

红鳍东方鲀(*Takifugu rubripes*)生长性状的遗传参数估计*

刘永新¹ 周勤² 张红涛² 姜长波³ 张福崇⁴

(1. 中国水产科学研究院 北京 100141; 2. 中国水产科学研究院北戴河中心实验站 秦皇岛 066100;
3. 天津水产养殖公司 唐山 063205; 4. 河北省海洋与水产科学研究院 秦皇岛 066200)

摘要 通过人工受精的方法获得红鳍东方鲀 8 个半同胞家系(16 个全同胞家系), 共测量了 790 尾红鳍东方鲀 8 个半同胞家系(16 个全同胞家系)135 日龄和 200 日龄的体质量和体长。将 135 日龄生长性状作为协变量构建 3 个动物模型, 模型(1)包含加性遗传效应、母本遗传效应和全同胞效应; 模型(2)包含加性遗传效应和母本遗传效应; 模型(3)包含加性遗传效应和全同胞效应。利用 DMU 软件, 采用平均信息约束极大似然法估计各模型中性状的方差组分, 用似然比检验法进行不同模型的差异检验。选择最优模型估计红鳍东方鲀 200 日龄生长性状的遗传参数。结果表明, 母本遗传效应对 200 日龄红鳍东方鲀生长性状无显著影响, 确定模型(3)为最优模型。200 日龄红鳍东方鲀, 体质量和体长的遗传力分别为 0.16 和 0.14, 全同胞效应比率分别为 0.12 和 0.13。研究表明, 红鳍东方鲀生长性状具备一定的选择潜力, 应用家系选育方法能够获得较好的遗传进展。

关键词 红鳍东方鲀; 全同胞家系; 生长性状; 遗传参数; 最优模型

中图分类号 S917 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2014)06-0039-06

红鳍东方鲀(*Takifugu rubripes*)隶属于硬骨鱼纲(Osteichthyes)、鲀形目(Tetraodontiformes)、鲀亚目(Tetraodontoidei)、鲀总科(Tetraodontoidea)、鲀科(Tetraodontidae)、东方鲀属(*Takifugu*), 俗称虎河鲀、气规、规仔等, 为暖水性海洋底栖鱼类, 在我国东海、黄海以及日本、韩国和北朝鲜等海域存在较为广泛的分布, 其模式产地为日本长崎(孟庆闻等, 1995)。红鳍东方鲀肉质细致、味道鲜美, 是具有高度经济价值的海水鱼类品种。在日本, 红鳍东方鲀的商业价值表现更高, 除作佳肴、泡酒食用外, 还可从其卵巢中提取河豚鱼毒素, 每克售价高达数万美元。20 世纪 80 年代, 日本开始进行红鳍东方鲀陆上水池人工养殖研究, 但养殖产量无法满足日本民众的需求, 因此每年还需从我国进口大量的商品鱼。虽然国内外红鳍东方鲀的大规模人工养殖工作早已起步, 但均以繁育、养

殖为主(王新安等, 2012; 陆丽君等, 2013), 有关遗传选育、遗传参数估计的相关工作尚未见文献报道。

为了进行目标性状的遗传改良, 需要获得准确、可靠的遗传参数, 这是制定育种规划的前提和基础(Henderson, 1984)。遗传参数包括 3 个重要指标: 遗传力、遗传相关和育种值。国内外开展有关此 3 个遗传参数估计的研究已有众多报道(李镛等, 2011; Martinez *et al*, 1999; Liu *et al*, 2011), 涉及的水产动物品种涵盖了鱼类、虾类、贝类和蟹类。然而, 不同的遗传参数估计方法均需要通过数学模型来进行计算, 在已有报道中, 往往只建立一个模型进行参数求解, 并未构建多个模型进行比较, 从中选择估计遗传参数的最优模型(李镛等, 2011; Martinez *et al*, 1999; Liu *et al*, 2011)。有鉴于此, 本研究建立了 16 个红鳍东方鲀全同胞家系, 在模型中考虑不同的随机效应, 构建了 3

* 国家科技支撑计划(2012BAD26B01)资助。刘永新, E-mail: liuyx@cafs.ac.cn

① 通讯作者: 周勤, 高级工程师, E-mail: laozhou_529@hotmail.com

收稿日期: 2014-01-25, 收修改稿日期: 2014-03-11

个不同的单性状动物模型,通过不同模型比较,确定最优统计模型,并以此模型为基础,通过约束极大似然法估计红鳍东方鲀主要生长性状的遗传参数,旨在为制定行之有效的红鳍东方鲀育种策略提供必备的理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验所用红鳍东方鲀亲鱼群体于 2013 年 4 月选自河北省唐山市天河水产养殖公司,该群体为日本引进的受精卵繁育形成的后代。从外观上选择个体较大、体重范围为 2.8–3.5 kg、体表无外伤、性腺发育良好的雄性亲鱼和雌性亲鱼各 16 尾,采用人工干预法授精制备家系。在实际配组过程中,按照雌雄比例 1:2 的方式,即 1 尾雄鱼同 2 尾雌鱼配组,总计建立了 16 个全同胞家系,其中包含 8 个半同胞家系。

每个家系饲养在独立的玻璃钢圆形水槽中。养殖期间的仔鱼饲养采用常规方法进行,投喂饵料随日龄增加依次为轮虫、卤虫和配合饵料,养殖温度随自然海水温度改变而变化,各家系的养殖密度、充氧、饵料投喂量、流水等条件保持一致,所有的苗种孵化和仔鱼培育在中国水产科学研究院北戴河中心实验站良种场完成。

各家系的初孵仔鱼数量为 3000 尾,培育至 60 日龄,各家系随机保留 300 尾,在 90 日龄各家系再次随机保留 60 尾,于 135 日龄进行个体电子标记,每个家系标记约 50–60 尾鱼,总计完成电子标记的个体数为 790 尾。标记后个体混合养殖,个体性状测量的时间点包括 135 日龄和 200 日龄。两次测量间的混养过程中,由于红鳍东方鲀自残较严重,经过 65 d 培育,各家系均有个体发生死亡。大多数家系的成活率基本相同,损失个体仅为个位数,但有两个家系的成活率明显低于其他家系。测量的主要生长性状分别为体质量和体长,用电子天平测量体质量,精度为 0.01 g,用电子数显游标卡尺测量体长,精度为 0.01 cm。

1.2 统计模型

为了筛选估计红鳍东方鲀 200 日龄生长性状遗传参数的最优模型,参考已有鱼类生长性状动物模型(马爱军等, 2009; Liu *et al.*, 2011),将 135 日龄生长性状作为协变量,建立了如下 3 个单性状动物模型选优,其表示形式如下:

$$y_{ij} = u + a_i + f_i + m_i + bd_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

$$y_{ij} = u + a_i + m_i + bd_{ij} + e_{ij} \quad (2)$$

$$y_{ij} = u + a_i + f_i + bd_{ij} + e_{ij} \quad (3)$$

式中, y_{ij} 为第 i 个个体生长性状, u 为总体均值, a_i 为第 i 个个体加性遗传效应, f_i 为第 i 个全同胞效应, m_i 为第 i 个母本遗传效应, d_{ij} 为初始日龄生长性状协变量, b 为回归系数, e_{ij} 为残差效应。

假定模型(1)为最优模型,则其期望和方差可表示为:

$$E(y) = X\beta, E(a) = E(m) = E(f) = 0, E(e) = 0,$$

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a \\ m \\ f \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{a,m}^2 & 0 & 0 \\ A\sigma_{a,m}^2 & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_f^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

式中, A 为系谱中所有个体的亲缘关系矩阵, I 为单位矩阵。 σ_a^2 、 σ_m^2 、 σ_f^2 和 σ_e^2 分别为加性遗传效应、母本遗传效应、全同胞效应和残差效应的方差组分。

遗传力计算公式为:

$$h^2 = \sigma_a^2 / \sigma_p^2,$$

式中, $\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_m^2 + \sigma_f^2 + \sigma_e^2$,

母本效应遗传力为:

$$h_m^2 = \sigma_m^2 / \sigma_p^2,$$

全同胞效应与表型方差比率为:

$$f^2 = \sigma_f^2 / \sigma_p^2,$$

残差效应与表型方差比率为:

$$e^2 = \sigma_e^2 / \sigma_p^2.$$

1.3 数据处理

使用 SAS 8.2 软件统计不同日龄所有测量个体生长性状的表型参数。遗传模型分析过程采用 DMU 软件 (Version 6) 执行 AI-REML (Average Information Restricted Maximum Likelihood) 来完成。在迭代 REML 过程中,选择不同的方差初始值重复计算,以保证达到整体而不是局部的最大化。收敛标准为两次迭代所得估计值的方差小于 10^{-6} 。

为了决定最优模型,构建似然比统计量来检验不同模型之间差异的显著性。似然比统计量定义为:

$$LR = -2(\ln L_2 - \ln L_1),$$

式中, $\ln L_2$ 是简化模型的最大似然函数值, $\ln L_1$ 是全模型的最大似然函数值。似然比统计量服从渐近分布 (χ_{df}^2), 其中自由度 (df) 为待估参数个数。

2 结果与分析

2.1 不同日龄生长性状的表型参数

红鳍东方鲀不同日龄体质量和体长的表型参数列于表 1 中。在 135 日龄和 200 日龄, 体质量平均值分别为 40.11 g 和 120.79 g, 体长的平均值分别为 10.51 cm 和 16.43 cm。体质量的变异系数相对较大,

在 135 日龄和 200 日龄分别为 0.24 和 0.26; 体长的变异系数则相对较小, 在 135 日龄和 200 日龄均为 0.09。以体质量为例, 绘制其 135 日龄和 200 日龄的散点图(图 1)。200 日龄体质量随着 135 日龄体质量的增加而变大, 表明两个变量间呈现正相关。二者相关系数为 0.72($P < 0.0001$), 表明 135 日龄和 200 日龄体质量存在较强相关, 因此有必要将 135 日龄体质量作

表 1 红鳍东方鲀不同日龄生长性状的表型参数

Tab.1 The phenotypic parameters for growth traits of *Takifugu rubripes* at different days of age

| 性状 Traits | 日龄 Days of age | 个体数 No. of individuals | 平均值 Mean | 标准差 Standard deviation | 变异系数 Coefficient of variation | 最大值 Maximum | 最小值 Minimum |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|
| 体质量 Body weight(g) | 135 | 790 | 40.11 | 9.51 | 0.24 | 73.38 | 16.63 |
| | 200 | 765 | 120.79 | 31.96 | 0.26 | 206.01 | 45.02 |
| 体长 Body length(cm) | 135 | 790 | 10.51 | 0.98 | 0.09 | 13.69 | 7.15 |
| | 200 | 765 | 16.43 | 1.47 | 0.09 | 19.80 | 11.40 |

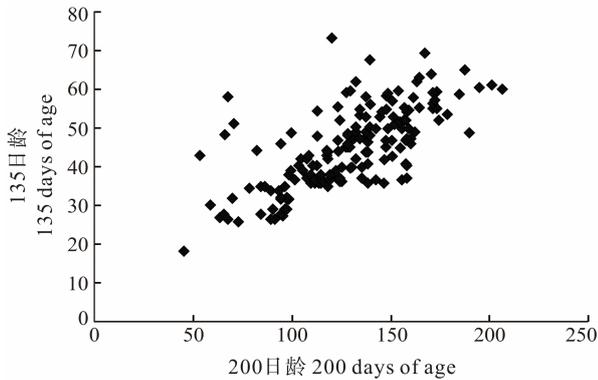


图 1 体质量散点图

Fig.1 Scatter diagram for body weight

为协变量加入到模型中。

2.2 遗传模型比较

不同遗传模型比较结果详见表 2。对于 200 日龄的体质量, 模型(1)和模型(2)之间存在显著性差异, 表明全同胞效应对分析的目标性状具有显著影响; 模型(1)和模型(3)之间不存在显著性差异, 表明母本效应对分析的目标性状无显著影响。对于 200 日龄的体长分析也获得了相同的结果。由此显示, 建立估计红鳍东方鲀 200 日龄生长性状遗传参数的数学模型中应

表 2 3 个遗传模型的似然值和似然比

Tab.2 The natural log likelihood ($-2\ln L$) and likelihood ratio (LR) obtained with 3 genetic models

| 项目 Items | 模型 Model | 似然值 $-2\ln L$ | 似然比 LR |
|------------------------|-------------|------------------|--------------------|
| 体质量 | 1 | 3724.75 | |
| | 2 | 3753.60 | 28.85** |
| | 3 | 3727.47 | 2.72 ^{ns} |
| 体长 Body length (cm) | 1 | 738.92 | |
| | 2 | 747.15 | 8.23** |
| | 3 | 744.89 | 5.97 ^{ns} |

注: 似然比(LR)统计量, 当自由度(df)=1, 显著水平为 0.01 的 $\chi^2=6.63$, **表示存在极显著差异($P < 0.01$), ns 表示不存在显著差异($P > 0.01$)

Note: Likelihood ratio (LR) statistics, $\chi^2=6.63$ at 0.01 significant level when $df=1$; **. Extremely significant difference at $P < 0.01$; ns. No significant difference

同时考虑加性遗传效应和全同胞效应, 即模型(3)为最优遗传模型。

2.3 生长性状的遗传参数

表 3 列出了红鳍东方鲀 200 日龄生长性状的遗传力和方差组分。由方差组分计算获得各项遗传参数, 其中体质量的遗传力估计值为 0.16, 体质量的全同胞

表 3 红鳍东方鲀 200 日龄生长性状的遗传参数

Tab.3 The genetic parameters for growth traits of *T. rubripes* at 200 days of age

| 性状 Traits | 表型方差 σ_p^2 | 加性效应遗传 方差 σ_a^2 | 全同胞效应 方差 σ_f^2 | 残差效应 方差 σ_e^2 | 遗传力 h^2 | 全同胞效应 比率 f^2 | 残差效应 比率 e^2 |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|------------------|
| 体质量 Body weight(g) | 398.26 | 63.73 | 46.49 | 288.04 | 0.16 | 0.12 | 0.72 |
| 体长 Body length(cm) | 1.62 | 0.23 | 0.21 | 1.18 | 0.14 | 0.13 | 0.73 |

效应比率为 0.12, 体质量的残差效应比率为 0.72; 体长的遗传力估计值为 0.14, 体长的全同胞效应比率为 0.13, 体长的残差效应比率为 0.73。

3 讨论

准确估计性状的遗传参数主要取决于 3 个要素: 数据集质量、参数估计方法和采用的分析模型。大规模群体的系谱结构和多个生长时间点的性状记录是建立高质量数据集的基础, 但这往往会消耗较多的人力和物力。与畜牧相比较, 水产动物品种由于其可产生众多的子代, 在个体发育达到能够进行电子标记的时间点后, 便可重复进行生长或其他性状的测量, 据此积累大量的数据记录用于遗传评估, 这是畜禽动物无法比拟的优势所在。

估计遗传参数的方法有很多种, 其中约束极大似然法更适用于分析小规模数据集(Patterson *et al.*, 1971), 为目前进行畜牧和水产动物生长性状遗传评估的主要方法。分析模型对于遗传参数估计结果具有显著影响, 在实际育种工作中往往不容易确定影响目标性状的各种遗传和环境因素, 因此, 在建立模型时应尽量考虑可能存在的固定效应和随机效应, 通过不同模型比较确定对目标性状具有显著性影响的效应因素。分析不同效应对生长性状遗传参数估计的作用已有众多报道。在虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*) (Crandell *et al.*, 1993)、大西洋鲱(*Clupea harengus*) (Bang *et al.*, 2006)、舌齿鲈(*Dicentrarchus labrax*) (Saillant *et al.*, 2001)、黄鳍鲷(*Acanthopagrus butcheri*) (Doupe *et al.*, 2005)和牙鲆(Liu *et al.*, 2011)等均发现了母本效应影响的存在, 而 Martinez 等(1999)和 Gjerdea 等(2004)则分别证实了全同胞效应对银大马哈鱼(*Oncorhynchus kisutch*)和大西洋鳕鱼(*Gadus morhua*)生长性状的作用, 由此表明, 模型中拟合不同的效应项将在不同程度上影响遗传参数估计的准确性。

本研究通过不同模型比较确定影响红鳍东方鲀生长性状的随机效应项包括加性遗传效应和全同胞效应, 由此筛选出模型(3)为估计红鳍东方鲀生长性状遗传参数的最优模型。母本效应对目标性状无显著影响, 这可能是因为本研究测定红鳍东方鲀生长性状的日龄分别为 135 日龄和 200 日龄, 非发育的初期阶段。在已有文献中, 母本效应发挥作用的时期多为个体发育早期阶段, 而后随着日龄增加母本效应的影响逐渐降低(Kaori *et al.*, 1999; Shimada *et al.*, 2007)。全同胞效应对性状的作用阶段依品种不同而存在些许差异, 如 168 日龄虹鳟体质量(Su *et al.*, 1996)和 180 日龄牙鲆体

质量和形态性状(Liu *et al.*, 2011)的遗传参数估计结果因模型中是否考虑此效应而存在差异。这些品种进行个体性状记录的日龄与本研究相类似, 获得遗传分析结果也基本相同, 从而证实全同胞效应在上述鱼类的这一发育时期是存在影响的。

此外, 马爱军等(2009)构建了 4 个估计大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)180 日龄体质量的遗传模型, 经过似然比检验确定的最优模型与本研究结果完全吻合, 进一步辅证了所筛选模型的正确性和有效性。分析全同胞组效应较大的原因, 其一, 每个家系在进行个体电子标记之前, 单独养殖的时间太长, 从而导致家系之间存在较大的差异; 其二, 多数研究所用的系谱仅有 1 代, 而且半同胞家系的数量也并不多, 造成了全同胞组效应没有被完全剖分。

采用最优遗传模型估计红鳍东方鲀 200 日龄生长性状的遗传参数, 体质量的遗传力估计值为 0.16, 体长的遗传力估计值为 0.14。按照遗传力分级定义标准: 低遗传力范围为 0.05–0.15, 中等遗传力范围为 0.20–0.40, 高遗传力范围为 0.45–0.60, 超高遗传力范围为 0.65 以上(Cardellino *et al.*, 1987)。红鳍东方鲀生长性状在这个发育时期的遗传力接近于中等遗传力。目前, 有关红鳍东方鲀生长性状遗传参数估计值的结果尚无文献可以参考。

借鉴其他鱼类品种相近发育阶段生长性状的遗传力, 大黄鱼(*Larimichthys crocea*)180 日龄体质量和全长的遗传力估计值分别为 0.40 和 0.31(韦信键等, 2013), 牙鲆 185 日龄体质量和体长的遗传力估计值均为 0.25(顾宪明等, 2008), 虹鳟 360 日龄体质量和体长的遗传力估计值分别为 0.45 和 0.28(刘宗岳等, 2009)。这些鱼类品种的生长性状遗传力估计值均高于本研究结果, 但需要指出的是, 上述研究分析所采用的动物模型在随机效应项均只考虑了一个加性遗传效应, 并无全同胞效应或母本效应等其他效应的存在。无疑, 这必然增大了加性遗传效应方差, 提高了遗传力估计值。

当模型中包括了全同胞效应等其他随机效应时, 加性遗传效应方差将降低, 遗传力估计值也就被低估了。由于本研究仅有 1 代数据, 个体间的遗传联系并不紧密, 而且只有 8 个半同胞家系占 50%。用这些系谱关系估计全同胞组效应, 家系间的一部分遗传差异会被剖分进全同胞组效应方差, 从而导致遗传力估计值被低估, 因此世代和家系间的亲缘关系非常重要。如, 大口黑鲈 180 日龄体质量和体长的估计遗传力分别为 0.28 和 0.26(李镛等, 2011), 牙鲆 240 日龄体质量和体长的估计遗传力分别为 0.27 和 0.30(Liu *et al.*,

2011), 银大马哈鱼 130 日龄体质量的估计遗传力为 0.26(Martinez *et al*, 1999), 大西洋鳕鱼 200 日龄体质量的估计遗传力为 0.29(Gjerdea *et al*, 2004), 虹鳟鱼 168–364 日龄体质量的估计遗传力范围为 0.05–0.10 (Su *et al*, 1996)。这些品种报道的遗传力估计值与本研究结果更为接近, 其分析所采用的动物模型均同时包含了加性遗传效应和全同胞效应。对比这些研究获得的生长性状遗传力估计值和前面所述模型中仅包含加性遗传效应的遗传力估计结果, 显而易见, 当模型中考虑更多的随机效应项时, 性状的遗传力估计值明显降低。由此, 再次证实在进行鱼类生长性状遗传评估之前, 建立不同的统计遗传模型进行模型选优的过程是至关重要的, 这将显著提高下一步估计生长性状遗传参数和个体育种值的准确程度。

本研究优化了进行红鳍东方鲀 200 日龄生长性状遗传评估的数学模型, 获得了主要生长性状的遗传力, 其估计值表明这些性状具备一定的选择潜力, 可以采用家系选育的方法开展红鳍东方鲀生长性状的遗传改良工作。未来将在选育基础群体中继续挑选性状优良的个体, 大规模建立选育家系, 通过最优遗传分析模型准确估计个体育种值、筛选优良家系, 从而加速红鳍东方鲀育种工作的研究进展, 尽早培育出新品种或新品系, 最终满足养殖产业对于红鳍东方鲀良种的迫切需求。

参 考 文 献

王新安, 马爱军, 庄志猛, 等. 红鳍东方鲀体型性状选育指标的综合判定. 渔业科学进展, 2012, 33(6): 10-15

马爱军, 王新安, 雷霖霖. 大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)不同生长阶段体重的遗传参数和育种值估计. 海洋与湖沼, 2009, 40(2): 187-194

韦信键, 刘贤德, 王志勇. 32 个大黄鱼家系早期阶段生长性状比较及遗传参数估计. 集美大学学报(自然科学版), 2013, 18(5): 321-328

刘宗岳, 高会江, 白秀娟, 等. 应用不同模型估计虹鳟生长性状的遗传参数. 水产学杂志, 2009, 22(1): 10-14

李镡, 白俊杰, 李胜杰, 等. 大口黑鲈生长性状的遗传参数和育种值估计. 中国水产科学, 2011, 18(4): 766-773

陆丽君, 马爱军, 王新安, 等. 5 个红鳍东方鲀养殖群体微卫星 DNA 遗传多态性分析. 渔业科学进展, 2013, 34(4):

27-33

孟庆闻, 苏锦祥, 缪学祖. 鱼类分类学. 北京: 中国农业出版社, 1995, 970

顾宪明, 刘永新, 王凯, 等. 应用 DF-REML 法估计牙鲆性状遗传参数. 东北农业大学学报, 2008, 39(11): 71-75

Bang A, Gronkjaer P, Clemmesen C, *et al*. Parental effects on early life history traits of Atlantic herring (*Clupea harengus* L.) larvae. J Exp Mar Biol Ecol, 2006, 334(1): 51-63

Cardellino R, Rovira J. Mejoramiento genético animal. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 1987, 253

Crandell PA, Gall GAE. The genetics of body weight and its effect on early maturity based on individually tagged rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 1993, 117(1-2): 77-93

Doupe R, Lymbery A. Additive genetic and other sources of variation in growth traits of juvenile black bream, *Acantopagrus butcheri*. Aquac Res, 2005, 36(7): 621-626

Gjerdea B, Terjesen BF, Barr Y, *et al*. Genetic variation for juvenile growth and survival in Atlantic cod (*Gadus morhua*). Aquaculture, 2004, 236(1-4): 167-177

Henderson CR. Estimation of variances and covariance under multiple traits model. J Dairy Sci, 1984, 67(7): 1581-1589

Kaori U, Kazuo T. Estimation of the heritability of quantitative traits in fry and juvenile hirame, *Paralichthys olivaceus*. Suisanzoshoku, 1999, 47(1): 49-54

Liu YX, Wang GX, Wang YF, *et al*. Estimation of genetic parameters for growth traits of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* using an animal model. Fisheries Science, 2011, 77(1): 87-93

Martinez V, Neira R, Gall GAE. Estimation of genetic parameters from pedigreed populations: lessons from analysis of alevin weight in Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture, 1999, 180(3-4): 223-236

Patterson HD, Thompson R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. Biometrika, 1971, 58(3): 545-554

Saillant E, Chatain B, Fostier A, *et al*. Parental influence on early development in the European sea bass. J Fish Biol, 2001, 58(6): 1585-1600

Shimada Y, Shikano T, Murakami N, *et al*. Maternal and genetic effects on individual variation during early development in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Fisheries Science, 2007, 73(2): 244-249

Su GS, Liljedahl LE, Gall GAE. Genetic and environmental variation of body weight in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 1996, 144(1-3): 71-80

(编辑 冯小花)

Estimation of Genetic Parameters of Growth Traits of Redfin puffer (*Takifugu rubripes*)

LIU Yongxin¹, ZHOU Qin^{2①}, ZHANG Hongtao², JIANG Changbo³, ZHANG Fuchong⁴

(1. Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100141; 2. Beidaihe Central Experiment Station, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qinhuangdao 066100; 3. Tianhe Aquaculture Farming Ltd.Co., Tangshan 063205; 4. Hebei Ocean and Fisheries Science Research Institute, Qinhuangdao 066200)

Abstract Redfin puffer is an important marine fish species and is widely cultured in China, Korea and Japan because of its high edible value. It is common that in the development of redfin puffer aquaculture cultivated fingerlings showed slow growth rate and poor resistance to disease. To improve the traits of interest, accurate estimation of their genetic parameters is needed to develop selective breeding programs. However, the heritability of different growth traits in redfin puffer has been rarely reported so far. In this study, we generated eight half-sib families (16 full-sib families) of redfin puffer *Takifugu rubripes* with artificial insemination to select the optimal model of genetic evaluation and to acquire accurate and reliable genetic parameters of the growth traits. Two growth traits of 790 redfin puffers from these families were measured, including the body weight and the body length. The growth traits at 135 days of age were used as covariates to construct three animal models as below: in model (1) the additive genetic effect, the maternal genetic effect and the family effect were considered; in model (2) the additive genetic effect and the maternal genetic effect were included; and in model (3) the additive genetic effect and the family effect were analyzed. DMU software was applied to estimate the variance components in each model with the average information restricted maximum likelihood method, and the differences between the three models were analyzed with the likelihood ratio test. The optimal model was used to estimate the genetic parameters of growth traits at 200 days of age in redfin puffer. The results showed that the maternal effect was significant in none growth traits at 200 days of age. Thus, the optimal model should be model (3). At 200 days of age, the body weight and the body length showed heritability of 0.16 and 0.14 respectively, and full-sib effect ratio of 0.12 and 0.13 respectively. These results suggested that there could be a certain potential for growth traits during artificial selection and that family breeding could effectively improve these traits in redfin puffer.

Key words Redfin puffer; Full-sib family; Growth traits; Genetic parameter; Optimal model

① Corresponding author: ZHOU Qin, E-mail: laozhou_529@hotmail.com