

沈夏霜,敖秋桅,谭芸,等. 4 个品系罗非鱼生长性能的比较[J]. 江苏农业科学,2019,47(10):193-196.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.10.043

4 个品系罗非鱼生长性能的比较

沈夏霜,敖秋桅,谭芸,甘西,梁军能,罗永巨,朱佳杰

(广西壮族自治区水产科学研究院/广西水产遗传育种与健康养殖重点实验室,广西南宁 530021)

摘要:为评估不同品系罗非鱼的生长性能,对吉富罗非鱼抗病 F_4 代、未选育的 F_0 代、“百桂品系”吉富罗非鱼和奥尼罗非鱼进行同塘混养,比较 4 个品系的生长速度和养殖存活率的差异。结果显示,4 个品系的平均生长速度、绝对增质量率和肥满度均为 F_4 代 > 百桂 > F_0 代 > 奥尼;平均特定增质量率依次为 F_0 代 > 奥尼 > 百桂 > F_4 代;且 F_4 代平均体质量的变异系数最小;养殖成活率为奥尼 > F_4 代 > F_0 代 > 百桂,且奥尼与其他品系存在显著性差异 ($P < 0.05$);遗传相关性统计发现 F_0 代和奥尼以体质量与体长的相关系数最高, F_4 代和“百桂品系”以体质量与体高的相关系数最高,均达到了极显著水平 ($P < 0.01$)。以上结果表明,经过选育吉富罗非鱼抗病 F_4 代的生长性能和养殖成活率均得到了明显的提高,可以进行大规模推广养殖。

关键词:罗非鱼;生长性能;生长相关;养殖成活率

中图分类号:S965.125 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)10-0193-04

罗非鱼属鲈形目(Perciformes)、丽鱼科(Cichlidae),是原产于非洲及中东地区的热带鱼,具有食性杂、适应性强、繁殖力高及肉味鲜美等特点,已成为联合国粮农组织(FAO)向全世界重点推广的水产品种之一^[1]。目前,我国养殖的罗非鱼品种主要有尼罗罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)、吉富罗非鱼(GIFT)、奥利亚罗非鱼(*Oreochromis aureus*)、奥尼罗非鱼(*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*)、红罗非鱼(*Oreochromis* sp.)等^[2]。近年来,随着养殖规模的盲目扩大,加上种质退化明显,导致罗非鱼的生长速度和抗病力下降。因此,很有必要对现有的主养品种进行养殖性能比较,筛选出生长性状优秀且抗病力强的品种进行推广养殖,这对减少罗非鱼养殖病害和提高养殖效益均具有重要的作用。

目前,国内外学者对罗非鱼进行了多方面的研究。在品系遗传结构方面,Hooi 等对尼罗罗非鱼收获量的遗传效应进行了分析^[3]。在性别控制方面,张志敏等对不同亲本组合罗非鱼的繁殖性能及其子代雄性率进行了研究^[4]。在抗逆性方面,王茂元和 Narayan 等分别对罗非鱼进行了耐寒和耐高温的研究^[5-6]。在饲料营养方面,蒋明等探讨了吉富罗非鱼对饲料中苯丙氨酸的需要量^[7]。在生理生化方面,黄旺等研究了饲料中添加不同浓度的粪肠球菌对吉富罗非鱼生长、体组成、消化能力及血液生理生化指标的影响^[8]。在生长性能方面,大部分学者均是对罗非鱼杂交及家系之间生长性能及

肌肉营养的研究^[9-10]。鲜有对不同品系罗非鱼之间的生长性能比较的研究。因此,深入了解不同罗非鱼品系之间生长性能的评估,对提高罗非鱼品系的养殖和选育具有重要的现实意义。

本研究团队针对罗非鱼无乳链球菌病开展吉富罗非鱼抗病育种,2011 年开始至今已完成了 4 个世代的选育,取得了较好的效果。本研究将选育出的吉富罗非鱼抗病 F_4 代品系分别与未选育的 F_0 代、奥尼罗非鱼和“百桂品系”吉富罗非鱼品系进行同塘混养,比较它们的生长性能,总结各品系罗非鱼的生长规律,为罗非鱼苗种的生产和亲本选育提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2016 年 6 月至 10 月,在国家级广西南宁罗非鱼良种场开展 4 个品系罗非鱼(吉富品系 F_0 代和吉富罗非鱼抗病选育系 F_4 代、“百桂品系”吉富罗非鱼和奥尼罗非鱼)生长性能评估试验。选择面积约 600 m² 的池塘投放同期鱼苗 2 000 尾(每个种群 500 尾,条码标记区分种群),鱼苗规格为 50 ~ 90 g/尾。

1.2 试验鱼的制备、饲养和测定

池塘中以气机进行充气提供充足的氧气。每日投喂通威颗粒料 2 次(09:00、15:00),每次以喂饱为限,试验期间的水温维持在(26 ± 1) °C, pH 值为 7.0 ± 0.3,溶解氧 4.8 mg/L,养殖期为 120 d,记录每天的气温、水温及试验鱼的摄食、活动情况。试验鱼测量前 1 d 停止投喂。

1.3 数据测量

对 4 个品系进行体质量、体长、体高和体宽初始测量,每个品系随机测量 30 尾,然后转入同一池塘进行生长对比试验。每隔 30 d 进行 1 次生物学测量,测量周期为 90 d,共测量 4 个阶段(I、II、III、IV)的生长指标,每次测量结束放回原试验池继续饲养。累计记录 4 次生长指标。

收稿日期:2018-01-11

基金项目:广西重点研发计划(编号:桂科 AB16380077);广西科技重大专项(编号:桂科 AA17204080-2);广西区水产畜牧兽医局科研计划(编号:桂渔牧科 201633036);国家特色淡水鱼产业技术体系专项(编号:CARS-46);广西八桂学者建设工程专项经费。

作者简介:沈夏霜(1987—),女,广西来宾人,助理工程师,主要从事水产遗传育种与健康养殖研究。E-mail:764556507@qq.com。

通信作者:朱佳杰,副研究员,主要从事水产遗传育种与健康养殖研究。E-mail:zhujiatie504@sina.com。

1.4 数据处理

利用 Excel 2010、SPSS 17.0 软件进行数据处理和分析,以平均值 ± 标准误 ($\bar{x} \pm s$) 表示, $P < 0.05$ 作为显著性评判标准。

试验相关参数的计算公式:

绝对增质量率 $AGR_w(g/d) = (m_t - m_0)/(t_t - t_0)$;

特定增质量率 $SGR_w(\%/d) = 100\% \times [(\ln m_t - \ln m_0)/(t_t - t_0)]$;

式中: m_0 、 m_t 分别为初始测定体质量和试验末体质量, t_0 和 t_t 分别为 m_0 和 m_t 体质量的测定时间。

肥满度 (CF) = 平均体质量/平均体长;

变异系数 (CV) = 100% × 标准差/平均值;

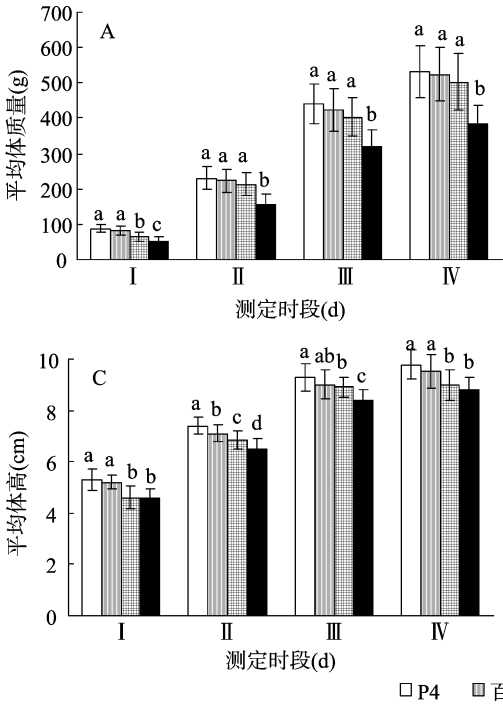


图1 4个罗非鱼品系的生长相关性性状表型值比较

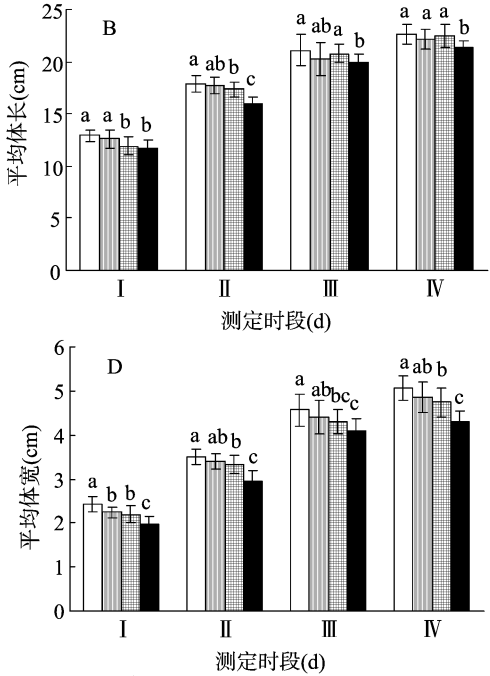
2.2 罗非鱼在不同测定时段形体指标的比较

由表 1 可知,在养殖 I 阶段时,平均体质量的变异系数由大到小的顺序为:奥尼 > F_0 代 > 百桂 > F_4 代;在 II 阶段时,变异系数变化为:奥尼 > 百桂 > F_0 代 > F_4 代;在 III 阶段时,变异

2 结果与分析

2.1 罗非鱼在不同测定时段的生长性能比较

在初始体质量达到 50 ~ 60 g 时进行电子标记,并对 4 个品系罗非鱼的 4 个养殖阶段 (I、II、III、IV) 进行生长性能测定。不同日龄的形态性状比较见图 1,从生长差异上看, F_4 代品系的绝对生长最快,其次是百桂品系, F_0 代品系相对较慢,奥尼则增质量最慢。从性状差异上看,以体质量的绝对生长最为明显,其次是体高、体宽和体长。 F_4 品系生长性能最大部分生长阶段均显著高于 F_0 品系 ($P < 0.05$);奥尼在整个养殖阶段的生长性能均显著低于其他品系 ($P < 0.05$)。



系数变化为:百桂 > 奥尼 > F_0 代 > F_4 代;在 IV 阶段时,变异系数变化为: F_0 代 > 百桂 > F_4 代 > 奥尼。在整个试验期间,4 个品系的平均肥满度由大到小的顺序为: F_4 代 > 百桂 > F_0 代 > 奥尼。

表 1 不同养殖阶段体质量变异系数和肥满度

品系	平均体质量变异系数 (%)				平均肥满度 (%)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
F_4 代	13.93	14.43	12.66	13.65	4.17	4.02	5.06	4.79
百桂	15.75	14.54	14.40	14.39	4.11	4.02	4.69	4.63
F_0 代	19.94	14.45	13.60	15.47	3.85	4.08	4.48	4.46
奥尼	21.89	18.27	14.19	12.61	3.33	3.79	4.08	4.00

2.3 罗非鱼各表型性状间的相关性

通过分析 4 个养殖阶段后,4 个品系罗非鱼各性状间的相关系数,可以直接了解表型性状对体质量的作用。从 Pearson 相关分析结果 (表 2) 可知,4 个品系间的体长、体高、体宽与体质量间均达到了极显著相关水平 ($P < 0.01$),其中 F_0 代和奥尼以体质量与体长的相关系数最高,分别为 0.927 和 0.975;而 F_4 代和百桂品系以体质量与体高的相关系数最

高,分别为 0.952 和 0.941。

2.4 罗非鱼在不同测定时段平均增质量率及存活率比较

根据 I 阶段和 IV 阶段的平均体质量统计分析整个测量阶段的平均增质量率。由表 3 可知,百桂和 F_4 代品系罗非鱼初质量与 F_0 代和奥尼品系均存在显著性差异,有可能是由于遗传背景不同引起,也有可能是由于人为定向选择造成的。根据试验初质量和末质量对 4 个品系进行增质量率比较,平均

表 2 4 个品系罗非鱼各表型性状间的相关分析

品系	性状	相关系数			
		体质量	体长	体高	体宽
F ₄ 代	体质量	1.000			
	体长	0.889 **	1.000		
	体高	0.952 **	0.841 **	1.000	
	体宽	0.810 **	0.573 **	0.761 **	1.000
百桂	体质量	1.000			
	体长	0.913 **	1.000		
	体高	0.941 **	0.850 **	1.000	
	体宽	0.852 **	0.668 **	0.831 **	1.000
F ₀ 代	体质量	1.000			
	体长	0.927 **	1.000		
	体高	0.909 **	0.811 **	1.000	
	体宽	0.751 **	0.623 **	0.573 **	1.000
奥尼	体质量	1.000			
	体长	0.975 **	1.000		
	体高	0.962 **	0.912 **	1.000	
	体宽	0.859 **	0.819 **	0.829 **	1.000

注: ** 表示极显著相关($P < 0.01$)。

表 3 4 个品系罗非鱼平均绝对增质量率、特定增质量率和成活率比较

品系	平均初质量 (g)	平均末质量 (g)	绝对增质量率 (g/d)	特定增质量率 (%/d)	成活率 (%)
F ₄ 代	88.2 ± 12.3a	532.8 ± 72.7a	4.94	2.00	97.8
百桂	83.4 ± 13.1a	523.6 ± 75.3a	4.89	2.04	92.6
F ₀ 代	64.8 ± 12.9b	503.3 ± 77.9a	4.87	2.28	95.2
奥尼	53.4 ± 11.7c	386.2 ± 48.7b	3.70	2.20	98.0

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

绝对增质量率的大小顺序为: F₄ 代 > 百桂 > F₀ 代 > 奥尼。4 个品系的平均特定增质量率大小顺序为: F₀ 代 > 奥尼 > 百桂 > F₄ 代。经过 90 d 的同池养殖, 4 个罗非鱼品系的存活率大小顺序为: 奥尼 > F₄ 代 > F₀ 代 > 百桂。

3 讨论

人们利用生物固有的遗传变异性进行选择育种, 即将生物具有经济价值的表型定向选择。选留优秀个体作为繁殖品系, 打破天然繁殖的随机性为性状优良的个体提供交配机会; 淘汰或者抑制性状较劣的个体参加交配, 加强与扩大生物体优良性状的基因型频率, 降低育种价值小的基因频率; 再经过对代的累积选育, 使有利于生产的变异最终固定下来^[11-12]。国内外对于多种水产经济动物的选育结果证明, 科学的系统选育是选育优良水产品种的有效手段。如大西洋鲑^[13]、斑点叉尾鲷^[14]、牙鲆^[15]以及尼罗罗非鱼^[16]等均是选育试验成功的典范, 对水产养殖业产生了深远的影响。本研究采用家系选育结合人工腹腔注射感染无乳链球菌方法完成了吉富罗非鱼抗病品系 4 个世代的选育, 获得了吉富罗非鱼抗链球菌病专门化品系 1 个, 且经过实验室测定表现出了明显的抗性。为进一步评估选育品系的生长性能, 本团队对不同品系进行了同期池塘混养研究。

生长性能比较研究是衡量不同品系罗非鱼之间性状优劣的重要组成部分。在生长对比试验中, 鱼苗初始规格、养殖密度、池塘条件、水质条件及饲养管理等因素均可影响试验结

果^[17]。本试验为了避免试验鱼前期生长差异对后期试验的影响, 选取同一天产的苗种经过相同时间标粗后, 放入同一池塘的网箱中进行养殖。养殖至 75 d 时, 进行简单而迅速地剪鳍标记作业后同池混养, 保证所有试验条件统一, 有效降低试验的系统误差, 确保了试验数据的准确性。对吉富罗非鱼选育系 F₄ 代和未选育品系 F₀ 代、百桂品系和奥尼进行同池混养, 发现在 4 个养殖阶段不同品系的生长存在着差异, 有可能是由于遗传背景不同引起, 也有可能是由于人为定向选择造成的, 具体原因还有待进一步研究。其中, F₄ 代品系的绝对增质量率和特定增质量率均高于其他 3 个品系, 但差异不显著, 与众多学者对“新吉富”罗非鱼各世代(F₀ ~ F₈)进行长期的跟踪、选育效应的研究结果一致, 研究表明, “新吉富”罗非鱼选育品系的生长速度逐代提高, 代表性尾鳍逐代趋于整齐, 体质量变异系数逐代降低、选育品系的规格更加趋于一致^[18-20]。

对表型性状相关系数分析有助于提高选育目标性状的效率。目前, 表型性状相关系数分析已在鲤鱼^[21]、鳊鱼^[22]、草鱼^[23]、圆斑星鲃^[24]等鱼类品种选育中得到了广泛应用。本研究通过 Pearson 相关分析剖析了 4 个品系的体长、体高、体宽与体质量的相关系数, 结果表明, 体质量与体长和体高的相关系数最高。这与罗伟等报道的 F₄ 代吉富罗非鱼各表型性状间的结果存在异同^[25]。推测有可能是不同批次鱼苗养殖时间不一致导致的差异。肥满度是反映鱼类肥满程度的指标, 一定程度上反映了鱼类可食部分的多少, 也间接反映了该

品种的经济价值。通常情况下生殖腺增质量或肠胃中食物增加会造成肥满度偏高,并不能很好地反映鱼类肥满程度^[26]。故在每次测量前 1 d 停止投料,尽可能减少鱼体内肠胃容物。综合肥满度指标,可以将体长、体高和体质量作为主选性状进行选育。

变异系数对于鱼类主要反映了某品系某性状的一致性程度,在遗传上则表明了该品系遗传变异程度的大小,性状的变异系数越大,表明品种相应指标可供选择的范围越大,选择的潜力就越大^[27]。对于养殖生产,品系的体质量变异系数反映了成鱼出池规格的差异情况,体质量变异系数越小,则规格就越相近,养殖效益就越高^[28]。从 4 个品系间的体质量变异程度来看,随着养殖时间的延长,各品系之间的主要形态性状和体质量的变异程度逐渐减小。在整个试验期内,奥尼品系的变异系数最大, F_0 代次之,百桂品系相对平稳, F_4 代最为稳定。说明 F_4 代品系变异较小,品系规格更整齐。颀晓勇等对吉富品系尼罗罗非鱼选育系 F_6 、 F_7 和 F_8 代同期鱼生长对比研究表明,选育使得品系生长速度更为整齐^[11]。唐首杰等对吉富罗非鱼选育多世代品系生长比较的研究也表明,吉富罗非鱼经过选育后生长速度表现出逐代递增的趋势,体质量变异系数呈现出逐代降低的趋势,个体规格更为整齐,适合养殖和推广^[9]。以上研究结果进一步证实吉富罗非鱼具有较大的选择育种潜力。

4 结论

综上所述,本研究对吉富罗非鱼选育抗病 F_4 代、未选育 F_0 代、“百桂品系”吉富罗非鱼和奥尼罗非鱼进行同塘混养比较养殖性能的差异,结果发现吉富罗非鱼选育抗病 F_4 代种群的生长速度优于其他 3 个品系,且体质量变异最小,由此说明经过 4 个世代抗病选育吉富罗非鱼的生长性能得到了显著的提高,可以进行大规模推广运用。

参考文献:

- [1] 朱佳杰,李莉萍,唐瞻杨,等. 吉富罗非鱼家系构建及抗病力检测[J]. 南方水产科学,2012,8(6):22-27.
- [2] 贺艳辉,张红燕,龚赞翀,等. 我国罗非鱼养殖品种及养殖发展分析[J]. 水产养殖,2009,30(2):12-14.
- [3] Hooi L K, Raul W P, Hoong Y Y, et al. Genetic and non-genetic indirect effects for harvest weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) [J]. Aquaculture, 2016, 450(1):154-161.
- [4] 张志敏,李庆勇,梁浩亮,等. 不同亲本组合罗非鱼的繁殖性能及其子代雄性率的研究[J]. 中国农学通报,2015,31(8):64-70.
- [5] 王茂元,钟全福,胡振禧,等. 不同体质量新吉富罗非鱼耐寒性的研究[J]. 中国农学通报,2014,30(32):21-25.
- [6] Pandit N P, Bhandari R K, Kobayashi Y, et al. High temperature-induced sterility in the female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* [J]. General and Comparative Endocrinology, 2015, 213(1):110-117.
- [7] 蒋明,武文一,文华,等. 吉富罗非鱼对饲料中苯丙氨酸的需要量[J]. 中国水产科学,2016,23(5):1173-1184.
- [8] 黄旺,李洪琴,罗莉,等. 粪肠球菌对吉富罗非鱼的生长、体组成、消化酶活性及血液生理生化指标的影响[J]. 水产学报,

2017,41(11):1756-1765.

- [9] 唐首杰,何安元,李思发,等. “新吉富”罗非鱼选育后期世代 F_{13} - F_{15} 的生长性能比较研究[J]. 上海海洋大学学报,2013,22(1):1-6.
- [10] 强俊,杨弘,徐跑,等. 吉富罗非鱼与奥利亚罗非鱼完全双列杂交后代生长性能与肌肉营养成分的比较[J]. 中国水产科学,2015,22(4):654-665.
- [11] 颀晓勇,钟金香,李思发,等. 吉富品系尼罗罗非鱼选育系 F_6 、 F_7 和 F_8 当年鱼生长对比研究[J]. 南方水产,2009,5(1):48-53.
- [12] 吴雷明,白志毅,刘晓军,等. 三角帆蚌 F_5 壳色及生长性状选育效果评价[J]. 中国水产科学,2016,23(3):547-554.
- [13] O'flynn F M, Bailey J K, Friars G W. Responses to two generations of index selection in Atlantic salmon (*Salmo salar*) [J]. Aquaculture, 1999, 173(1/2/3/4):143-147.
- [14] Dunham R A, Brummett R E. Response of two generations of selection to increased body weight in Channel catfish. *Ictalurus punctatus* compared to hybridization with blue catfish *I. furcatus* males[J]. Aquaculture, 1999, 9:37-45.
- [15] 侯吉伦,王桂兴,张晓彦,等. 牙鲆抗淋巴囊肿病家系选育及生长和抗病性能分析[J]. 中国水产科学,2017,24(4):727-737.
- [16] Basiao Z U, Arago A L, Doyle R W. A farmer-oriented Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L., breed improvement in the Philippines[J]. Aquaculture Research, 2005, 36(2):113-119.
- [17] 高强,栾生,杨国梁,等. 罗氏沼虾选育新品种——“南太湖 2 号”与非选育群体生长性能的比较[J]. 大连海洋大学学报, 2012,27(2):120-124.
- [18] 赵金良,李思发,何学军,等. 吉富品系尼罗罗非鱼选育 F_6 评估[J]. 上海水产大学学报,2003,12(3):201-204.
- [19] 胡国成;李思发;何学军. 吉富品系尼罗罗非鱼选育 F_6 - F_8 生长改良效果[J]. 上海水产大学学报,2005,14(3):282-285.
- [20] Li S F, He X J, Hu G C, et al. Improving growth performance and caudal fin stripe pattern in selected F_6 - F_8 generations of GIFT Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) using mass selection [J]. Aquaculture Research, 2006, 37(12):1165-1171.
- [21] 王兰梅,朱文彬,董在杰,等. 福瑞鲤选育家系不同养殖阶段的生长差异分析[J]. 南方水产科学,2017,13(1):43-49.
- [22] 卢薛,孙际佳,王海芳,等. 鳊鱼生长性状遗传参数的估计[J]. 中国水产科学,2016,23(6):1268-1278.
- [23] Fu J J, Shen Y B, Xu X Y, et al. Genetic parameter estimates for growth of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, at 10 and 18 months of age[J]. Aquaculture, 2016, 450(1):342-348.
- [24] 边力,刘长琳,陈四清,等. 不同生长期圆斑星鲮形态性状对体重影响的通径分析[J]. 中国水产科学,2017,24(6):1168-1175.
- [25] 罗伟,甘西,敖秋槐,等. 吉富罗非鱼选育系生长性能的评估[J]. 西南农业学报,2016,29(11):2758-2762.
- [26] 苏锦祥. 鱼类学与海水鱼类养殖[M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,1995:287.
- [27] 陈林,李思发,简伟业,等. 吉奥罗非鱼生长性能评估[J]. 上海水产大学学报,2008,17(3):257-262.
- [28] 区又君,吉磊,李加儿,等. 相同养殖条件下卵形鲳鲆 3 个选育群体生长特性的比较[J]. 应用海洋学报,2015,34(2):177-182.