第7卷 第1期 水产学报 Vol. 7, No. 1
1983年3月 JOURNAL OF FISHERIES OF CHINA March, 1983

青鱼染色体组型的研究

楼允东 张克俭 吴雅玲 王逸妹

(上海水产学院)

提 要

本文根据对50个中期分裂相染色体计数的结果，确定青鱼的二倍体数为 $2n=48$，没有端部着丝点染色体(t)；染色体总臂数为96；中部着丝点染色体(m)为8对，亚中部着丝点染色体(sm)为14对，亚端部着丝点染色体(st) 2对。其中最大的第一对染色体是sm，并无随体。此外，对各染色体的有关参数进行了测定。

关于草鱼、鲢鱼和鳙鱼染色体组型的研究，近年来在国内外都已有较多报导[1-8,10,12,14-16]，唯独青鱼染色体组型分析的文献很少[9]。因此我们认为有继续进行研究的必要，以搞清其遗传学背景，并与草、鲢和鳙鱼作比较，探讨物种之间的亲缘关系，为今后开展四大家鱼的遗传育种工作提供一些基本资料。

材料和方法

青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)取自上海市水产研究所养殖场。体重0.3—1.1公斤；体长24.5—35.0厘米。未区别雌雄。共做了5尾鱼，主要做白细胞染色体，即将白细胞进行短期离体培养后制成染色体永久玻片标本。具体方法是鱼体经局部碘酒与70%酒精消毒后，用肝素浸润的无菌注射器从尾静脉采血，将肝素抗凝血滴入刻度离心管内，置于4°C冰箱静置2小时，让其自然沉降，然后低速(500转/分)离心10分钟。取上清液约0.2毫升加入培养液5.5毫升，置于29±1°C培养72小时。培养液的组成是：RPMI-1640 4毫升；小牛血清1毫升；PHA(上海生物制品研究所出品)0.5毫升。培养液用5% $NaHCO_3$ 调整pH值至7.0—7.2。

终止培养前2小时，加入秋水仙素，使其最终浓度为0.2微克/毫升。届时，将培养液倒入10毫升离心管，以1000转/分离心10分钟，弃去上清液。下沉的细胞用0.075*M* KCl低渗处理30分钟。然后按常规空气干燥法固定、滴片和染色。

标本制成后，在显微镜下观察并计算50个中期分裂相以确定染色体数目。同时选择染色体数目完整、收缩适中和形态清晰的分裂相10个进行显微照相并放大以测定各染色体的有关参数，包括每对染色体的全长、长短臂长、臂比、相对长度以及染色体组的总长等。最后按大小顺序排列，制成染色体组型图。

结 果 和 讨 论

根据对 50 个中期分裂相染色体计数的结果见表 1：

表 1 用于染色体计数的细胞数及其染色体数

染色体数	44	45	46	47	48	细胞总数
细 胞 数	1	2	1	1	45	50
所占百分比 %	2	4	2	2	90	100

由表 1 可以看出，青鱼二倍体染色体数在 44—48 之间，多数为 48。在 50 个细胞中，90%为该值。因此，青鱼的二倍体数可以确定为 $2n=48$，而与周暾等[9] 所报导的相一致。

根据对 10 个中期分裂相照相放大，测定各染色体有关参数的结果见表 2：

表 2 青鱼染色体组型分析的数据

编 号	全 长 (μm)	长 臂 (μm)	短 臂 (μm)	臂 比[1]	相对长度[2] (%)	染 色 体 名 称
1	3.70	2.70	1.00	2.70	6.17	亚中部着丝点染色体sm
2	3.65	2.55	1.10	2.32	6.08	亚中部着丝点染色体sm
3	3.30	1.70	1.60	1.06	5.50	中部着丝点染色体m
4	3.00	2.25	0.75	3.00	5.00	亚中部着丝点染色体sm
5	2.85	1.50	1.35	1.11	4.75	中部着丝点染色体m
6	2.65	1.95	0.70	2.79	4.42	亚中部着丝点染色体sm
7	2.65	1.70	0.95	1.79	4.42	亚中部着丝点染色体sm
8	2.55	1.50	1.05	1.43	4.25	中部着丝点染色体m
9	2.50	1.45	1.05	1.38	4.17	中部着丝点染色体m
10	2.45	1.75	0.70	2.50	4.08	亚中部着丝点染色体sm
11	2.30	1.65	0.65	2.54	3.83	亚中部着丝点染色体sm
12	2.30	1.70	0.60	2.83	3.83	亚中部着丝点染色体sm
13	2.30	1.75	0.55	3.19	3.83	亚端部着丝点染色体st
14	2.30	1.65	0.65	2.54	3.83	亚中部着丝点染色体sm
15	2.30	1.65	0.65	2.54	3.83	亚中部着丝点染色体sm
16	2.30	1.35	0.95	1.42	3.83	中部着丝点染色体m
17	2.25	1.35	0.90	1.50	3.75	中部着丝点染色体m
18	2.20	1.25	0.95	1.32	3.66	中部着丝点染色体m
19	2.15	1.55	0.60	2.58	3.58	亚中部着丝点染色体sm
20	2.10	1.45	0.65	2.23	3.50	亚中部着丝点染色体sm
21	2.05	1.55	0.50	3.10	3.41	亚端部着丝点染色体st
22	2.05	1.35	0.70	1.93	3.41	亚中部着丝点染色体sm
23	2.05	1.35	0.70	1.93	3.41	亚中部着丝点染色体sm
24	2.00	1.25	0.75	1.67	3.33	中部着丝点染色体m
	59.95					

1) 臂比：长臂/短臂

2) 相对长度：每对染色体的长度占单倍体总长度的百分数

根据 Levan 等[11]按着丝点的位置进行染色体命名和分类的原则，我们将臂比 1.0—1.7 者称为中部着丝点染色体(m)，1.7—3.0 者为亚中部着丝点染色体 (sm)，3.0—7.0 者为亚端部着丝点染色体(st)，7.0—∞ 者为端部着丝点染色体(t)。测定结果表明：青鱼体细胞的 24 对染色体中，其中 m 为 8 对，sm 为 14 对，st 为 2 对，没有 t。染色体臂数(AN)为 96。染色体长度在 2.00—3.70 μm 之间。染色体组的总长度为 59.95 μm。

前已叙及，关于四大家鱼染色体组型的研究，近年来国内外都有过不少报导，并且都得到 $2n=48$ 的结果，但在染色体组型的组成上却有较大差异，这可能是物种特异性的反映。但问题在于不同作者对同一种鱼的染色体组型的研究结果也很不一致（表 3)。其原因可能与各研究者所使用的方法和观察染色体的时相不同有关；其次，目前国际上对鱼类染色体的分类尚无统一的标准，这样也会导致结果不同。

本研究对于青鱼染色体组型的分析，与周暾等[9]所报导的基本相同：$2N=48$；没有端部着丝点染色体(t)；染色体总臂数为 96。不同的是：(1)中部着丝点染色体(m) 8 对而不是 7 对。亚中部着丝点染色体(sm) 14 对，亚端部着丝点染色体(st) 2 对，共 16 对，而周文将 sm 与 st 合并成 S 组，共 17 对；(2)最大的第一对染色体(相当于周文 S 组的第一对染色体)是 sm 而不是 st，且没有看到随体的存在；(3)本研究测定了各染色体的有关参数，包括每对染色体的全长、长短臂长、臂比、相对长度以及染色体组的总长等，而周文仅对 S 组的第一对染色体作了较详细描述。

另外，从表 3 可以看出，我们在青鱼上所得到的结果与刘凌云[5]在草鱼上所获得的结果颇为接近，而且使用的方法和染色体分类标准也基本相同；同时，我们在青鱼上测得的染色体组总长 (59.95 μm) 与 Marian 等[12]在草鱼上测得的长度 (59.15 μm) 非常接近 ($P>0.05$)，而与同一作者在鲢鱼(71.77 μm)和鳙鱼(73.91 μm)上测得的数据则相差甚远 ($0.05>P>0.01$)。因此似可推论青鱼的染色体组型比较接近草鱼，两者的亲缘关系

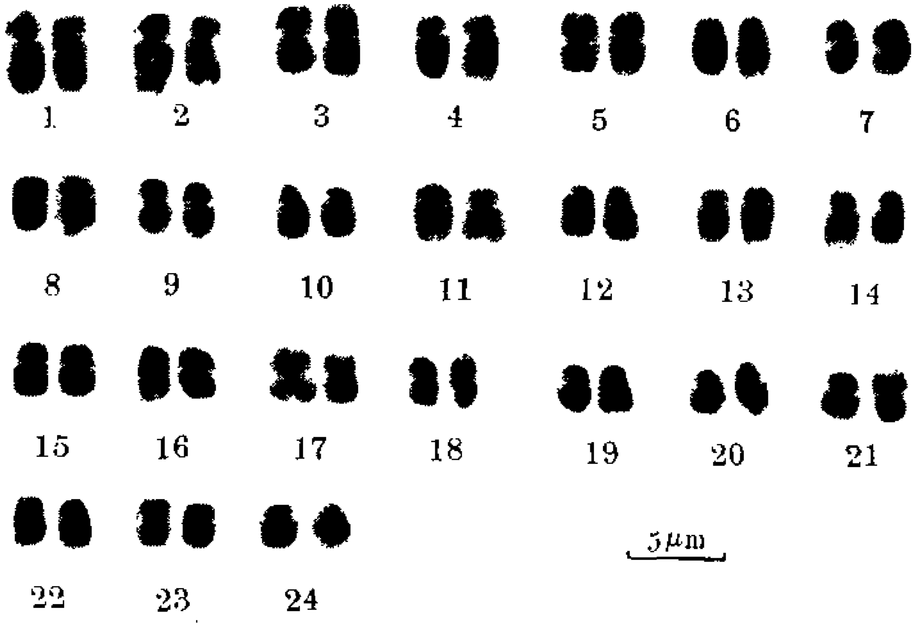

图1　青鱼染色体组型图

较为密切。不过，从目前仅有的资料还不足以说明这一点。我们认为只有使用同样的方法和采用相同的染色体分类标准并在相同的条件下对四大家鱼染色体作系统研究，才能进行分析比较。关于这个问题，有待今后深入研究。

表3　各作者所做的四大家鱼染色体组型之比较

<table>
<tr><th rowspan="2">种名</th><th rowspan="2">2N</th><th colspan="4">染色体组型</th><th>总臂数</th><th rowspan="2">材料与方法</th><th rowspan="2">染色体分类标准</th><th rowspan="2">研究者</th></tr>
<tr><th>m</th><th>sm</th><th>st</th><th>t</th><th>AN</th></tr>
<tr><td rowspan="6">鲢鱼</td><td>48</td><td colspan="2">10</td><td>10</td><td>4</td><td>68</td><td>未培养鳃与肾细胞，醋酸地衣红压片</td><td></td><td>Васильев и др 1978</td></tr>
<tr><td>48</td><td>10</td><td>6</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>Khuda-Bukhsh, 1977</td></tr>
<tr><td>48</td><td>5</td><td colspan="2">13</td><td>6</td><td>84</td><td>未培养囊胚细胞，乳酸醋酸地衣红压片</td><td>根据着丝点的位置</td><td>长江水产研究所等 1975</td></tr>
<tr><td>48</td><td>7</td><td>12</td><td>5</td><td></td><td></td><td>未培养胚胎细胞，空气干燥 Giemsa 染色</td><td>据据着丝点指数：1.00—0.60(m);0.60—0.33(sm);0.33—0.14(st);0.14—0.00(t)</td><td>昝瑞光等，1980</td></tr>
<tr><td>48</td><td>12</td><td>8</td><td>4</td><td></td><td>96</td><td>培养肾细胞，空气干燥 Giemsa 染色</td><td>根据臂比 1.0—1.7(m);1.7—3.0(sm);3.0—7.0(st);7.0—∞(t)。</td><td>刘凌云，1981</td></tr>
<tr><td>48</td><td>11</td><td>7</td><td></td><td>6</td><td>84</td><td>未培养肾细胞，空气干燥 Giemsa 染色</td><td>根据臂比，但未作具体说明</td><td>Marian et al. 1977</td></tr>
<tr><td rowspan="5">草鱼</td><td>48</td><td>7</td><td colspan="2">12</td><td>5</td><td>86</td><td>见上述第3栏</td><td>见上述第3栏</td><td>长江水产研究所等，1975</td></tr>
<tr><td>48</td><td>10</td><td>8</td><td></td><td>6</td><td>84</td><td>见上述第6栏</td><td>见上述第6栏</td><td>Marian et al., 1977</td></tr>
<tr><td>48</td><td>9</td><td>11</td><td>4</td><td></td><td></td><td>见上述第4栏</td><td>见上述第4栏</td><td>昝瑞光等，1979</td></tr>
<tr><td>48</td><td>8</td><td colspan="2">10</td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>Ojima et al., 1972</td></tr>
<tr><td>48</td><td>8</td><td>16</td><td></td><td></td><td>96</td><td>见上述第5栏</td><td>见上述第5栏</td><td>刘凌云，1980</td></tr>
<tr><td rowspan="3">鳙鱼</td><td>48</td><td>3</td><td>18</td><td>3</td><td></td><td>96</td><td>培养血细胞，空气干燥 Giemsa 染色</td><td>根据着丝点的位置</td><td>周暾，1980</td></tr>
<tr><td>48</td><td>10</td><td>7</td><td></td><td>6</td><td>84</td><td>见上述第6栏</td><td>见上述第6栏</td><td>Marian et al., 1977</td></tr>
<tr><td>48</td><td>7</td><td>12</td><td>5</td><td></td><td></td><td>见上述第4栏</td><td>见上述第4栏</td><td>昝瑞光等，1980</td></tr>
<tr><td rowspan="2">青鱼</td><td>48</td><td>7</td><td colspan="2">17</td><td></td><td>96</td><td>未培养胚胎细胞，空气干燥 Giemsa 染色</td><td>根据臂比</td><td>周暾等，1980</td></tr>
<tr><td>48</td><td>8</td><td>14</td><td>2</td><td></td><td>96</td><td>培养血细胞，空气干燥 Giemsa 染色</td><td>根据臂比 1.0—1.7(m);1.7—3.0(sm);3.0—7.0(st);7.0—∞(t)。</td><td>楼允东等，1982</td></tr>
</table>

参 考 文 献

[1] 长江水产研究所、武汉大学生物系，1975。几种经济鱼类及其杂种染色体的初步研究。淡水渔业，2:11—13。
[2] 昝瑞光、宋峥，1979。草鱼、团头鲂染色体组型的分析比较。遗传学报，6(2):205—210。
[3] 昝瑞光、宋峥，1980。鲤、鲫、鲢、鳙染色体组型的分析比较。遗传学报，7(1):72—77。
[4] 周暾，1980。鳙鱼染色体组型的研究。淡水渔业，4:3—7。

[5] 刘凌云，1980。草鱼染色体组型的研究。动物学报，26(2):126—131。
[6] 刘凌云，1981。鲢鱼染色体组型的分析。遗传学报，8(3):251—255。
[7] 吴政安、杨慧一，1980。鱼类细胞遗传学的研究 II 鱼类淋巴细胞的培养及其染色体组型分析。遗传学报，7(4):370—375。
[8] 吴政安，1981。鱼类细胞的培养及其染色体标本的制备。动物学杂志，2:50—54。
[9] 周暾、凌均秀、杨永铨，1980。青鱼的染色体组型。武汉大学学报(自然科学版)，4:112—116.
[10] Khuda-Bukhsh, 1977. A Check-list of chromosomes in cyprinid fishes. *J. Zool. Res.*, **1**(2): 34 43.
[11] Lovan, A., K. Fredya & A. A. Sandberg, 1964. Nomenclature for Centromeric position on Chromosomes. *Hereditas Band*, 52(2): 201—220
[12] Marian, T. & Z. Krasznai, 1979. Comparative Karyological Studies on Chinese Carps. *Aquaculture*, **18**(4): 325—336.
[13] Ojima, Y., S. Hitotsumachi & M. Hayashi, 1970. A blood culture method for fish Chromosomes. *Jap. Jour. Genet.*, **45**(2): 161—162.
[14] Ojima, Y., M. Hayashi & K. Ueno, 1972. Cytogenetic Studies in lower Vertebrates. X. Karyotype and DNA Studies in 15 species of Japanese Cyprinidae. *Japan J. Genetics*, **47** (6): 431—441.
[15] Васильев, В. П., А. П. Макеева и И. Н Рябов, 1978. Генетика, **14**(8): 1453—1460.

STUDIES ON KARYOTYPE OF BLACK CARP (*MYLOPHARYNGODON PICEUS*)

Lou Yundong, Zhang Kejian, Wu Yaling and Wang Yimei

(*Shanghai Fisheries College*)

Abstract

The karyotype of *Mylopharyngodon piceus* was examined by using cultured peripheral blood lymphocytes, including the diploid chromosome number, the morphological distribution of chromosomes, the arm ratio, the total and relative lengths of chromosomes, the total length of chromosome set, and the number of arms.

The diploid chromosome number of black carp is 48, the karyotype of which consists of 8 metacentric chromosome pairs, 14 submetacentric chromosome pairs, and 2 subtelocentric chromosome pairs. The morphology of the chromosome set is characterized by very short homologous chromosome pairs of 3.70—2.00 μm length range. The total length of the chromosome set is 59.95 μm and the number of chromosome arm is 96.

This paper also made a review on the comparison of the karyotype of four domestic fishes by different authors.