 刘喜纲. 高效液相色谱法测定甘草提取物中甘草次酸的含量 [J]. *中国现代应用药学*, 2006, 23(3): 237 - 239.
- [17] Folch J, Lees M, Sloane - Stanley G H. A simple method for the isolation and purification of the total lipid from animal tissue [J]. *The Journal of Biological Chemistry*, 1957, 226(1): 497 - 509.
- [18] Chen X R, Mai K S, Zhang W B, et al. Effects of dietary glycyrrhizine on growth and nonspecific immunity of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* [J]. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2010, 41(5): 665 - 674.
- [19] Chang F C, Xiao H C, Kusuda R. Effects of an adjuvant glycyrrhizine in vaccines against bacterial septicaemia in Mandarin fish (*Siniperca chuatsi* Basilewsky) [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2000, 19(3): 256 - 260.
- [20] Chen X R, Zhang W B, Mai K S, et al. Effects of dietary glycyrrhizine on growth, immunity of seacucumber and its resistance against *Vibrio splendidus* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2010, 34(4): 732 - 738.
- [21] 肖文权. 中草药和益生菌对番鸭的生产性能与保健功效的研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2014.
- [22] 张瑞, 赵景辉, 王英平, 等. 甘草残渣、关苍术茎叶对番鸭生产性能和免疫性能的影响 [J]. *特产研究*, 2011, 33(3): 19 - 21.
- [23] 陈效儒, 张文兵, 麦康森, 等. 饲料中添加甘草酸对刺参生长、免疫及抗病力的影响 [J]. *水生生物学报*, 2010, 34(4): 731 - 738.
- [24] 张洪玉, 夏磊, 彭翔, 等. 甘草和丹参对鲟生长及脂肪肝修复的研究 [J]. *中国渔业质量与标准*, 2014, 4(3): 46 - 53.
- [25] 何子双, 印遇龙, 胡元亮, 等. 甘草次酸对人工乳饲养仔猪生长及血浆激素、氨基酸水平和血液学指标的影响 [J]. *南京农业大学学报*, 2008, 31(2): 111 - 115.
- [26] Armanini D, Nacamulli D, Francini - Pesenti F, et al. Glycyrrhetic acid, the active principle of licorice, can reduce the thickness of subcutaneous thigh fat through topical application [J]. *Steroids*, 2005, 70(8): 538 - 542.
- [27] Dodds H M, Taylor P J, Johnson L P, et al. Cortisol metabolism and its inhibition by glycyrrhetic acid in the isolated perfused human placental lobule [J]. *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology*, 1997, 62(62): 337 - 343.
- [28] Wu X D, Zhang L Y, Gurley E, et al. Prevention of free fatty acid - induced hepatic lipotoxicity by 18beta - glycyrrhetic acid through lysosomal and mitochondrial pathways [J]. *Hepatology*, 2008, 47(6): 1905 - 1915.

冯亚明,顾海龙,顾树信,等. 长江刀鲚苗种高成活率、低成本运输技术[J]. 江苏农业科学,2017,45(6):151-152.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.06.039

长江刀鲚苗种高成活率、低成本运输技术

冯亚明,顾海龙,顾树信,焦庆清

(江苏省农业科学院泰州农科所,江苏泰州 225300)

摘要:于2013—2015年间分多批次在长江靖江段拉网采集刀鲚苗种,通过深色水族箱无增氧敞口公路运输开展运输技术研究,探索长江刀鲚苗种的高成活率、低成本运输技术。试验期间累计运输刀鲚8~12 cm苗种39 439尾,10~15 cm苗种5 205尾,最终成活38 617尾;运输时间最长为6 h,最高成活率达99.7%,平均成活率为86.5%。

关键词:长江刀鲚;苗种;运输;高成活率;低成本

中图分类号:S962.3⁺9 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)06-0151-02

刀鲚(*Coilia ectenes* Jordan et Seale),俗称刀鱼、毛刀,因体扁而狭长似一把银白色篾刀而得名,属鲱形目(Clupeiformes)鳊科(Engraulidae)鲚属(*Coilia*)。目前,刀鲚资源日益衰退已经得到了社会各界的广泛关注^[1-4],国内多家科研院所和企业纷纷立项,开展长江刀鲚人工繁育技术研究^[5-7]。长江刀鲚习性特殊,出水极易死亡,应激性极强,运输死亡率极高。经过学术界多年的研究,长江刀鲚的苗种采集、运输技术已获得初步成功^[8-9],运输成活率普遍达到了85%以上,但运输成本过高,且成活率不稳定。本研究通过开展深色水族箱无增氧敞口公路运输技术研究,摸索长江刀鲚苗种的高成活率、低成本运输技术。旨在探索总结一套简便、装载量大、成活率高、成本低的幼鲚运输方法,为开展刀鲚的驯养、繁殖和发展特色渔业提供技术支撑。

1 材料与与方法

1.1 苗种的采集

1.1.1 苗种采集地点 选择长江沿岸港叉或河道拐弯处,该处水面开阔无障碍,过往行船少,水质清新无污染,且水流平缓,底部平坦,是长江刀鲚优质苗种最理想的采集地点。

1.1.2 采集时间 8月底至10月初为佳,水温22~28℃。选择晴天的上午或傍晚低平潮时段下网采集,为避免阳光直射,采集时间应灵活选择^[10]。

收稿日期:2016-01-12

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)2075]。

作者简介:冯亚明(1977—),男,江苏泰州人,硕士,副研究员,高级工程师,主要从事渔业经济管理、名特水产品养殖技术研究。Tel:(0523)80813676;E-mail:fym771118@163.com。

通信作者:焦庆清。E-mail:mtjqqq@163.com。

1.1.3 拉网前的准备 根据所需刀鲚苗种数量,船上备好深蓝色敞口水族箱若干只,规格长×宽×高为90 cm×50 cm×60 cm,桶内加江水至40 cm高,添加粗盐调节盐度至约0.8%,整齐排好备用。

1.1.4 采集方法 拉网采集。网衣选用聚乙烯网片制成的20目网,在离岸边约40 m处开始放网,收网时每端由1人拉上纲,2人拉下纲,1人负责踩下纲,最终将整个网具形成1个网箱型。网拉好后,剔除网内的野杂鱼及杂物,然后用广口盆带水快速捞取刀鲚,广口盆内1次不能存放过多刀鲚,应尽快集中倒入船上准备好的水箱中。倒入时,将广口盆1端沉入水中后让刀鲚自行游入水箱中,每箱暂养8~12 cm刀鲚250尾。船上应有专人用80目的小抄网及时清除桶内的杂鱼,最终桶内水深保持50~55 cm为宜。整个过程动作应快速、轻盈。选择的苗种应规格整齐,鳍条、鳞片完整,无擦伤。

1.2 苗种运输

1.2.1 装车 卡车敞式(棚)运输。车上准备6~8只水族箱,经清洗消毒后,用水泵抽取江水注满水族箱,加粗盐调节盐度至约0.8%。与此同时,船上工作人员应开始将装有刀鲚苗种的水族箱内的水一瓢瓢地舀出,舀水时动作不能过大,贴壁操作,不能伤到刀鲚幼体,待水深降至约20 cm时,将桶抬至车上,途中尽量保持箱体平稳。上车后,用水桶将之前准备好的盐水贴壁注入装有刀鲚的水族箱中。注水时动作缓慢匀速轻盈,先少量注入,水位较高后可适当加快注水速度。最终箱内水面离箱上缘口约10 cm,盐度调至约0.8%为宜,车上由专人及时清除箱内杂质,确保水体清爽无杂物。运输前车上备1~2箱盐水,其中不放刀鲚,以便装刀鲚的水箱中水不足时,可以添加。

1.2.2 运输 应尽量保证水族箱刚好塞满整个卡车,防止途中水族箱发生移位晃动。运输时间宜选择在10:00之前或

[29] Stewart P M, Krozowski Z S, Stewart P M, et al. 11 β -Hydroxysteroid dehydrogenase[J]. Vitam Hormon, 1999, 57: 249-324.

[30] Armanini D, Fiore C, Mattarello M J, et al. History of the endocrine effects of licorice[J]. Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes, 2002, 110(6): 257-261.

[31] 林鑫,李法见,林仕梅,等. 不同碳链长度n-3脂肪酸及脂肪

水平对罗非鱼生长、肝功能和餐后血液指标的影响[J]. 动物营养学报, 2015, 27(3): 775-784.

[32] 葛泽河,孙师师,马洪波. 降血脂的评价体系[J]. 吉林医药学院学报, 2013, 34(6): 463-466.

[33] 孟富敏,李新芳. 甘草次酸钠的调血脂及急性毒性作用[J]. 兰州大学学报(医学版), 1994(4): 225-227.