

王煜恒,丁 威,陈 军,等. 投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对大菱鲆生长速度和饲料成本的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):282-285.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.082

# 投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对大菱鲆生长速度和饲料成本的影响

王煜恒,丁 威,陈 军,王会聪,骆桂兰,邢 军,辛加青

(江苏农林职业技术学院畜牧兽医系,江苏句容 212400)

**摘要:**为研究投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对大菱鲆生长速度、饲料成本的影响,在工厂化流水养殖模式下,选用体质量相近的优质健康大菱鲆进行为期 10 个月的养殖试验。结果表明,在养殖前期(大菱鲆 < 250 g),投喂配合饲料组的平均质量、日增质量与冰鲜杂鱼组差异不显著( $P < 0.05$ );在养殖后期(250 g 至上市),配合饲料组的平均质量、日增质量极显著低于冰鲜杂鱼组( $P < 0.01$ )。冰鲜杂鱼组的饲料系数极显著高于配合饲料组( $P < 0.01$ )。投喂商品饲料和冰鲜杂鱼对养殖水环境中总氮、氨氮、亚硝酸盐、COD 的影响在养殖 0、2、4、6 个月时差异不显著( $P > 0.05$ ),但商品饲料组略低于冰鲜杂鱼组;至养殖 8、10 个月时,随着单位面积养殖密度及投饵量的增加,商品饲料组的 4 项水质指标均显著高于冰鲜杂鱼组( $P < 0.05$ )。整个试验过程中,配合饲料组的饲料系数仅是冰鲜杂鱼组的 24%,平均成活率高 4 个百分点,养殖 1 kg 鱼的饲料成本低 7.97 元。在目前的养殖技术水平下,大菱鲆养殖前期(< 250 g)可使用配合饲料进行养殖,在生长速度不受影响的情况下可降低饲料成本、优化养殖水质;大菱鲆进入快速生长期(250 g 至上市)后可改用冰鲜杂鱼进行投喂,最大限度加快其生长速度,缩短养殖时间以尽快上市,从而提高养殖效益。

**关键词:**大菱鲆;商品饲料;冰鲜杂鱼;生长速度;饲料成本

**中图分类号:** S963 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0282-04

大菱鲆(*Scophthalmus maximus* L.)原产于欧洲大西洋海域,于 1992 年被引入我国。随着人工繁殖技术的突破以及符合我国国情的“温室大棚+深井海水”工厂化养殖模式的建立,大菱鲆养殖在辽宁省、河北省、山东省、江苏省等地区迅速发展。2014 年我国鲆鱼产量约为 12.26 万 t(中国渔业年鉴,2014 年),大菱鲆产量约占鲆鱼产量的 80%。目前,很多大菱鲆养殖企业仍采用传统的工厂化流水养殖方式,配合饲料普及率较低,不足 30%,以投喂冰鲜杂鱼或湿颗粒饲料为主并辅以配合饲料,只有少数厂家全部投喂配合饲料<sup>[1]</sup>。冰鲜杂鱼的使用极易导致水质变坏、病害频发,不仅影响养殖效益,还会污染附近海域<sup>[2]</sup>。据市场统计,2014 年大菱鲆处于销售低迷期,塘边出售价为 34~54 元/kg,已接近或略高于平均养殖成本,使大菱鲆生产者承受了极大的投资压力和风险,对大菱鲆养殖业产生较大冲击<sup>[3]</sup>。受小杂鱼供应日趋紧张、小杂鱼价格上涨、配合饲料使用效果不断提高的影响,配合饲料逐渐被养殖户接受和使用<sup>[4]</sup>。

有学者采用配合饲料和冰鲜杂鱼分别对南方大口鲈<sup>[5]</sup>、

军曹鱼<sup>[6]</sup>、乌鳢<sup>[7]</sup>进行对比养殖试验,结果均显示配合饲料具有显著优势,可替代冰鲜杂鱼。石峰等、佟伟等对大菱鲆进行了类似的对比试验,但均选用较大规格的鱼种(120 g),且上市规格较大,无法全面反映在目前养殖技术水平下全程使用配合饲料替代冰鲜杂鱼的投喂效果<sup>[8-9]</sup>。本试验在工厂化流水养殖模式下选用约 50 g 的大菱鲆鱼种饲养至上市规格(约 600 g),开展全程使用配合饲料和冰鲜杂鱼投喂大菱鲆的对比试验,探讨不同饵料对大菱鲆生长速度、养殖水质、饲料成本的影响,旨在提高大菱鲆养殖中配合饲料的利用效率、控制养殖成本、提高养殖效益,以期为大菱鲆养殖业的健康发展提供一定借鉴和参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验池与试验用水

试验于山东省潍坊市昌邑市青乡镇进行,选取当地养殖规模较大且养殖观念先进的一家养殖企业,养殖车间面积为 3 000 m<sup>2</sup>,有 56 个水泥养殖池。水泥池规格为 7.0 m × 7.0 m × 0.8 m,池内四角为圆弧形,池壁涂有防水漆。随机选取 6 个水泥池作为试验池,1、2、3 号池投喂商品配合饲料,4、5、6 号池投喂冰鲜杂鱼。

养殖用水为经曝气的深井地下水,试验期间水温为(16±2)℃,水深为 0.5~0.6 m,海水盐度为 2.5%~3.0%,pH 值为 7.5~8.0,溶解氧为 7.0~7.5 mg/L,24 h 流水并保持连续充气,换水量为 4~6 次/d。

### 1.2 供试鱼

该养殖企业于 2013 年 9 月 25 日从山东省购进鱼苗,进苗时规格约为 5 g,前期使用商品饲料投喂,至 2013 年 12 月

收稿日期:2015-06-02

基金项目:江苏省高等学校大学生创新创业训练计划(编号:201413103011Y);江苏农林职业技术学院科技项目(编号:2015kj005)。

作者简介:王煜恒(1985—),男,江苏常州人,硕士研究生,讲师,主要从事水产动物营养与饲料、水产养殖研究。E-mail: yuhengyg@163.com。

通信作者:邢 军,教授,主要从事动物育种与繁育研究。E-mail: 993061490@qq.com。

15 日基本达到 50 g 左右。每池放养 2 600 尾规格整齐、体色一致、健康的鱼种(49.82 ± 1.27 g)进行对比试验(表 1),试验周期为 10 个月,试验结束时间为 2014 年 10 月 15 日。

随着大菱鲆的生长会出现大小分化,每 1~2 个月须进行

分池。考虑到数据的可靠性和试验的可操作性,试验池每 1~2 个月进行打样称质量,记录数据并开始分池,每次仅将鱼挑出,确保每池放养密度一致且全程使用同种饲料。

表 1 放养数量和投喂情况

池号	饲料品种	数量				
		初始(2013 年 12 月 15 日,尾/池)	第 1 次分池(2014 年 2 月 15 日,尾/池)	第 2 次分池(2014 年 4 月 15 日,尾/池)	第 3 次分池(2014 年 6 月 15 日,尾/池)	第 4 次分池(2014 年 8 月 15 日,尾/池)
1、2、3	配合饲料	2 600	2 200	1 800	1 400	1 000
4、5、6	冰鲜杂鱼	2 600	2 200	1 800	1 400	1 000

1.3 试验材料

本试验选用的配合饲料为某企业生产的大菱鲆专用沉性膨化饲料(表 2),原料组成为鱼粉、豆粕、面粉、鱼油、复合维生素、多种矿物质、抗氧化剂、防霉剂等。根据鱼体大小选用不同料号,鱼质量为 50~100、100~200、200~350、350~500 g 时分别投喂 4#、5#、6#、7#号料,鱼质量>500 g 时投喂 8#号料。冰鲜杂鱼为冰冻玉筋鱼(钢条鱼)野杂鱼,解冻后消毒洗净可直接投喂,购自当地。

表 2 配合饲料和冰鲜杂鱼的营养组成 %

饲料品种	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	粗灰分	水分
配合饲料	≥48.0	≥10.0	≤5.0	≤16.0	≤10.0
冰鲜杂鱼	16.09	4.51	3.52	0.91	72.55

1.4 饲料投喂

饲料投喂坚持“四定”原则(定质、定量、定点、定时)和“八分饱”原则。投喂量根据天气、水温及鱼类的摄食情况而定,每天记录各池的实际投喂量。在冰鲜鱼组投喂时,采用高锰酸钾将冰鲜杂鱼消毒后,再用清水冲洗干净方可投喂。

1.5 日常管理

首先做好鱼病防治工作,坚持以防为主、防治结合的原则。每月采用甲醛和双氧水等全池药浴 1 次,使水位保持在 15 cm 左右,时间持续 2~3 h。为提高鱼体抗病能力,每月将氟苯尼考或恩诺沙星+维生素 C 拌入饲料中投喂,每次连续投喂 1~3 d。定期使用适量的草酸溶液刷水泥池壁 1 次,保持养殖池清洁,无污物挂壁,减少病原孳生。

坚持早、中、晚巡池各 1 次,巡池时认真观察大菱鲆的摄食活动情况。通过观察大菱鲆的食欲可判断其健康状况,或通过其游泳抢食情况加以判断。一旦发现活动异常,应立即捞起检查,做到“早发现、早诊治”。

1.6 指标测定

增质量率(WGR)=(末均质量-初均质量)/初均质量×100%;

特定增长率(SGR)=100%×(ln 末均质量-ln 初均质量)/养殖天数;

日增质量(ADG)=(末均质量-初均质量)/养殖天数;

饵料系数(FCR)=投饵量/(末质量-初质量);

成活率(SR)=试验结束时尾数/总尾数×100%。

在试验 0、2、4、6、8、10 个月时进行水质测定,于上午、下午喂食结束后 2 h 分别测定 1 次,数值取平均值,取水处距水面 15 cm,每次采集点相同。水体总氮含量采用过硫酸钾氧化法(HJ636—2012)测定,氨氮含量采用次溴酸盐氧化法(GB 17378.4—2007)测定,亚硝酸盐含量采用萘乙二胺分光

光度法(GB 17378.4—1998)测定,化学耗氧量(COD)采用碱性高锰酸钾滴定法(GB 17378.4—1998)测定。

1.7 统计分析

原始数据经 Excel 2007 软件初步整理后,采用 SPSS 18.0 统计分析软件处理,数据用“平均值±标准差”(x̄±s)表示。采用非配对 t 检验法比较 2 组之间的差异性。

2 结果与分析

2.1 投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对大菱鲆生长的影响

本试验从进育苗到出池,整个养殖周期约为 12 个月。为开展配合饲料和冰鲜杂鱼对大菱鲆生长影响的对比试验,所有大菱鲆育苗前期均统一摄食商品饲料,生长至 50 g 左右能摄食冰鲜杂鱼时开始对比试验。为保证试验数据的可比性,2 个试验组统一投喂 10 个月。大菱鲆在养殖过程中大小分化很严重,尤其是投喂冰鲜杂鱼组,有时大鱼约比小鱼大 1 倍,因此养殖过程中须把小鱼及时拣出。为掌握较真实的对比数据,只在每 2 个月左右的打样后开始分拣,把每个养殖池中较大、较小规格的鱼一起拣出,留下平均规格;因此,每次分池造成池内所留鱼的平均质量与打样所得平均质量有所差异,但这仍是接近生产实际又具试验可操作性的可靠方法。

考虑到试验的可操作性,每次打样随机抓捕约 50 尾大菱鲆,称质量并计算平均质量。由表 3 可知,前 6 个月配合饲料组的平均质量、日增质量均略低于冰鲜杂鱼组,差异不显著(P>0.05)。养殖至 8、10 个月,大菱鲆生长到 250 g 后,摄食率增加且生长速度迅速加快,冰鲜杂鱼组的平均质量、日增质量极显著高于配合饲料组(P<0.01)。比较 5 个阶段的养殖过程,2 组的增质量率、特定生长率均无显著差异(P>0.05),但冰鲜杂鱼组略高于配合饲料组。大菱鲆的生长速度随着养殖时间的延长不断加快,达到 250 g 后越来越快,直至试验结束。在试验全程中,配合饲料组的饲料系数极显著低于冰鲜杂鱼组(P<0.01),2 个试验组的饲料系数均随养殖个体的增大呈升高趋势。养殖 2、6、8 个月时,配合饲料组的成活率显著高于冰鲜杂鱼组(P<0.05),养殖 10 个月时前者极显著高于后者(P<0.01),2 个试验组的大菱鲆成活率均随养殖时间的延长、个体的增大呈不断下降的趋势。

2.2 投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对养殖水质的影响

在养殖试验过程中发现,喂食一段时间后大菱鲆开始大量排便,加上饵料的残留,养殖水质明显恶化,但养殖池水体经过充分交换后,水质会逐渐恢复。在养殖 0、2、4、6 个月时,投喂冰鲜杂鱼和商品饲料对养殖水环境中总氮、氨氮、亚硝酸盐、COD 的影响差异不显著(P>0.05),但商品饲料组略低于

表 3 投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对大鳞鲈生长的影响

养殖时间	组别	平均质量 (g)	增质量率 (%)	特定增长率 (%)	日增质量 (g)	饵料系数	成活率 (%)
2 个月	配合饲料	99.31 ± 3.49	99.30 ± 1.90	1.09 ± 0.01	0.79 ± 0.04	0.68 ± 0.05	99.87 ± 0.05 *
	冰鲜杂鱼	101.41 ± 3.08	100.96 ± 3.27	1.12 ± 0.11	0.82 ± 0.03	3.18 ± 0.08 **	99.66 ± 0.06
4 个月	配合饲料	164.72 ± 3.76	65.96 ± 4.91	0.86 ± 0.05	1.11 ± 0.06	0.74 ± 0.04	98.47 ± 0.71
	冰鲜杂鱼	171.88 ± 3.95	69.51 ± 1.53	0.89 ± 0.02	1.19 ± 0.02	3.27 ± 0.11 **	97.29 ± 0.33
6 个月	配合饲料	261.43 ± 5.41	58.71 ± 0.84	0.76 ± 0.01	1.59 ± 0.03	0.81 ± 0.03	97.94 ± 0.01 *
	冰鲜杂鱼	277.53 ± 9.74	61.44 ± 2.31	0.79 ± 0.02	1.73 ± 0.10	3.42 ± 0.14 **	95.76 ± 0.01
8 个月	配合饲料	418.57 ± 6.32	60.12 ± 0.89	0.77 ± 0.01	2.58 ± 0.01	0.85 ± 0.05	96.76 ± 0.53 *
	冰鲜杂鱼	454.09 ± 10.42 **	63.67 ± 2.14	0.81 ± 0.02	2.89 ± 0.03 **	3.54 ± 0.17 **	94.42 ± 0.99
10 个月	配合饲料	665.26 ± 8.93	58.95 ± 2.09	0.76 ± 0.02	4.04 ± 0.12	0.90 ± 0.03	95.28 ± 0.89 **
	冰鲜杂鱼	736.42 ± 10.18 **	62.20 ± 1.51	0.79 ± 0.02	4.63 ± 0.01 **	3.67 ± 0.11 **	91.27 ± 0.88

注：“\*”“\*\*”分别表示在 0.05、0.01 水平下差异显著。下表同。

冰鲜杂鱼组。至养殖 8、10 个月时,随着养殖密度的增加及投饵量的加大,商品饲料组的 4 项水质指标均显著高于冰鲜杂

鱼组( $P<0.05$ )。随着养殖周期的进行,养殖水质的总氮、氨氮、亚硝酸盐、COD 均呈逐渐升高的趋势(图 1)。

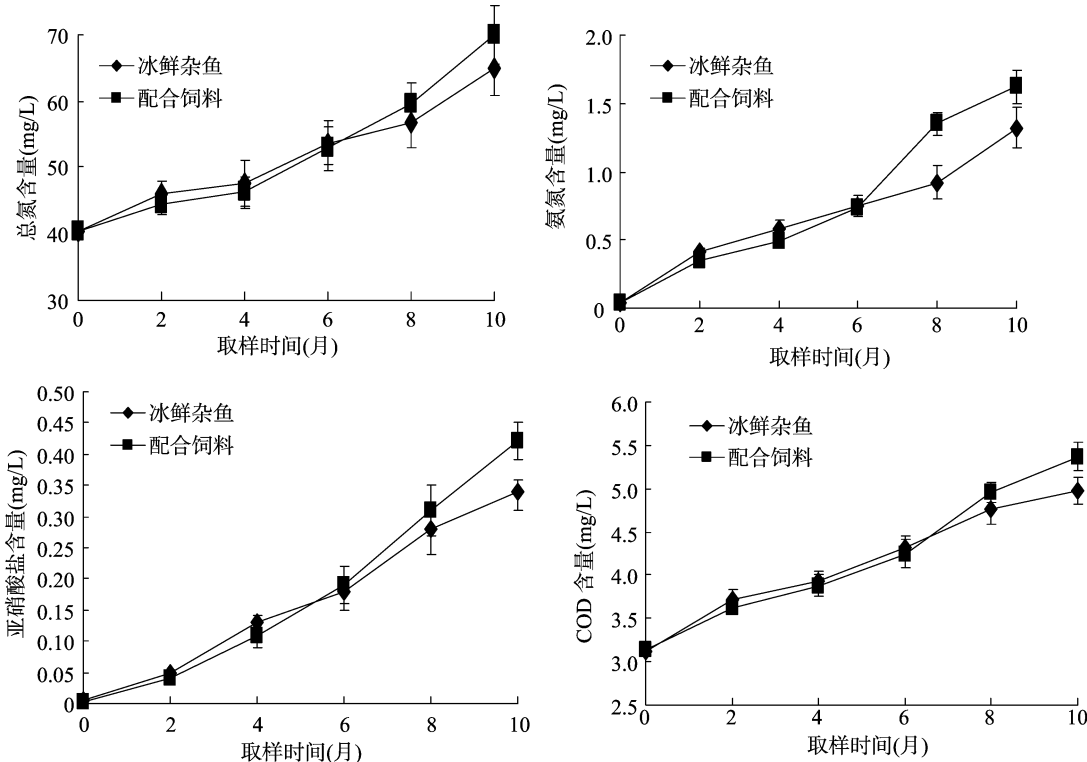


图 1 投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对养殖水环境水质指标的影响

2.3 投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对饲料成本的影响

比较鱼增质量 1 kg 所需饲料的成本,以反映 2 种饲料养殖大菱鲈的成本差异。冰鲜杂鱼的价格会随市场而变动,不同料号的饲料价格也有所差异,因此估算 2 种饲料的平均价格。通过比较发现,使用配合饲料养殖大菱鲈其饲料系数仅是冰鲜杂鱼的 24%,平均成活率高 4 个百分点,养殖 1 kg 大菱鲈的饲料成本低 7.97 元(表 4)。

表 4 投喂配合饲料和冰鲜杂鱼对饲料成本的影响

饲料品种	饲料平均价格 (元/kg)	饲料系数	成活率 (%)	鱼增质量 1 kg 的 饲料成本(元)
冰鲜杂鱼	5.80	3.54	89%	20.53
配合饲料	14.60	0.86	93%	12.56

3 结论与讨论

试验结果表明,养殖试验前期(养殖 2、4、6 个月,大菱鲈质量小于 250 g)投喂配合饲料和冰鲜杂鱼,大菱鲈的平均质量、日增质量差异不显著,但配合饲料组略低于冰鲜杂鱼组。可见,在大菱鲈养殖的前 6 个月,全程投喂商品饲料对其生长速度没有较大影响,这与黄明坚等在军曹鱼上使用软颗粒饲料和冰鲜杂鱼的对比试验结果<sup>[6]</sup>相似。养殖后期(养殖 8、10 个月,大菱鲈质量为 250 g 至上市)大菱鲈进入快速生长期,配合饲料组的平均质量、日增质量极显著低于冰鲜杂鱼组( $P<0.01$ ),这与佟伟等使用配合饲料的投喂效果低于冰鲜杂鱼的研究结论<sup>[9]</sup>一致。分析认为冰鲜杂鱼所含的蛋白质

均为动物蛋白,且组成动物蛋白的必需氨基酸较丰富,可消化吸收利用率高;冰鲜杂鱼中还可能含有某种促生长的未知因子。本试验养殖前6个月的生长速度差异不显著,仅在后4个月差异显著,这与试验所选用4#~8#号料的营养组成相同、仅饲料粒径存在差异有关。养殖前期大菱鲆的生长速度较慢,配合饲料基本能满足其生长需求;而养殖后期大菱鲆的生长速度较快,配合饲料的营养水平不能很好地满足其生长需求,导致其生长速度低于冰鲜杂鱼组。部分养殖户使用进口饲料养殖的大菱鲆生长性能表现良好,进一步表明国产大菱鲆配合饲料(尤其是快速生长阶段)的配方制作、加工工艺等有待进一步加强。

试验表明,全程使用冰鲜杂鱼的大菱鲆生长速度快于配合饲料组,第1批鱼的可出池时间比配合饲料组快1个月左右,但大小差异较明显,且冰鲜杂鱼投喂管理工作繁琐,增加了劳动成本;配合饲料组虽然生长速度略慢,但整体规格比较均匀,且便于配制药饵。冰鲜杂鱼组的饲料系数极显著高于配合饲料组,这是由于冰鲜杂鱼的含水量较大,转换为干物质后两者所含营养物质相差不大。目前,冰鲜杂鱼的价格不断上涨,使用冰鲜杂鱼饲喂成本较大,大幅降低了养殖户的养殖效益。冰鲜杂鱼组的养殖成活率显著低于配合饲料组,冰鲜杂鱼部分变质或投喂时消毒不彻底等均可导致饵料携带病菌;另外,长期投喂冰鲜杂鱼导致鱼体营养不均衡,体质下降,从而造成较高的死亡率<sup>[10]</sup>。综合考虑大菱鲆的生长性能、饲料系数、成活率等因素,养殖前期使用配合饲料可在不影响其生长速度的同时降低发病率和饲料成本;在养殖后期(鱼质量约为250 g)大菱鲆进入快速生长期,投喂冰鲜杂鱼可使大菱鲆的生长速度达到最大,缩短养殖时间以尽快上市,从而获得较高的经济效益。

“养鱼先养水”,良好的水质条件有利于鱼类的健康生长。在工厂化养殖生产过程中,温度、盐度、溶解氧、酸碱度、氨氮、亚硝酸盐等因素是影响鱼类生长的主要水质指标<sup>[11-13]</sup>。本试验结果表明,在养殖前期(养殖2、4、6个月)投喂配合饲料组的养殖水环境中,总氮、氨氮、亚硝酸盐、COD指标均优于投喂冰鲜杂鱼组,但差异不显著;进入养殖后期(养殖8、10个月),随着单位面积养殖密度的增加及投饵量的加大,配合饲料组的4项水质指标大幅上升,显著高于冰鲜杂鱼组。养殖前期配合饲料组的摄食量不多,排便量也相对较少,经流水交换后水质保持较好;冰鲜杂鱼投饵量多、蛋白含量高,且消化吸收不彻底,因此在其排出粪便后水质指标略高于配合饲料组。进入养殖后期,大菱鲆投饵量增加的同时排便量也增多,气石的充气过程使配合饲料组的粪便很快被打散并溶解于水体中,加之流水交换速度慢,导致水质出现恶化;冰鲜杂鱼组的粪便有黏膜包裹,在水中不易被打散,但也有部分溶于水体,因此随着单位面积养殖密度的增加呈逐步上升趋势。投喂配合饲料易使水中悬浮颗粒增加,前期随着流水交换的进行并不明显;在养殖后期投饵增加、粪便增多的情况下,水质指标极易恶化,这可能与目前配合饲料的加工工艺或配方设计有关,有待进一步研究。田喆等研究表明,提高水循环率可降低系统中氨氮和亚硝基态氮的积累速度,优化养殖水质并减小水中有害物质对大菱鲆的胁迫作用,从而加

快大菱鲆的生长速度<sup>[14]</sup>。在目前的养殖条件下,养殖后期可通过增加流水速率来优化养殖水质,有益于大菱鲆的健康生长。

随着鱼类养殖规模化、产业化、集约化进程的不断加快,以冰鲜小杂鱼为饵料的养殖方式将无法满足市场发展的需求<sup>[15]</sup>。市场中冰鲜杂鱼的价格不断上涨,目前已达到5.8元/kg,且由于消化吸收率低等原因使饲料系数保持在3.54左右。相比之下,配合饲料的市场价格稳定,饲料系数低,使用配合饲料养殖1 kg大菱鲆将节约饲料成本7.97元,且用药成本、人工成本远低于冰鲜杂鱼,在其他成本相同的情况下,使用配合饲料投喂大菱鲆将明显增加养殖户的经济效益。

在目前的养殖技术水平下,于大菱鲆养殖前期(鱼质量小于250 g)投喂配合饲料,可在不影响生长速度的情况下降低饲料成本、优化养殖水质、提高成活率;大菱鲆进入快速生长期后(鱼质量为250 g至上市),可改用冰鲜杂鱼进行投喂,最大限度加快其生长速度,缩短养殖时间以尽快上市,从而提高养殖效益。

#### 参考文献:

- [1] 雷霖. 中国海水养殖大产业架构的战略思考[J]. 中国水产科学, 2010, 17(3): 600-609.
- [2] 麦康森, 赵锡光, 谭北平, 等. 我国水产动物营养研究与渔用饲料的发展战略研究[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 2001, 20(增刊1): 1-5.
- [3] 牛化欣, 常杰, 贾玉东, 等. 大菱鲆养殖成本控制技术[J]. 水产科技情报, 2015, 42(2): 81-83, 87.
- [4] 苏浩, 姜秀凤, 梁恩义, 等. 辽宁鲆鲽类产业现状、存在问题及发展对策[J]. 水产科学, 2013, 32(10): 621-626.
- [5] 刘汉元, 吴宗文, 高启平, 等. 投喂浮性膨化饲料与冰鲜鱼养殖南方大口鲶的效果对比[J]. 中国水产, 2009(11): 58-60.
- [6] 黄明坚, 石和荣, 周勤勇, 等. 软颗粒饲料和冰鲜鱼在深水网箱养殖军曹鱼中投喂效果比较[J]. 渔业现代化, 2013, 40(6): 20-23.
- [7] 顾宏兵, 房俊, 王玉梅, 等. 大规格池塘采用膨化颗粒饲料养殖乌鳢的效果[J]. 养殖与饲料, 2012(4): 15-18.
- [8] 石峰, 王雨霏, 刘园园. 不同饲料对大菱鲆生长速度和养殖效益分析[J]. 河北渔业, 2011(10): 33-34.
- [9] 佟伟, 张劲松, 寇锋, 等. 大菱鲆养殖全程使用全价配合饵料与冰鲜杂鱼对比试验[J]. 河北渔业, 2014(2): 38-39, 69.
- [10] 杨凤香, 郑伟力, 陈奇, 等. 不同饲料对乌鳢鱼种生长速度及养殖效益的对比试验[J]. 科学养鱼, 2011(4): 64-65.
- [11] 洪磊. 环境胁迫对鱼类生理机能影响的初步研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2004.
- [12] 章琼, 蒋高中, 李冰. 水产动物对氨氮胁迫响应的转录组分析研究进展[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 227-230.
- [13] 韩耀全, 何安尤, 施军, 等. 岩滩水域渔业生态环境及鱼类物种多样性现状[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 208-212.
- [14] 田喆, 张延青, 刘鹰, 等. 不同水循环率对大菱鲆生长和水质的影响研究[J]. 渔业现代化, 2010, 37(6): 1-5.
- [15] 牛化欣, 雷霖, 常杰, 等. 大菱鲆浮性膨化饲料驯化技术与应用初探[J]. 科学养鱼, 2014(10): 67-68.