

## 中国6种经济鱼类的基因组大小测定

高静<sup>1</sup>, 黄晓红<sup>1</sup>, 曾华嵩<sup>1</sup>, 尤颖哲<sup>2</sup>, 丁少雄<sup>1</sup>

(1. 厦门大学 海洋学系, 福建 厦门 361005; 2. 漳州市水产技术推广站, 福建 漳州 363000)

**摘要:** 采用流式细胞术, 以人(*Homo sapiens*)淋巴细胞DNA含量(7.00 pg/2C)为标准, 以鱼的红血细胞为材料, 测定中国6种重要经济鱼类条纹斑竹鲨(*Chiloscyllium plagiosum*)、斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)、赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)、大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)、中华乌塘鳢(*Bostrichthys sinensis*)、大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)的基因组大小(C-值)。结果显示, 这6种经济鱼类的单倍体DNA含量分别为: 条纹斑竹鲨( $4.91 \pm 0.24$ ) pg; 斜带石斑鱼( $1.25 \pm 0.04$ ) pg; 赤点石斑鱼( $1.23 \pm 0.11$ ) pg; 大黄鱼( $0.76 \pm 0.03$ ) pg; 中华乌塘鳢( $0.85 \pm 0.04$ ) pg; 大菱鲆( $0.65 \pm 0.01$ ) pg。研究结果可为这6种经济鱼类的种质鉴定提供依据。此外, 根据本研究的实验结果并结合其他鱼类的基因组大小资料, 对鱼类基因组大小与其染色体数目及进化地位之间的相关性进行了探讨, 对比分析显示, 鱼类进化地位越高则DNA含量越少, 同时鱼类基因组的大小差异存在复杂性, 并不完全与染色体数目相关。本研究还就鱼类基因组大小的测定方法等问题提出建议, 认为应采用流式细胞术和人淋巴细胞作为规范的检测方法和对照标准。[中国水产科学, 2010, 17(4): 689–694]

**关键词:** 基因组大小; 经济鱼类; 流式细胞术

中图分类号: Q959; S91

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2010)04-0689-06

基因组大小(或称C-值)指的是生物单倍体细胞中全套染色体的DNA总量。在真核生物中, 每种生物的体细胞染色体数目和DNA含量在很大程度上是恒定不变的, 因此C-值可作为每种生物的一个特性参数。越来越多的研究表明, 基因组的大小与生物体的许多生理参数有着一定的相关性, 如细胞的大小<sup>[1]</sup>、寿命<sup>[2]</sup>、濒危程度<sup>[3]</sup>、代谢率<sup>[4]</sup>等, 故对其研究具有重要意义。同时, 作为遗传物质基础且含量稳定的DNA总量, 可为种质鉴定提供依据, 丰富物种的细胞遗传学数据, 而且在系统分类和物种进化等相关研究中也具有一定的参考价值。当前, 动物基因组大小数据库已建立, 有近5 000个物种的基因组大小及其检测方法可供查阅<sup>[5]</sup>。目前, 测定C-值大小的方法主要有福尔根染色-显像密度计法、福尔根染色-图象分析法、荧光定量分析、流式细胞术

等。其中, 流式细胞术以其快速、准确、采集量大等优点, 已成为当前基因组大小检测<sup>[6]</sup>、DNA和RNA含量比测定<sup>[7]</sup>等领域的主流检测手段。其常见的对照标准有: 人淋巴细胞、鸡红细胞、鳖红细胞、虹鳟红细胞等。

鱼类作为脊椎动物亚门中物种数量最为丰富的一个大纲, 有关其基因组大小的研究早在20世纪50年代<sup>[8]</sup>就已开展, 20世纪70年代开始利用流式细胞术测定鱼类细胞的DNA含量<sup>[9]</sup>。迄今为止, 有近2 000种鱼类的基因组大小被报道<sup>[5]</sup>, 但由于检测方法多样, 使用标准不一, 许多鱼类基因组大小数据都存在准确率差, 可比较性低的缺点。此外, 仍有不少重要经济鱼类的基因组大小数据未被测定。条纹斑竹鲨(*Chiloscyllium plagiosum*)、斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)、赤点石斑鱼(*Epinephelus*

收稿日期: 2009-12-09; 修订日期: 2009-12-25.

基金项目: 国家自然科学基金项目(40976094).

作者简介: 高静(1988-), 女, 硕士生, 研究方向: 海洋动物资源与育种. E-mail: gaojing198836@163.com

通讯作者: 丁少雄, 副教授. E-mail: sxding@xmu.edu.cn

akaara)、大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)、中华乌塘鳢(*Bostrichthys sinensis*)、大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)是中国6种重要经济鱼类,它们都以肉质鲜美、营养价值高等优点而深受消费者青睐,具有较高的市场价格。其中斜带石斑鱼、大黄鱼及大菱鲂更是以较大的养殖规模成为中国当前水产养殖业的支柱产业。近年来,对这些鱼类在遗传、进化和育种等方面已经有不少研究报道<sup>[10-14]</sup>,然而针对这6种鱼类基因组大小的测定除了大菱鲂<sup>[5]</sup>外仍未见公开报道。本研究采用流式细胞术,以人(*Homo sapiens*)淋巴细胞DNA含量(3.50 pg/C)为标准,对条纹斑竹鲨、斜带石斑鱼、赤点石斑鱼、大黄鱼、中华乌塘鳢、大菱鲂这6种鱼类的基因组大小进行测定,研究结果不仅可为中国这6种重要经济鱼类的种质鉴定提供依据,丰富物种的细胞遗传学数据,而且可为相关鱼类的物种进化和分类研究以及养殖种类的杂交和育种方面提供科学资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 鱼样本** 大黄鱼采自福建宁德养殖网箱,条纹斑竹鲨、斜带石斑鱼、赤点石斑鱼、中华乌塘鳢、大菱鲂样品均采自厦门鱼市场,所有样品保持鲜活个体带回实验室暂养备用,每个种鱼采样5~12尾。

**1.1.2 标准人全血样品** 取自健康中国成年男性(*Homo sapiens*)静脉血,肝素作为抗凝剂,提取淋巴细胞。

### 1.2 方法

**1.2.1 人淋巴细胞的制备** 采用淋巴细胞分离液为介质的密度梯度离心法<sup>[15]</sup>。取抗凝人血2 mL,用生理盐水稀释至4 mL。将3 mL人淋巴细胞分离液加入离心管中,然后将稀释后的人血沿管壁缓缓加入到分离液面上,并保持血液与分离液清晰的分层状态。室温2 500 r/min离心20 min。离心后可见试管内的血液清楚的分为4层,上层为血浆层,中层为分离液层(淋巴细胞所在的液面),底层为红细胞层,红细胞层上为粒细胞层。用针管吸出淋巴细胞,收

集到5 mL的离心管中,用生理盐水洗涤2次,每次1 500 r/min离心10 min收集细胞,最后用1.2 mL生理盐水重新悬浮。

**1.2.2 鱼红细胞制备** 选择健康个体,用含抗凝剂的注射器尾静脉采血0.2~0.5 mL,低速离心(<500 r/min),分离出红细胞,以鱼用生理盐水洗涤2~3次后,调成细胞数为 $10^6$ /mL的细胞悬液。

**1.2.3 细胞的固定和染色** 取人淋巴细胞和鱼红细胞的悬液,迅速加入到冰乙醇中,使乙醇终质量分数为70%。4℃冰箱固定保存。染色前,取出离心洗涤2~3次后,将人淋巴细胞和鱼红细胞以1:2~5的比例混合,加入1 mL碘化丙锭PI染液(100 mL染液含PI 5 mg, RNase 2 mg, Triton-X-100 1 mL,生理盐水65 mL,柠檬酸钠100 mg, pH 7.2~7.4),4℃染色0.5 h。

**1.2.4 基因组大小测定和数据分析** 基因组大小的测定在Beckman Coulter EPICS XL流式细胞仪上进行。样品上样前,用300目的筛网过滤,每种鱼检测的细胞总数 $>10^4$ 个。测量所得的图像和数据由计算机进行处理分析。鱼类的基因组大小依照以下公式计算: $X=A_f/A_h \times H$ 。其中, $X$ 表示待测鱼的DNA含量; $A_f$ 表示鱼类样品的荧光强度; $A_h$ 表示人的淋巴细胞样品的荧光强度; $H$ 为标准人淋巴细胞DNA含量(3.50 pg/C)。

## 2 结果与分析

### 2.1 6种重要经济鱼类基因组大小

以人淋巴细胞作为标准参照,用流式细胞仪测定中国6种重要经济鱼类的基因组大小,所得的检测图像如图1所示。横坐标表示样品的荧光强度,纵坐标表示检测的细胞数目。其测定的结果显示:软骨鱼类条纹斑竹鲨的C-值最大,为 $(4.91 \pm 0.24)$  pg;5种硬骨鱼C-值相对较小介于0.65~0.25 pg之间,其中大黄鱼、中华乌塘鳢、大菱鲂的C-值分别为 $(0.76 \pm 0.03)$  pg、 $(0.85 \pm 0.04)$  pg、 $(0.65 \pm 0.01)$  pg,而同属于鲷科石斑鱼属的斜带石斑鱼和赤点石斑鱼的C-值比较接近,分别为 $(1.25 \pm 0.04)$  pg和 $(1.23 \pm 0.11)$  pg,差异不显著( $P>0.05$ ,  $t$ -检验)(表1)。

表 1 中国 6 种重要经济鱼类的 C-值测定结果  
Tab. 1 Result of C-value of six commercially important fishes in China

| 纲<br>Class             | 目<br>Order               | 科<br>Family          | 种名<br>Species                           | 样品数<br>Sample number | 染色体数<br>2n                   | C-值/pg<br>C-value<br>$\bar{x} \pm SD$ |
|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 软骨鱼纲<br>Chondrichthyes | 须鲨目<br>Orectolobiformes  | 须鲨科<br>Orectolobidae | 条纹斑竹鲨<br><i>Chiloscyllium plagiosum</i> | 6                    | 102 ~ 104 <sup>[12,16]</sup> | 4.91 ± 0.24                           |
| 硬骨鱼纲<br>Osteichthyes   | 鲈形目<br>Pleuronectiformes | 鲈科<br>Scophthalmidae | 大菱鲆<br><i>Scophthalmus maximus</i>      | 5                    | 44 <sup>[17]</sup>           | 0.65 ± 0.01                           |
|                        | 鲈形目<br>Perciformes       | 石首鱼科<br>Sciaenidae   | 大黄鱼<br><i>Pseudosciaena crocea</i>      | 8                    | 48 <sup>[18]</sup>           | 0.76 ± 0.03                           |
|                        |                          | 塘鳢科<br>Eleotridae    | 中华乌塘鳢<br><i>Bostrichthys sinensis</i>   | 12                   | 46 <sup>[19]</sup>           | 0.85 ± 0.04                           |
|                        |                          | 鲈科<br>Serranidae     | 斜带石斑鱼<br><i>Epinephelus coioides</i>    | 6                    | 48 <sup>[18]</sup>           | 1.25 ± 0.04                           |
|                        |                          |                      | 赤点石斑鱼<br><i>Epinephelus akaara</i>      | 12                   | 48 <sup>[18]</sup>           | 1.23 ± 0.11                           |

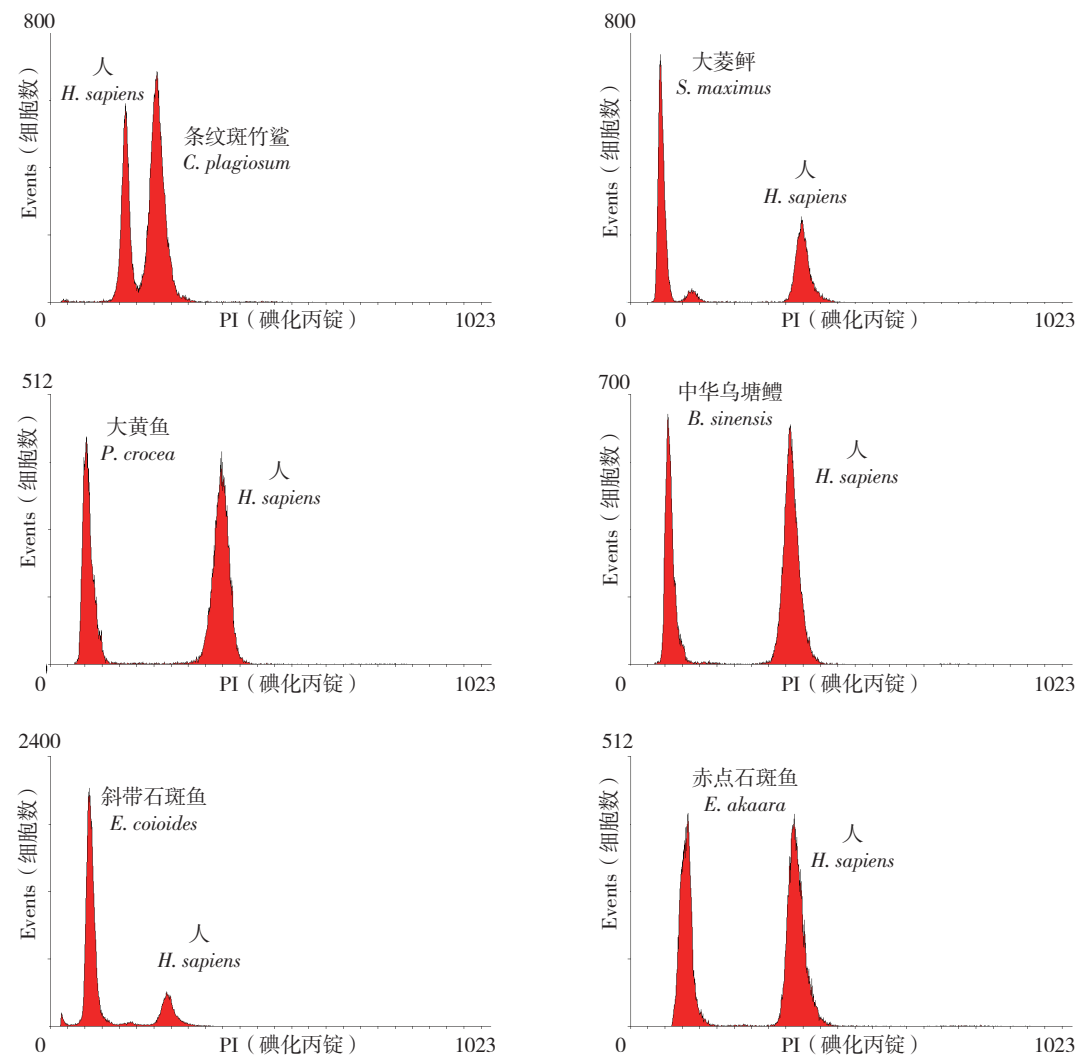


图 1 6 种鱼类的流式细胞仪检测图象  
以人淋巴细胞为内标。  
Fig. 1 Flow cytometric fluorescent detection images of six fishes  
Using human lymphocytes as internal standard.

2.2 几个主要鱼类分类单元的平均基因组大小比较

目前,已有近2 000种鱼类的C-值上载到基因组大小数据库中<sup>[5]</sup>。然而,不同的测定方法,不同的参照标准,都可在一定程度上影响测定结果,从而削弱不同物种间基因组大小的可比性。为提高数据的可比性,从现有的基因组大小数据库中选取与本研究的方法、对照标准和测定材料一致的物种C-值。

经统计分析,已测定的鱼类几个主要目阶分类单元的平均C-值含量分布列于表2。结果显示,进化地位最低的软骨鱼纲具有最大的C-值平均值,进化地位最高的鲈形目和鲇形目鱼类的C-值平均值最小。此外,鲱形目和鲱形目鱼类种间均有着较大的C-值差异,极差及标准差均较大,表明这2个目鱼类的C-值组成较离散。

表2 几个主要鱼类分类单元的平均基因组大小比较  
Tab. 2 Comparison of mean C-value of some main taxons of the fish

| 纲<br>Class          | 目<br>Order             | C-值范围/pg<br>C-value Range | 平均C-值/pg<br>C-value ( $\bar{x}\pm SD$ ) | 物种数<br>n |
|---------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 软骨鱼纲 Chondrichthyes | 鳐形目 Rajiformes         | 2.46-7.75                 | 4.52±1.17                               | 21       |
| 硬骨鱼纲 Osteichthyes   | 鲟形目 Acipenseriformes   | 1.95-6.54                 | 3.65±1.63                               | 8        |
|                     | 鲑形目 Salmoniformes      | 2.15-3.21                 | 2.88±0.28                               | 16       |
|                     | 鲤形目 Cypriniformes      | 0.75-2.14                 | 1.34±0.47                               | 14       |
|                     | 鲈形目 Cyprinodontiformes | 0.74-1.00                 | 0.78±0.07                               | 13       |
|                     | 鲈形目 Perciformes        | 0.55-1.25                 | 0.90±0.23                               | 16       |
|                     | 鲈形目 Pleuronectiformes  | 0.65-0.65                 | 0.65±0.00                               | 1        |
|                     | 鲈形目 Tetraodontiformes  | 0.41-0.41                 | 0.41±0.00                               | 1        |

3 讨论

关于鱼类DNA含量的测定,国内外已有许多报道。然而许多研究由于所使用检测方法不同,使用的对照标准也不一致,尤其很多对照标准都采用鸡(*Gallus domesticus*)红细胞(1.00 pg/C、1.15 pg/C、1.40 pg/C)<sup>[20]</sup>、鳖(*Pelodiscus sinensis*)红细胞、虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)红细胞等间接标准而非人的淋巴细胞(3.50 pg/C)这一公认的对照标准,造成所测得的数据即便在同一物种间也存在明显差异,如红尾鹦鲷(*Sparisoma chrysotermum*)的基因组大小测定,用福尔根染色-显像密度计法测定的结果为1.23 pg/C;用荧光定量分析测定的结果为1.90 pg/C<sup>[5]</sup>,2种方法测定的结果差异甚大,因此难于对各研究结果进行横向比较。本研究采用当前主流的流式细胞检测技术,对照标准采用人的淋巴细胞,故本次研究所得结果具有较科学的参考价值和可比性。据此建议,今后在物种的基因组大小测定工作中,对所使用的检测方法和对照标准都应当采取统一的规范。

本研究采用流式细胞术测定了6种鱼的单倍体DNA含量,其中,软骨鱼类和硬骨鱼类的DNA含量差别明显。此外,在5种硬骨鱼类中,除了亲缘关系很近的2种石斑鱼类(同一属)差异不显著外,其余的种间(不同科)差异显著( $P<0.01$ )。由此可见DNA含量与鱼类的亲缘关系有一定的相关性。DNA在生物体内的含量一般是恒定的,故在进行物种种质鉴定和遗传变异研究时,基因组大小是个十分重要的参数。

有研究表明,鱼类基因组大小与相应的染色体数目之间存在着显著的正相关性<sup>[21-22]</sup>,即染色体数目越多,其基因组相对越大。本研究结果总体符合此趋势,如条纹斑竹鲨的染色体数目( $2n=104$ )远大于其他5种,其相应拥有最大的DNA含量。但大黄鱼则有所特殊,其染色体数目虽多于中华乌塘鳢<sup>[18-19]</sup>,测定结果其基因组却反而更小。由于物种C-值的增加,往往体现在DNA复制过程中重复序列DNA比例的增加<sup>[23]</sup>,而染色体数目的变动则大都与细胞有丝分裂时的罗伯逊易位,着丝点融合、倒位,

大染色体的断裂以及多倍体有关<sup>[24]</sup>,两者之间并无必然的联系。因此可以认为,鱼类基因组大小差异存在着复杂性,并不完全与染色体数目相关,但能够认同的是DNA含量较大差异的变化趋势与染色体数目存在正相关性。关于DNA含量与鱼类进化地位的关系,有研究表明,鱼类进化地位越高的物种,其DNA含量越少<sup>[21,25]</sup>。本研究所测的鲾形目和鲈形目都属于高等鱼类,其DNA含量与其他硬骨鱼类相比相对较低,而鲾形目鱼类进化地位更高于鲈形目<sup>[26]</sup>,测定结果相应显示,它的C-值更小。对几个主要鱼类同阶的分类单元平均基因组大小数据的比较(表2),并与鱼类系统演化谱系相对照可以看出,进化地位最原始的软骨鱼类具有最大的C-值;在硬骨鱼类的几个目中,最为古老的鲟形目鱼类C-值最大,同样从较低位的鲑形目和鲤形目,到较高位的鲈形目和鲈形目,到更高位的鲾形目和鲈形目<sup>[26]</sup>,其C-值依次减小。这说明随着鱼类的进化,其基因组演化的总体趋势是倾向于使基因组组成更为简约。此外,较为原始的鱼类如软骨鱼纲和硬骨鱼纲中低位的鲟形目鱼类,其同目中物种间的C-值差异都较大(表2),可能是由于起源较早,演化时间较长,导致原始鱼类种间的基因组存在更为丰富的多样性。

基于中国当前水产养殖业的不断发展,许多重要经济养殖鱼类基因组的研究得到重视,但目前的相关研究主要集中在经济鱼类的基因组序列多样性及功能基因的表达与调控等领域,对其基因组大小和特征等方面的相关基础资料的积累却比较缺乏。本研究采用流式细胞术,测定了中国6种重要经济鱼类的基因组大小,不仅可为今后养殖种类的杂交育种工作提供基础资料,而且也即将开展的经济鱼类全基因组测序工作提供必要的技术支持。

#### 参考文献:

- [1] Gregory T R. The Bigger the C-value, the larger the cell: Genome size and red blood cell size in vertebrates [J]. Blood Cells Molec And Dis, 2001, 27 (5): 830-843.
- [2] Griffith O L, Moodie G E E, Civetta A. Genome size and longevity in fish [J]. Experim Gerontol, 2003, 38 (3): 333-337.
- [3] Vinogradov A E. Genome size and extinction risk in vertebrates [J]. Proc Roy Soc London Series B-biological Sciences, 2004, 271 (1549): 1701-1705.
- [4] Vinogradov A E. Selfish DNA is maladaptive: evidence from the plant Red List [J]. Trends in Genetics, 2003, 19 (11): 609-614.
- [5] Gregory T R. Animal Genome Size Database. <http://www.genomesize.com>. 2005.
- [6] Birstein V J, Poletaev A I, Goncharov B F. DNA content in Eurasian sturgeon species determined by flow cytometry [J]. Cytometry, 1993, 14 (4): 377-383.
- [7] Schmid I, Cole S W, Korin Y D, et al. Detection of cell cycle subcompartments by flow cytometric estimation of DNA-RNA content in combination with dual-color immunofluorescence [J]. Cytometry, 2000, 39 (2): 108-116.
- [8] Mirsky A E, Ris H. The desoxyribonucleic acid content of animal cells and its evolutionary significance [J]. J Gen Physiol, 1951, 34: 451-462.
- [9] Kraemer P M, Daven L L, Crissman H A, et al. DNA constancy despite variability in chromosome number [A]// DuPree E J. In Advances in Cells and Molecular Biology. New York: Academic Press, 1972, 2: 47-108.
- [10] 马爱军, 王新安, 雷霖. 大菱鲆 (*Scophthalmus maximus*) 不同生长阶段体重的遗传参数和育种值估计 [J]. 海洋与湖沼, 2009, 40 (2): 187-194.
- [11] 方琼珊, 郑乐云, 林琪, 等. 斜带石斑鱼亲鱼周年产卵的观察及仔鱼活力判别 [J]. 中国水产科学, 2009, 16 (4): 557-563.
- [12] 马骞, 王世锋, 王军, 等. 条纹斑竹鲨染色体的核型分析 [J]. 厦门大学学报, 2008, 47 (6): 894-896.
- [13] 丁文超, 李明月, 管丹冬, 等. 大黄鱼4个家系的形态差异分析 [J]. 宁波大学学报, 2009, 22 (2): 185-190.
- [14] 叶鹏, 蔡厚才, 许明海, 等. 不同培育方式对赤点石斑鱼成熟、产卵和孵化的影响 [J]. 海洋渔业, 2006, 28 (3): 201-205.
- [15] 左连富, 王凤荣. 流式细胞术样品制备技术 [M]. 北京: 华夏出版社, 1991.
- [16] 谢仰杰, 翁朝红. 条纹斑竹鲨的核型研究 [J]. 上海水产大学学报, 2008, 17 (6): 689-694.
- [17] Bouza C, Sanchez L, Martinez P. Karyotypic characterization of turbot (*Scophthalmus maximus*) with conventional, fluorochrome and restriction endonuclease-banding techniques [J]. Mar Biol, 1994, 120: 609-613.
- [18] 王云新, 王宏东, 张海发, 等. 斜带石斑鱼与赤点石斑鱼的核型研究 [J]. 湛江海洋大学学报, 2004, 24 (3): 4-7.

- [19] 沈亦平,王孝举,陈晓汉,等. 中华乌塘鳢染色体核型研究[J]. 武汉大学学报,1994,4: 120-122.
- [20] Swanson C P, Mera T, Young W J. Cytogenetics, the chromosome in division, inheritance and evolution [M]. London: Prentice-Hall-International, 1981: 473-548.
- [21] Hinegardner R, Rosen D E. Cellular DNA content and the evolution of teleostean fishes [J]. Am Natur, 1972, 106: 621-644.
- [22] Mank J E, Avise J C. Cladogenetic correlates of genomic expansions in the recent evolution of actinopterygian fishes [J]. Proceedings of the Royal Society of London B-biological Sciences, 2006, 273: 33-38.
- [23] Petrov D A. Evolution of genome size: new approaches to an old problem [J]. TRENDS Genet, 2001, 17(1): 23-28.
- [24] 陈淑芬,汤泽生. 脊椎动物染色体数目及其变化趋势[J]. 四川师范学院学报,1997,18(1): 18-23.
- [25] Lockwood S F, Derr J N. Intra-and interspecific genome size in the Salmonidae [J]. Cytogene Cell Genet, 1992, 59: 303-306.
- [26] 李明德. 鱼类分类学[M]. 北京: 海洋出版社, 1998.

## Genome size for six commercially important fishes in China

GAO Jing<sup>1</sup>, HUANG Xiaohong<sup>1</sup>, ZENG Huasong<sup>1</sup>, YOU Yingzhe<sup>2</sup>, DING Shaoxiong<sup>1</sup>

(1. Department of Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. Zhangzhou Aquaculture Technique Popularizing Department, Zhangzhou 363000, China)

**Abstract:** The study of the genome size is highly significant as it can not only help to instruct the hybridization and breeding program, but also aid to the whole-genome sequencing project of commercial fishes. *Chiloscyllium plagiosum*, *Epinephelus coioides*, *E. akaara*, *Pseudosciaena crocea*, *Bostrichthys sinensis* and *Scophthalmus maximus*, with high market value, are commercially important and popular fishes in China because of their delicious and nutritious meat. In China, *E. coioides*, *P. crocea* and *S. maximus* have been the key of the aquaculture industry over a large scale. Nevertheless, there are still limited data of the genome size despite of many corresponding researches on the heredity, evolution and breeding. In this paper, the genome size (C-value) of these fishes was determined using a flow cytometry technique, and Human (*Homo sapiens*) lymphocyte (3.50 pg/C) was serving as an internal control. The results showed C-values are  $4.91 \pm 0.24$ ,  $1.25 \pm 0.04$ ,  $1.23 \pm 0.11$ ,  $0.76 \pm 0.03$ ,  $0.85 \pm 0.04$ , and  $0.65 \pm 0.01$  for *C. plagiosum*, *E. coioides*, *E. akaara*, *P. crocea*, *B. sinensis* and *S. maximus*, respectively. The results showed that the genome size of the class Chondrichthyes was significantly larger than that of Osteichthyes, and the genome size was found significantly different among these fishes except for *E. coioides* and *E. akaara*, which are in the same genus and have an affinity relationship between them. The C-values may be used as a criterion for species identification among these fishes. Base on our results and other data from genome-size database which were measured using the same method and control, the relationship between C-values and evolution status and chromosome amount of the fishes was discussed. Most of the data showed that with the higher evolution status of the fish, the lower C-value is presented. To a certain extent, the result demonstrated that C-value prefers to be more condensed along with the evolution of the genome. However, there are many complex factors which can influence the genome size of the fish. The point of view that the genome size positively correlates to the amount of chromosome is not always correct according to the data. In the present study, the amount of chromosome of *P. crocea* and *B. sinensis* are 48 and 46 respectively, while their relative genome sizes are 0.76 pg and 0.85 pg. Furthermore, the result also shows that there is more diversity on the genome size among species existing in original order such as the Chondrichthyes and Acipenseriformes of the Osteichthyes, which may be due to an age long evolution history of this fish. Finally, in order to avoid the disadvantages of poor accuracy and low comparability, we consider that the use of the flow cytometry technique and human lymphocyte as a control should be a more appropriate criterion for genome size determination protocol. [Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17(4): 689-694]

**Key words:** genome size; fishes; flow cytometry

**Corresponding author:** DING Shaoxiong. E-mail: sxding@xmu.edu.cn