

文章编号:1000-0615(2009)06-0901-11

牙鲆不同家系生长性能比较及优良亲本选择

田永胜¹, 陈松林¹, 徐田军^{1,2}, 邓寒¹, 丁浩^{1,2}

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所,农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室,山东 青岛 266071;

2. 上海海洋大学水产与生命学院,上海 201306)

摘要:针对牙鲆生长慢的问题,实验室建立了63个牙鲆家系生长性能进行了测定和比较分析。对日龄80~230 d的不同家系鱼苗的体长和体重进行了测量,发现家系之间存在明显的生长差异,生长最快家系平均体重是最慢家系的3.08倍,最大体长是最小体长的1.47倍。家系的绝对增重率分布在0.138~0.478。利用多元方差分析(MANOVA)对家系因子进行分析表明,牙鲆家系生长日龄对家系体长和体重未达显著影响($P > 0.05$);利用单因素方差(one-way ANOVA)分析和多重比较法(SNK)对63个家系的生长指标进行分析比较后表明,所有家系可分为生长快速、生长较快、生长一般、生长较慢和生长最慢5个组,5组之间具有显著性差异($P < 0.01$),筛选出19、36、51、21、69、61、64和81号8个生长快速家系。利用多重比较法对RS♂×JS♀、RS♂×RS♀、RS♂×YS♀、JS♂×RS♀、JS♂×JS♀、YS♂×RS♀、YS♂×JS♀7个杂交组合产生的后代生长性状进行综合分析,发现JS♂×RS♀杂交产生的家系生长最快($P < 0.05$),不同群体间与群体内杂交产生家系在生长上存在着明显的差异($P < 0.05$)。利用半同胞家系进行后裔性状测定和分析,对牙鲆3个群体中14个父本和12个母本的生长遗传性状进行鉴定,发现JS29、JS12和RS41 3个父本及RS75、RS28、RS86、JS21和JS22 5个母本产生的家系生长较快($P < 0.05$)。利用生长最快家系和生长最慢家系的体长和体重数据,建立了体长和体重关系式,决定系数 $R^2 > 0.5$ 、 a 值相近、 $b < 3$,表明家系个体的体长和体重密切相关,家系生长环境较稳定,两家系都处于异速生长阶段。

关键词:牙鲆;家系;生长性能;后裔测定;亲本选择

中图分类号:Q 953;S 917

文献标识码:A

牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)隶属于蝶形目(Paleurionectiformes)、鲆科(Bothidae)、牙鲆亚科(Paralichthyinae)、牙鲆属(*Paralichthys*),该属鱼类多分布在南、北美洲东西两岸,有19种,在亚洲沿岸只有一种,分布于萨哈林(库叶岛)到中国南海沿岸,主要分布于中国渤海、黄海、东海、南海及朝鲜、日本、俄国远东沿岸,为底栖鱼类,常栖息在20~50 m海域,栖息地多沙质,有季节性短距离洄游习性,自然繁殖期4~6月,繁殖水温10~17℃^[1]。牙鲆是中国、韩国和日本的主要经济鱼类,是天然捕捞的主要鱼类,也是中国南北方工厂化、池塘和网箱养殖的主要优良品种,在渔业产量

中占有相当大的比重,1996年我国牙鲆捕捞量为7 629 t,2005年和2006年牙鲆养殖产量分别为76 884 t、63 490 t^[2],占海水养殖鱼类总产量的8.88%,可见牙鲆在海水鱼类养殖业中占有重要的地位。

我国利用天然野生牙鲆进行驯化养殖和人工繁殖育苗始于上世纪50年代末,随着人工养殖业的迅速发展,苗种需求量逐年增大。但是对牙鲆的育种未能得到足够的重视,近亲交配现象严重,导致牙鲆种质退化、生长速度降低、抗病力下降,在苗种培育中白化病、肠道白浊、鳃弧菌病、纤毛虫感染等疾病严重影响了正常培育,使苗种养成

收稿日期:2008-09-26 修回日期:2009-01-04

资助项目:国家“八六三”高技术研究发展计划(2006AA10A404);国家科技支撑计划(2006BAD01A12011);山东省泰山学者工程专项资金资助

通讯作者:陈松林, Tel: 0532-85844606; E-mail: chensl@ysfri.ac.cn

率较低。因此利用牙鲆不同地理群体及人工筛选的抗病群体进行家系的建立和选育,培育生长速度快、抗病力强的牙鲆养殖新品种,对于牙鲆种质的恢复、提高养殖产品质量和经济效益具有重要的意义。

在牙鲆遗传育种方面,国内外在分子标记筛选和遗传多样性评价、种质鉴定等方面进行了研究^[3-4],表明养殖群体的遗传变异明显低于野生群体^[5],或养殖群体的遗传多样性具有一定程度下降^[6-7],可见对牙鲆养殖品种进行选育,提高遗传杂合度对于改良牙鲆品种具有重要的作用。近年来本课题组初步筛选到牙鲆抗病相关的 MHC 基因型和相关的分子标记^[8-9],同时开展了牙鲆抗病群体构建和家系建立的研究工作^[10]。家系选育是选择育种的方法之一,通过家系的建立、繁殖、比较,淘汰不良的家系,选择符合标准的家系,逐代提高品种的遗传纯合性,可选育出具有稳定优良性状的新品种。这种方法在虹鳟 (*Oncorhynchus mykiss*)^[11]、大西洋鲑 (*Salmo salar*)^[12]和鲤 (*Cyprinus carpio*)^[13]等鱼类育种中得到应用。后裔鉴定 (progeny testing) 是亲本选择的最有效方法,被广泛应用于畜牧业中牛、羊等的选择育种^[14-16],但在鱼类育种方面未见报导。通过后裔遗传性状表现,对亲本进行选择,筛选出具有生长快、抗病力强等优良性状的亲本及优良的杂交组合,直接应用于养殖苗种的繁殖和生产,可加快育种进程,并且可较快地提高养殖经济效益。

1 材料与方法

1.1 牙鲆不同地理种群的来源

2002-2004 年开始利用人工感染方法筛选对鳃弧菌 (*Vibrio anguillarum*) 具有抗性的牙鲆鱼苗,经人工选择建立了牙鲆抗病 (抗鳃弧菌病) 群体 95 尾,称为抗病牙鲆群体 (RS)。2003 年 10 月从日本引进牙鲆鱼苗 1 000 尾,经过人工培育选择 30 尾,建立了日本牙鲆群体 (JS)。从黄海水域收集牙鲆野生个体 20 尾,称为黄海牙鲆群体 (YS)。以上 3 个牙鲆地理群体经人工培育和生殖调控在同一时期达到性成熟。

1.2 牙鲆家系建立方法

家系建立按照文献^[10]的方法进行,将上述 3 个牙鲆群体利用电子标记法进行标记,同时对其体长、体重进行测量和记录,建立繁殖群体档

案。利用干法受精的方式进行人工繁殖。设计 5 种交配方式: RS ♂ × JS ♀、RS ♂ × RS ♀、RS ♂ × YS ♀、JS ♂ × RS ♀、JS ♂ × JS ♀、YS ♂ × RS ♀、YS ♂ × JS ♀。同时利用牙鲆精子冷冻技术,冷冻保存 3 个牙鲆群体雄鱼精子,辅助牙鲆家系建立,共计建立牙鲆半同胞和全同胞家系 63 个,最早建立家系与最晚建立家系相差 23 d。参与家系建立的抗病牙鲆雄性 13 尾,雌性 25 尾;日本牙鲆雄性 4 尾、雌性 7 尾;黄海野生牙鲆雄性 4 尾,雌性 2 尾。家系建立工作在海阳市黄海水产有限公司育苗车间进行。

1.3 牙鲆家系的培育、测量

人工繁殖、孵化的牙鲆家系鱼苗开始在 3 m³ 水缸中培育,初孵仔鱼的放养密度为 5 000 ind/m³,每缸约 15 000 尾,水流量为 0.5 m³/h,同时微充气,水温保持在 15.2 ~ 17 °C。家系鱼苗生长至 60 d,对家系养殖数量进行标准化,随机在每缸中抽取 2 000 尾继续养殖,养殖水温为 20 ~ 22 °C,同时从每个家系中抽取 30 尾鱼苗测量其体长和体重。培育至 80 d,从每个家系中选择生长较快的个体 100 ~ 200 尾,利用荧光颜料注射标记,同时抽取 30 尾鱼苗测量体长和体重。标记后的鱼苗集中放养在 30 m³ 水池中,养殖水温为 20 ~ 25 °C,每天投喂 3 次人工饲料,养殖至 230 d 左右,对所有成活标记鱼苗进行生长测量。测量指标主要为体长 (从吻端到尾鳍末端)、体重。鱼苗的饲养和疾病的防治参照文献^[1]的方法。

1.4 牙鲆家系生长比较

以家系 (family) 固定因子、230 d 体长和体重为因变量 (response)、日龄 (day) 为协变量 (covariable),进行多元方差分析 (MANOVA),检验体长和体重的统计学意义及家系生长日期对各不同家系的影响。同时对牙鲆家系生长 80 d 和 230 d 的体长、体重数据进行处理分析,计算生长平均值和标准差。利用绝对增重率公式: $AGR_w (g/d) = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$ ^[17] 计算每个家系生长 80 ~ 230 d 绝对增重率。以绝对增重率将 63 个牙鲆家系划分为 A、B、C、D、E 5 个组,分别代表生长快速、生长较快、生长一般、生长较慢、生长最慢。利用单因素方差分析及 Student-Newman-Keuls (SNK) 法对 5 个家系组进行多重比较,分析 5 个家系组之间的生长差异;然后利用 SNK 法对 A 组内家系进行多重比较分析,选择出生长最快

的家系。

1.5 不同杂交组合家系之间的生长比较

在 63 个家系中,RS δ \times JS η 杂交产生 15 个家系,RS δ \times RS η 杂交产生 20 个家系,RS δ \times YS η 杂交产生 2 个家系,JS δ \times RS η 杂交产生 14 个家系,JS δ \times JS η 杂交产生 3 个家系,YS δ \times RS η 杂交产生 7 个家系,YS δ \times JS η 杂交产生 2 个家系。对不同杂交组合家系生长至 230 d 体长、体重测量数据进行统计,利用单因素方差分析中的 SNK 法对 7 个杂交组合后裔的体长和体重进行多重比较,选择生长较快的杂交组合。

1.6 后裔性状测定及亲本选择

在家系建立过程中,采用简单多系相互交配法,利用 8 个抗病牙鲆雄性、4 个日本牙鲆雄性和 2 个黄海牙鲆雌性为父本杂交产生父系半同胞家系组 14 个,每个半同胞家系组包含 3~6 个家系。以 8 个抗病牙鲆、4 个日本牙鲆雌性为母本,建立母系半同胞家系组 12 个,其中每个半同胞家系组包含 2~6 个家系。家系生长至 230 d 时,测量并统计以不同父本为主和以不同母本为主的半同胞家系生长体长和体重,利用单因素方差分析中多重比较法(SNK),对同父异母或同母异父半同胞家系生长性状进行比较,从而选择出具有优良生长性状的父母本。

1.7 生长最快家系和最慢家系体长和体重关系比较

根据实验测量所得的家系生长数据,通过比

较筛选出体重最大和最小的家系,利用家系生长至 60 d、80 d 和 230 d 3 次测量的体长和体重数据建立体长体重的幂函数关系 $W = aL^b$, 计算决定系数 R^2 值,并做出体长体重关系图。

1.8 数据处理分析

实验数据利用 SPSS 软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)和多元方差分析(MANOVA),对不同数据之间的均值利用 SNK 法进行多重比较,分别在 $P = 0.05$ 或 0.01 水平上分析其差异性,比较结果用字母标记法,在同一系列中字母相同表示差异不显著($P > 0.05$),字母不同表示差异显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)。

2 结果

2.1 63 个家系生长比较

表 1 显示了利用 Wilks' Lambda 和 Roy's Largest Root 两种方法进行的多变量检验结果,衡量多元方差分析中统计量 Wilks' Lambda 已经达到极显著($P < 0.01$),即说明家系间在体长和体重上存在极显著统计差异,测量数量具有统计学意义。由表 1 中的 Roy's Largest Root 的最大特征根这个统计来看,各家系建立日期和日龄(day)对各家系的体长、体重未达到显著影响($P > 0.05$),故可在下面的分析中将其从模型中直接剔除。

表 1 牙鲆家系测量因子(家系、体长、体重和日龄)的多元方差分析(MANOVA)

Tab. 1 Families factor (family, body length, body weight and day) of Japanese flounder by MANOVA

实验效应 effect	统计量 statistical method	界值 value	F 值	假设自由度 hypothesis df	误差自由度 error df	显著性 sig.	偏平方 partial etasquared
截距 intercept	Wilks' Lambda	0.911	257.638	2	5 263	0	0.089
日龄 day	Roy's Largest Root	0	0	2	5 262	1	0
家系 family	Wilks' Lambda	0.607	24.431	122	10 526	0	0.221

表 2 列出了牙鲆 63 个家系父母本杂交组合, 80 d 和 230 d 体长、体重平均值和标准差、绝对增重率。家系生长至 80 d 体长分布为 $(6.16 \pm 2.09) \sim (14.06 \pm 3.88)$ cm, 体重分布在 $(3.48 \pm 6.13) \sim (27.24 \pm 22.82)$ g。生长 230 d 体长分布为 $(14.73 \pm 1.80) \sim (21.69 \pm 1.98)$ cm, 体重分布在 $(29.53 \pm 10.64 \sim 90.97 \pm 22.63)$ g。80~230 d 的绝对增重率分布在 0.138~0.478。按

230 d 体重分布和绝对增重率,将家系划分为 5 组,A 组为生长快速组,绝对增重率为 0.352~0.478;B 组为生长较快组,绝对增重率为 0.300~0.349;C 组为生长一般组,绝对增重率为 0.254~0.294;D 组为生长较慢组,增重率为 0.201~0.248;E 组为生长最慢组,绝对增重率为 0.138~0.197。方差分析结果显示,A、B、C 和 D、E 5 组的体长和体重之间存在极显著差异($P < 0.01$) (表

3和表4),说明将63个家系分为生长速度不同的5个组是合理的。从生长快速至生长最慢家系的数量呈现正态分布。生长快速组家系有19、36、51、21、69、61、64、81号家系;生长快速组体重方

差分析结果显示,家系19和36生长最快($P < 0.05$),家系51、21、69、61、64和81无显著性差异($P > 0.05$)。

表2 63个牙鲆家系生长比较

Tab. 2 Comparison of growth characteristic of 63 families of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*)

家系组 family group	家系 family	杂交组合 mating model ($\delta \times \text{♀}$)	80 d 体长(cm) 80 d body length	230 d 体长(cm) 230 d body length	80 d 体重(g) 80 d body weight	230 d 体重(g) 230 d body weight	绝对增重率 AGR_w
A	19	JS29 × RS75	11.04 ± 1.65	21.18 ± 1.63 ^a	13.66 ± 10.06	85.4 ± 19.96 ^a	0.478
	36	JS29 × RS75	11.78 ± 2.55	21.69 ± 1.98 ^a	19.84 ± 17.86	90.97 ± 22.63 ^a	0.474
	51	JS29 × RS31	9.92 ± 0.72	20.27 ± 1.55 ^b	9.70 ± 2.03	74.12 ± 16.17 ^b	0.429
	21	JS29 × RS28	10.05 ± 2.49	20.05 ± 1.76 ^b	12.04 ± 10.37	74.19 ± 20.22 ^b	0.414
	69	RS41 × JS02	9.13 ± 2.30	19.2 ± 2.97 ^{bc}	9.31 ± 10.16	70.54 ± 35.05 ^b	0.408
	61	RS12 × JS21	9.33 ± 0.84	19.49 ± 1.60 ^{bc}	7.93 ± 1.82	67.39 ± 18.40 ^b	0.396
	64	RS13 × JS21	9.43 ± 1.55	19.38 ± 1.50 ^{bc}	8.83 ± 8.296	64.39 ± 15.67 ^b	0.370
	81	RS22 × JS02	8.67 ± 2.16	18.64 ± 2.76 ^c	9.13 ± 9.17	62.00 ± 25.17 ^b	0.352
B	28	RS38 × RS28	10.60 ± 2.27	19.56 ± 1.67	13.96 ± 15.21	66.29 ± 18.34	0.349
	85	JS12 × JS21	8.60 ± 0.86	18.26 ± 1.84	6.63 ± 2.24	58.75 ± 17.83	0.347
	57	RS52 × JS11	10.53 ± 0.70	18.89 ± 1.68	11.78 ± 2.01	63.59 ± 17.58	0.345
	80	JS07 × JS22	8.30 ± 0.65	18.03 ± 2.20	6.47 ± 1.74	58.04 ± 15.17	0.344
	60	JS07 × RS75	10.22 ± 1.82	19.09 ± 1.63	12.17 ± 9.94	66.12 ± 16.44	0.340
	2	RS41 × JS21	11.63 ± 2.53	19.64 ± 2.08	17.32 ± 16.17	67.73 ± 21.32	0.336
	50	RS46 × JS15	9.98 ± 0.69	18.4 ± 1.62	6.74 ± 1.60	56.00 ± 15.66	0.328
	66	JS29 × RS82	9.02 ± 0.61	18.59 ± 1.40	7.06 ± 1.64	55.83 ± 14.05	0.325
	43	RS56 × JS06	10.54 ± 1.50	18.88 ± 1.91	11.29 ± 2.91	59.75 ± 19.64	0.323
	42	RS87 × RS92	10.42 ± 1.11	18.27 ± 1.73	11.54 ± 5.66	58.03 ± 18.17	0.310
	15	RS30 × RS44	9.6 ± 0.99	18.08 ± 2.21	7.75 ± 2.26	54.08 ± 19.63	0.309
	5	JS12 × RS27	14.06 ± 3.88	20.02 ± 1.98	27.24 ± 22.82	72.42 ± 21.29	0.300
	C	41	RS09 × RS75	9.89 ± 1.96	17.91 ± 1.80	9.55 ± 10.45	53.63 ± 16.41
13		RS33 × JS22	10.39 ± 3.17	18.6 ± 1.96	15.96 ± 18.18	59.90 ± 19.20	0.293
78		YS08 × RS28	9.00 ± 0.65	17.84 ± 1.39	7.04 ± 1.76	50.68 ± 13.01	0.290
75		YS07 × RS82	6.16 ± 2.09	16.75 ± 1.56	3.48 ± 6.13	46.8 ± 14.62	0.287
45		RS09 × JS04	10.05 ± 1.85	18.12 ± 1.71	9.98 ± 8.00	52.87 ± 16.20	0.286
62		JS07 × RS65	8.65 ± 1.35	17.58 ± 1.54	6.35 ± 1.35	49.21 ± 13.36	0.286
49		RS46 × JS04	9.10 ± 0.69	17.79 ± 1.41	6.98 ± 1.42	49.1 ± 12.92	0.281
46		RS46 × JS15	9.17 ± 1.50	17.24 ± 2.44	7.96 ± 6.56	49.03 ± 28.16	0.275
39		RS09 × JS22	9.45 ± 1.20	17.32 ± 2.10	9.23 ± 5.54	49.88 ± 18.89	0.271
70		JS18 × RS65	8.10 ± 0.34	17.63 ± 1.58	5.26 ± 0.796	48.70 ± 12.60	0.27
79		JS07 × JS21	8.76 ± 1.81	17.54 ± 1.75	7.85 ± 7.87	48.18 ± 14.01	0.269
73		YS06 × JS04	8.06 ± 1.06	15.79 ± 1.59	5.41 ± 2.17	36.11 ± 11.04	0.265
68		JS18 × RS07	9.25 ± 0.78	17.59 ± 1.42	7.30 ± 1.55	46.55 ± 11.60	0.262
52		RS52 × YS01	9.36 ± 6.05	17.03 ± 1.39	7.09 ± 5.90	46.03 ± 11.39	0.260
22		RS70 × JS02	9.20 ± 0.77	17.07 ± 1.60	6.73 ± 1.40	45.61 ± 12.84	0.259
55	YS03 × RS86	8.11 ± 0.54	16.86 ± 1.82	4.90 ± 1.14	43.57 ± 15.35	0.258	
89	YS07 × JS02	8.07 ± 0.66	16.81 ± 1.76	5.43 ± 1.38	43.89 ± 15.61	0.256	
48	RS46 × RS31	8.48 ± 1.79	17.13 ± 1.80	7.47 ± 8.35	45.56 ± 16.09	0.254	
D	3	JS12 × RS86	12.94 ± 4.42	19.47 ± 1.95	31.15 ± 27.7	68.35 ± 19.88	0.248
	4	RS41 × RS34	12.38 ± 3.41	19.01 ± 1.85	24.16 ± 20.94	61.40 ± 18.68	0.248
	27	RS90 × RS88	9.77 ± 0.58	17.35 ± 1.61	9.02 ± 1.67	46.19 ± 13.78	0.248

· 续表 2 ·

家系组 family group	家系 family	杂交组合 mating model (♂ × ♀)	80 d 体长(cm) 80 d body length	230 d 体长(cm) 230 d body length	80 d 体重(g) 80 d body weight	230 d 体重(g) 230 d body weight	绝对增重率 AGR _w
	63	JS07 × RS15	9.05 ± 2.01	17.13 ± 1.65	9.27 ± 8.74	45.82 ± 14.01	0.244
	32	RS38 × RS86	9.84 ± 1.96	17.30 ± 1.97	10.41 ± 10.10	46.41 ± 16.00	0.24
	12	RS30 × RS15	10.99 ± 2.45	18.01 ± 1.74	16.07 ± 17.43	51.94 ± 16.12	0.239
	16	RS30 × RS74	10.6 ± 1.94	17.52 ± 2.46	12.43 ± 9.52	47.93 ± 21.75	0.237
	14	RS30 × RS91	10.44 ± 3.39	17.90 ± 1.83	16.17 ± 18.12	51.3 ± 16.40	0.234
	59	JS07 × RS94	8.58 ± 2.00	17.09 ± 1.36	8.21 ± 10.87	43.31 ± 11.85	0.234
	40	RS09 × RS51	8.67 ± 2.41	16.44 ± 2.57	8.18 ± 12.71	43.18 ± 27.78	0.233
	82	RS22 × RS32	8.39 ± 2.36	16.39 ± 2.70	8.51 ± 10.59	43.44 ± 23.64	0.233
	25	RS90 × RS75	10.49 ± 2.59	17.76 ± 1.50	12.73 ± 10.17	47.45 ± 12.32	0.231
	53	RS52 × YS02	10.31 ± 2.58	17.74 ± 1.56	13.08 ± 13.65	47.68 ± 13.97	0.230
	65	JS18 × RS31	10.13 ± 1.77	16.7 ± 1.87	11.27 ± 7.39	45.77 ± 8.56	0.23
	23	RS38 × JS21	9.96 ± 0.59	16.5 ± 2.11	9.73 ± 1.95	40.56 ± 15.27	0.206
	58	YS03 × RS28	10.43 ± 2.90	16.93 ± 1.73	14.16 ± 15.71	44.25 ± 16.01	0.201
E	35	RS22 × RS31	10.39 ± 2.22	16.81 ± 1.76	14.01 ± 15.11	43.53 ± 16.85	0.197
	76	YS07 × RS75	9.66 ± 2.23	16.35 ± 1.88	10.47 ± 10.31	38.61 ± 15.51	0.188
	10	RS38 × RS02	10.21 ± 2.98	16.63 ± 2.64	13.41 ± 16.11	40.46 ± 21.95	0.180
	54	YS03 × RS94	8.58 ± 1.995	15.42 ± 1.64	5.18 ± 2.01	32.11 ± 10.76	0.180
	24	RS90 × RS94	9.14 ± 2.06	15.79 ± 1.67	8.44 ± 8.86	34.44 ± 11.38	0.173
	26	RS90 × RS82	9.34 ± 2.83	15.94 ± 2.64	10.91 ± 13.34	35.49 ± 24.36	0.164
	29	RS38 × JS05	9.25 ± 1.35	15.24 ± 2.05	7.47 ± 5.71	31.84 ± 14.28	0.162
	47	RS09 × RS82	8.6 ± 2.72	14.73 ± 1.80	8.42 ± 10.96	29.53 ± 10.64	0.141
	56	YS03 × RS24	9.00 ± 2.18	15.84 ± 1.86	9.57 ± 11.79	36.96 ± 14.45	0.138

注:A:生长快速家系,B:生长较快家系,C:生长一般家系,D:生长较慢家系,E:生长慢速家系;

a、b、c 不同表示具显著性差异($P < 0.05$)Notes: A: grew most rapidly, B: grew faster, C: grew normally, D: grew slow, E: grew the slowest; Different letters (a, b, c) indicate significant differences ($P < 0.05$)

表 3 5 组家系体长方差分析结果

Tab. 3 Result of one-way ANOVA of 5 family groups' body length

家系分组 family group	家系数量(个) family number	样本量 N	平均体长(cm) body length	最小值 minimum	最大值 maximum
A	8	537	20.50 ± 2.03 ^a	13.70	25.80
B	12	1 252	18.91 ± 1.93 ^b	6.60	26.00
C	18	1 613	17.74 ± 1.74 ^c	12.20	26.50
D	16	1 469	17.72 ± 2.07 ^c	10.90	28.00
E	9	457	15.87 ± 2.19 ^d	11.00	24.20

注:a、b、c、d 不同表示具显著性差异($P < 0.05$)Notes: Different letters (a, b, c, d) indicate significant differences ($P < 0.05$)

表 4 5 组家系体重方差分析

Tab. 4 Result of one-way ANOVA of 5 family groups' body weight

家系分组 family group	家系数量(个) family number	样本量 N	平均体重(g) Body weight	最小值 minimum	最大值 maximum
A	8	537	78.30 ± 22.71 ^a	6.40	145.10
B	12	1 252	62.16 ± 19.02 ^b	3.00	159.00
C	18	1 612	50.55 ± 16.02 ^c	6.20	188.20
D	16	1 469	50.57 ± 19.17 ^c	11.70	205.90
E	9	457	35.90 ± 17.20 ^d	13.30	121.50

注:a、b、c、d 不同表示具显著性差异($P < 0.05$)Notes: Different letters (a, b, c, d) indicate significant differences ($P < 0.05$)

2.2 不同杂交组合家系生长比较

通过对3个牙鲆繁殖群体7个不同杂交组合产生的63个家系平均生长指标方差分析和多重比较显示,JS δ \times RS η 杂交产生的家系生长最快,体长、体重与其它杂交组合具有显著性差异 ($P < 0.05$),RS δ \times JS η 、JS δ \times JS η 杂交产生的家系生长次之 ($P < 0.05$),RS δ \times YS η 和 RS

δ \times RS η 杂交组合产生的家系在体长和体重两个生长指标上具有一定的同质性,生长速度一般;YS δ \times RS η 和 YS δ \times JS η 杂交产生家系生长速度最慢 ($P < 0.05$) (表5),可见不同群体间与群体内杂交产生家系在生长上存在着明显的差异 ($P < 0.05$)。

表5 不同杂交组合后代生长比较
Tab.5 Comparison of offspring growth characteristics of different mating models

杂交组合 $\delta \times \eta$	家系数 families No.	样本数 N	平均体长 (cm) body length	平均体重 (g) body weight
RS \times RS	20	1 620	17.69 \pm 2.21 ^{cd}	50.61 \pm 20.23 ^c
RS \times JS	15	1 352	18.34 \pm 2.09 ^b	56.33 \pm 19.89 ^b
RS \times YS	2	166	17.38 \pm 1.51 ^d	46.81 \pm 12.70 ^{cd}
JS \times RS	14	1 422	19.04 \pm 2.26 ^a	63.42 \pm 23.01 ^a
JS \times JS	3	202	17.97 \pm 1.96 ^{bc}	55.48 \pm 16.51 ^b
YS \times RS	7	523	16.89 \pm 1.94 ^e	43.96 \pm 16.52 ^d
YS \times JS	2	43	16.60 \pm 1.76 ^e	42.27 \pm 15.00 ^d

注:a、b、c、d、e不同表示具显著性差异 ($P < 0.05$)

Notes: Different letters (a, b, c, d, e) indicate significant differences ($P < 0.05$)

2.3 后裔性状比较对亲本的选择

从3个牙鲆群体中的14个父本杂交产生的14个半同胞家系组的体长多重比较看,父本JS29产生的5个半同胞家系生长最快 ($P < 0.05$),JS12和RS41分别产生的3个半同胞家系的生长次之 ($P < 0.05$),RS30和RS52产生的半同胞家系的生长再次之 ($P < 0.05$),RS22、RS90和YS03产生的家系组生长较差 ($P < 0.05$)。从体重的多重比较结果看,也是JS29产生半同胞家系组生长最快 ($P < 0.05$),JS12产生半同胞家系组生长次

之 ($P < 0.05$),RS41产生的半同胞家系组的生长再次之 ($P < 0.05$),RS22、RS90和YS03产生的家系组生长较差 ($P < 0.05$)。从以上分析结果可见,JS29、JS12和RS413个父本产生的后代具有生长快的特点,进而可以说明这3个父本在生长方面具有优良的遗传基因。在鱼类繁殖上可以选择这3个雄鱼做为父本与其它雌鱼杂交产生生长速度快的牙鲆鱼苗。而RS22、RS90和YS033个父本产生的后代不具有生长方面的优势 (表6)。

表6 14个父本产生的半同胞家系个体体长、体重平均值比较
Tab.6 Progeny test values of 14 sires by body length and body weight of half-sib family of Japanese flounder

父本 sire	半同胞家系数 (个) half-sib family number	后代样本量 N	后代体长 body length	后代体重 body weight
S09	5	485	17.61 \pm 1.98 ^{cd}	49.81 \pm 17.83 ^{ef}
RS22	3	170	16.93 \pm 2.14 ^e	45.47 \pm 19.85 ^{fg}
RS30	4	278	17.92 \pm 2.04 ^c	51.74 \pm 18.31 ^{de}
RS38	5	461	17.40 \pm 2.57 ^d	47.96 \pm 21.83 ^{ef}
RS41	3	339	19.23 \pm 2.04 ^b	64.50 \pm 21.12 ^c
RS46	4	337	17.65 \pm 1.79 ^{cd}	49.48 \pm 17.28 ^{ef}
RS52	3	291	18.03 \pm 1.75 ^c	54.02 \pm 17.13 ^d
RS90	4	198	16.97 \pm 1.98 ^e	42.98 \pm 16.71 ^{gh}
JS07	6	541	17.74 \pm 1.81 ^{cd}	51.66 \pm 16.30 ^{de}
JS12	3	372	19.39 \pm 2.03 ^b	67.63 \pm 20.46 ^b
JS18	3	221	17.59 \pm 1.50 ^{cd}	47.47 \pm 11.99 ^{ef}
JS29	5	490	20.44 \pm 2.05 ^a	77.12 \pm 23.14 ^a
YS03	4	320	16.39 \pm 1.87 ^f	40.33 \pm 15.68 ^h
YS07	3	125	17.29 \pm 2.08 ^{de}	47.22 \pm 18.53 ^{ef}

注:a、b、c、d、e、f、g、h不同表示体重或体长显著性差异 ($P < 0.05$)

Notes: Different letters (a, b, c, d, e, f, g, h) indicate extremely significant differences ($P < 0.05$)

表 7 显示了抗病牙鲆群体和日本牙鲆群体中 12 个母本产生的半同胞家系组体长和体重多重比较结果,从体长比较结果看,RS75 产生家系组生长最快($P < 0.05$),RS28、RS86、JS21 和 JS22 产生家系组生长次之($P < 0.05$),JS04 产生家系组生长属第三($P < 0.05$),RS94 产生家系组生长最慢($P < 0.05$)。从体重比较结果看,同样是 RS75 产生家系组生长最快($P < 0.05$),JS21 和

JS22 产生家系组生长次之($P < 0.05$),RS28 和 RS86 产生的家系组生长属第三($P < 0.05$),RS94 产生家系组生长最慢($P < 0.05$)。因此可以说明母本 RS75、RS28、RS86、JS21 和 JS22 具有较优良的生长遗传基因,在生产中可以选择这几个雌鱼做为母本进行杂交繁殖生长快速的鱼苗。而母本 RS94 产生的后代不具有生长方面的优势。

表 7 12 个母本产生的半同胞家系个体体长、体重比较

Tab. 7 Progeny test values of 12 dams by body length and body weight of half-sib family of Japanese flounder

母本 dam	半同胞家系数(个) half-sib family number	样本量 N	后代体长 body length	后代体重 body weight
RS15	3	208	17.42 ± 1.88 ^{de}	48.29 ± 18.25 ^d
RS28	4	449	18.48 ± 2.05 ^b	57.55 ± 20.48 ^{bc}
RS31	4	284	17.51 ± 2.14 ^{de}	49.51 ± 19.71 ^d
RS65	2	198	17.6 ± 1.55 ^{de}	48.96 ± 12.96 ^d
RS75	6	592	19.47 ± 2.53 ^a	68.81 ± 25.77 ^a
RS82	5	317	17.34 ± 2.47 ^e	46.89 ± 21.03 ^d
RS86	3	340	18.39 ± 2.26 ^b	57.69 ± 21.39 ^{bc}
RS94	3	170	16.5 ± 1.65 ^f	39.35 ± 12.39 ^e
JS02	4	102	17.64 ± 2.35 ^{de}	52.33 ± 23.62 ^{cd}
JS04	3	275	17.9 ± 1.64 ^{cd}	50.73 ± 15.06 ^d
JS21	6	446	18.73 ± 2.15 ^b	60.22 ± 20.41 ^b
JS22	3	388	18.26 ± 1.90 ^{bc}	56.35 ± 17.48 ^{bc}

注:a,b,c,d,e,f 不同表示有极显著差异($P < 0.01$)

Notes: Different letters (a, b, c, d, e, f) indicate extremely significant differences ($P < 0.01$)

2.4 生长最快家系与生长最慢家系的体长体重关系

图 1 显示了生长最快家系 36 和生长最慢家系 47 的体长和体重关系,家系 36 的体长体重关系式为 $W = 0.013L^{2.9739}$ ($R^2 = 0.9949$),家系 47 的体长和体重关系式为 $W = 0.0143L^{2.8223}$ ($R^2 = 0.9927$),从关系式中看出, $R^2 > 0.5$,表明牙鲆家系个体的体长和体重密切相关,两关系式中 a 值相近,说明家系生长环境较稳定,家系之间具有可比性;关系式中 $b < 3$,说明两家系都处于异速生长阶段。

3 讨论

牙鲆是我国海水捕捞和养殖的重要鱼种,但是对于牙鲆育种近年来才受到重视。日本在全雌牙鲆及抗淋巴囊肿病毒的牙鲆品系培育方面进行了研究^[18-20],我国从 2002 年开始收集和人工构建能够抗鳃弧菌病的牙鲆群体,对抗病群体、不抗病群体和正常群体的遗传结构进行分析^[6-7]。克

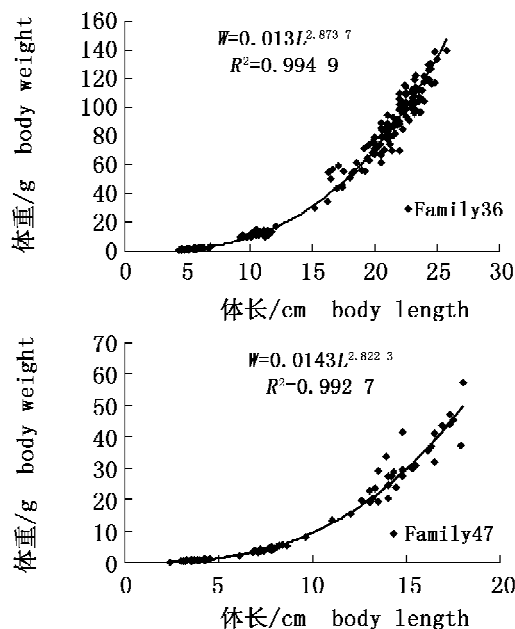


图 1 家系 36 和 47 体长与体重关系

Fig. 1 Analysis of correlation of body length and body weight by family 36 and 47

除了牙鲆 MHC 抗病基因,发现 MHC 的某些等位基因/基因型与牙鲆对鳃弧菌的抗性/感性相关,因此认为这些等位基因/基因型可以作为抗病基因标记来定向选育牙鲆抗病品系^[21-22],同时从日本引进了不同地理群体牙鲆,从黄海收集了野生牙鲆群体;2007 年开始利用以上 3 个群体杂交构建了 63 个牙鲆家系。培育生长快、抗病力强的鱼类品种做为我国牙鲆育种的研究目标。

选择育种 (selective breeding) 是对一个原始品种群体实行有目的、有计划的反复选择淘汰,而分离出几个有差异的系统,将这样的系统与原始品种比较,使一些经济性状表现显著优良而又稳定,于是形成新的品种^[23]。国际上在鲑鳟鱼类选择育种方面做了很多研究,丹麦农业科学学院利用 1 雄对 2 雌,或 1 雌对 2 雄的方法,建立了 50 个虹鳟全同胞家系,研究了虹鳟养殖群体的生长、食性转化率及对病毒性出血败血病抗病力的关系,建立了相应的数量遗传模型^[11]。挪威科学家采用家系建立和基因标记手段进行了大西洋鲑抗病分子育种的研究工作,分别建立了抗病家系和疾病敏感家系^[12]。在鲤养殖品种的选择方面,利用相关数量性状在抗病性和外型上进行了成功的选择育种^[13]。我国在淡水鱼类育种方面,利用家系选育、系间杂交和雌核发育、横交固定等育种手段培育了建鲤 (*Cyprinus carpio* var. *Jian*),从 1988 年开始向全国推广,成为淡水池塘养殖的主要对象,在部分地区占渔业总产量的 60% ~ 70%^[24]。在团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*) 选择育种方面,经过 16 年高强度的混合选育 (0.03% ~ 0.04% 的选择率),选育了团头鲂“浦江 1 号”,第 5 代成鱼平均日增重率比对照系提高 29.1%^[17,25]。可见选择育种方法在国内外养殖鱼类育种方面被广泛地采用。但我国在海水鱼类选择育种方面,还没有成功选育的报道,对牙鲆建立大量家系和进行选育在国内也是首次。

牙鲆家系的建立是一个较复杂的过程,为了尽量避免环境不同对家系选择造成的误差,对 3 个繁殖群体进行了共同培育、生殖调控,使 3 个牙鲆群体在同一时间段达到了性成熟,并在尽可能短的时间内建立了全部的家系,在家系的培育中经过了 2 次标准化,将每个养殖单元的群体数量调整到 2 000 尾。养殖至 80 d 后在每个家系中随机选择相同数量的个体标记后集中在同一个大的

养殖单元培育,保证了养殖环境的一致性,这样基本上消除了环境和家系建立时间对家系选择的影响。经过多元方差分析及体长体重相关系数比较说明,养殖环境和日期对家系未达显著性的影响。通过对家系标准化后养殖 150 d 的生长比较,发现家系之间存在较明显的生长差异,生长最快家系的体重是最慢家系的 3.08 倍,最大体长是最小体长的 1.47 倍。生长最快家系的绝对增重率较生长最慢家系绝对增重率高出 246.37%。根据单因素方差分析的初步结果和家系绝对增重率,将 63 个家系进行分组分析,方差分析显示,将 63 个家系分为生长快速组、生长较快组、生长一般组、生长较慢组和生长最慢组是合理的,各组在生长上具有极显著差异 ($P < 0.01$),从而在 63 个家系中筛选出了生长最快的 8 个家系,分别是 19、36、51、21、69、61、64 和 81。生长最快的 8 个家系的杂交组合全都是抗病牙鲆和日本牙鲆两个群体正、反交产生的。8 个家系的体重 (62.00 ± 25.17) ~ (90.97 ± 22.63) g,体长 (18.64 ± 2.76) ~ (21.69 ± 1.98) g。

抗病牙鲆群体是在养殖群体中通过人工感染鳃弧菌后,筛选出具有抗病力的个体组成,这一群体与黄海野生牙鲆同属于一个地理群体;日本牙鲆在地理分布上与前两个群体相距较远。对 3 个牙鲆群体间的 7 个杂交组合后代生长进行方差分析显示,日本牙鲆和抗病牙鲆正、反杂交产生的家系生长最快,体现了不同地理群体之间的杂交优势。相反抗病牙鲆和日本牙鲆分别在群体内交配都未显示出生长优势,可见利用牙鲆不同地理群体进行牙鲆选择育种、培育生长快和抗病力强的牙鲆新品种是一条正确的技术路线。黄海牙鲆与日本牙鲆杂交产生的家系数及后代个体数较少,可能未完全表现出其遗传特性,对于这两个种群的杂交结果有待于进一步验证。

后裔鉴定 (progeny testing) 是依据繁殖亲本后代的质量来评定亲本种用价值的选择育种技术,其突出的优点是能迅速判别亲本的基因型^[26]。我们利用简单多系相互交配的方法对 14 个父本和 12 个母本建立了父系半同胞家系组和母系半同胞家系组。通过其后裔生长性状的方差分析和多重比较,筛选出了 3 个父本和 5 个母本具有生长优良的性状。这一选择结果为优良家系的建立和鱼苗的大量生产提供了科学依据,加快

了育种进程,这一结果可直接利用于生产实践,2008年春季利用这一筛选结果生产牙鲆苗种30万尾,目前已生长至6 cm。

鱼类体长和体重关系式能从另一侧面反应家系生长的内在联系及环境对其生长的影响, $W = aL^b$,式中 a 表示条件因子,它在一定程度上反映了生物体的肥满度。幂指数 b 表示水生生物是否为等速生长,当 $b=3$ 时,为等速生长,否则为异速生长。水生生物若为同一种群,其体长与体重关系式一般是相近的^[27]。鱼类的幼鱼和成鱼之间,雌雄之间的 b 值相差较大,不同种群之间也有差异,在幼鱼阶段, b 值低于3,呈强异速性生长;随着鱼类生长逐渐减弱,发育趋向均匀,到成鱼时 b 值都接近或大于3^[28];而 a 值将随不同的季节、日期和不同的栖息地变化而改变^[29]。本文通过生长最快家系和最慢家系体长体重关系的分析,两家系的 a 值相近,说明生长最好家系和最差家系的养殖环境比较一致,家系间的差异不是由于养殖环境造成的,同时说明以上63个家系之间的生长对比是可行的,结果是可靠的。而且体长和体重表现出密切相关,说明生长数据的测量值是准确的。两关系式中的 b 都小于3,说明不论是生长最好家系还是最差的家系都处于快速生长阶段,这与家系个体的年龄和生长期相符合,所有牙鲆家系的生长是正常的。

参考文献:

- [1] 雷霖霖. 海水鱼类养殖理论与技术[M]. 北京: 中国农业出版社,2005.
- [2] 中华人民共和国农业部渔业局编制. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社,2006.
- [3] 邹曙明,李思发,蔡完其. 牙鲆和大菱鲆养殖群体的分子标记和遗传变异[J]. 中国水产科学, 2000, 7(4): 311-316.
- [4] Sekino M, Hara M. Application of microsatellite markers to population genetics studies of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* [J]. Marine Biotechnology, 2001, 3: 572-589.
- [5] 尤 锋,王可玲,相建海,等. 山东近海褐牙鲆自然与养殖群体生化遗传结构及其遗传变异的比较分析[J]. 海洋与湖沼,2001, 32(5): 512-518.
- [6] Liu Y, Chen S, Li B. Assessing the genetic structure of three Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) stocks by microsatellite markers [J]. Aquaculture, 2005, 243:103-111.
- [7] Liu Y, Chen S, Li B, et al. Analysis of genetic variation in selected stocks of hatchery flounder, *Paralichthys olivaceus*, using AFLP markers [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2005, 33: 993-1005.
- [8] 张玉喜,陈松林. 牙鲆 MHCII B 基因多态性及其与鱼体抗病力关系的研究[J]. 水产学报,2006, 30(5): 633-639.
- [9] 刘云国,陈松林,刘占江. 牙鲆抗鳃弧菌病 AFLP 分子标记的筛选[J]. 中国水产科学, 2007, 14(1): 155-159.
- [10] 陈松林,田永胜,徐田军,等. 牙鲆抗病群体和家系的建立及其生长和抗病性能初步测定[J]. 水产学报,2008,38(5): 665-673.
- [11] Henryon M, Jokumsen A, Berg P, et al. Genetic variation for growth rate, feed conversion efficiency, and disease resistance exists within a farmed population of rainbow trout [J]. Aquaculture, 2002, 209: 59-76.
- [12] Grimholt U, Larsen S, Nordmo R, et al. MHC polymorphism and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*); facing pathogens with single expressed major histocompatibility class I and class II loci[J]. Immunogenetics, 2003,55:210-219.
- [13] Vandeputte Marc. Selective breeding of quantitative traits in the common carp (*Cyprinus carpio*): a review[J]. Aquatic Living Resources, 2003, 16: 399-407.
- [14] 郑 林,刘怀野,祁茂彬,等. 以丹东地区夏洛来种公牛后裔测定结果分析[J]. 畜牧生产,2004, 4: 13-14.
- [15] 张 豪,张 沅,张 勤. 后裔测定青年公牛的标记辅助 BLUP 选择[J]. 科学通报,2002,47(20): 1566-1571.
- [16] 钱宏光,布 仁,巴 图,等. BLUP 法在肉羊育种中的应用初探[J]. 中国草食动物,2000,4:22-24.
- [17] 李思发,蔡完其. 团头鲂双向选育效应研究[J]. 水产学报, 2000, 24(3): 201-206.
- [18] Yamamoto E. Studies on sex-manipulation and production of cloned populations in hirame, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schligil) [J]. Aquaculture, 1995, 173: 235-246.
- [19] Fuji K, Kobayashi K, Hasegawa O, et al. Identification of a single major genetic locus controlling the resistance to lymphocystis disease in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) [J]. Aquaculture, 2006, 254: 203-210.

- [20] Fuji K, Hasegawa O, Honda K, *et al.* Marker-assisted breeding of a lymphocystis disease-resistant Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) [J]. *Aquaculture*, 2007, 272: 291–295.
- [21] 陈松林. 海水养殖鱼类抗病分子育种研究进展及前景展望[J]. *科技导报*, 2004, 9: 10–13.
- [22] Zhang Y X, Chen S L, Liu Y G, *et al.* Major histocompatibility complex IIB allele polymorphism and its association with resistance/susceptibility to *Vibrio anguillarum* in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) [J]. *Marine Biotechnology*, 2006, 8: 600–610.
- [23] 楼允东. 鱼类育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [24] 张建森, 孙小异. 建鲤生物工程育种技术及品种特性[J]. *现代渔业信息*, 1997, 12(3): 20–24.
- [25] 邹曙明, 李思发, 蔡完其. 团头鲂“浦江1号”一个 RAPD 标记的 SCAR 转化[J]. *水产学报*, 2005, 29(3): 296–300.
- [26] 范兆廷. 水产动物育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [27] 王雪辉, 杜飞雁, 邱永松. 南海北部主要经济鱼类体长与体重关系[J]. *台湾海峡*, 2006, 25(2): 262–266.
- [28] 尹增强, 孔立辉. 阿根廷滑柔鱼体长、体重组成以及体长与体重关系的初步分析[J]. *河北渔业*, 2007, 157: 1–14.
- [29] 黄真理, 常剑波. 鱼类体长体重关系中的分型特征[J]. *水生生物学报*, 1999, 23(4): 330–336.

欢迎订阅 2010 年《海洋渔业》

《海洋渔业》创刊于 1979 年,是中国科学技术协会主管、中国水产学会和中国水产科学研究院东海水产研究所主办的学术期刊。《海洋渔业》主要刊载水产生物学、水产生物病害与防治、水产生物营养与饲料、渔业生态与渔业水域生态环境保护、海洋水产资源开发利用与保护、渔具与渔法、海水养殖与增殖、水产品保鲜与综合利用、渔业机械与仪器等方面的水产基础理论研究和水产应用基础研究的论文、综述和简报,读者对象主要为海洋水产科技工作者、水产院校师生和渔业行政管理人员等。

《海洋渔业》于 2006 年被“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)收录,2009 年被中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database,简称 CSCD)(扩展库)(2009 年~2010 年)和北京大学图书馆《中文核心期刊要目总览》收录,还先后被《中国期刊全文数据库》(CJFD)、《万方数据-数字化期刊群》、《中文科技期刊数据库》、联合国《水科学和渔业文摘》(ASFA)等期刊数据库收录。

《海洋渔业》为国内外公开发行,国内统一刊号:CN 31-1341/S,国际标准刊号:ISSN 1004-2490,邮发代号:4-630。季刊,大 16 开,112 页,逢季中月 25 日出版。定价:16 元/册。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款至编辑部订阅。

编辑部地址:上海市军工路 300 号

邮政编码:200090

联系电话:021-65680116,021-65684690×8048,传 真:021-65683926

E-mail:haiyangyue@126.com,网 址:www.eastfishery.ac.cn

The comparison of growth performances of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) families and selection of parents with good trait

TIAN Yong-sheng¹, CHEN Song-lin¹, XU Tian-jun^{1,2}, DENG Han¹, DING Hao^{1,2}

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) is one of the most important fishes for mariculture in China as it is fast growing and has high market value. However, in recent years, the Japanese flounder aquaculture encountered many problems such as disease, decreased growth rate and germplasm degradation etc. So, it is very important to breed new strains with high growth rate and disease resistance in flounder aquaculture. In the present study, the growth characteristics of 63 flounder families developed previously in our lab were compared. The body length and body weight of 80 – 230 d individuals from these families were measured and the results showed that the significant growth differences among families have been found. The average body length and average body weight of individuals from family with the fastest growth rate were 1.47 and 3.08 times than those of family with the slowest growth rate, respectively, and the absolute growth rate among these families ranges from 0.138 to 0.478. The multivariate analysis of variance (MANOVA) to family factors showed that the growth days of flounder family did not have significant influence on the body length and weight ($P > 0.05$). The one way ANOVA and SNK analysis for 63 family growth characterization revealed that all families could be divided into 5 groups including the fastest growth, fast growth, normal growth, slow growth and the slowest growth group with significant difference ($P < 0.01$). From these groups, eight fast growth families numbers of 19, 36, 51, 21, 69, 61, 64 and 81 were selected. The offspring growth characterization of seven cross combinations including RS ♂ × JS ♀, RS ♂ × RS ♀, RS ♂ × YS ♀, JS ♂ × RS ♀, JS ♂ × JS ♀, YS ♂ × RS ♀ and YS ♂ × JS ♀ was analyzed with SNK method, and the results revealed that the JS ♂ × RS ♀ hybridization family grew faster ($P < 0.05$) and the obvious significant difference in the growth speed of family from different stock cross and same stock cross ($P < 0.05$). The progeny testing of half-sib family suggested the JS29, JS12, RS41 paternity and RS75, RS28, RS86, JS21, JS22 maternity possessed the excellent growth genes owing to their offspring fast growth speed ($P < 0.05$). Finally, based on these body length and weight data of the fastest and slowest growth family, the body length and weight relationship was constructed with correlation coefficient $R^2 > 0.5$, the similar a value and $b < 3$. And this showed that the family individual body length and weight had close relation and two kinds of families in stable growth environment were in allometric growth period.

Key words: *Paralichthys olivaceus*; family; growth performance; progeny testing; parent selection