

彩鲫与红鲫杂交种体色遗传的初步研究

徐伟 白庆利 刘明华 沈俊宝

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 哈尔滨 150070)

摘要 通过彩鲫与红鲫杂交、回交以及不同体色彩鲫(杂交种)自交、杂交,对其子代的体色性状进行了统计学分析。彩鲫与红鲫的体色遗传说明彩色受显性基因控制,红色受隐性基因控制;不同体色彩鲫自交、杂交,其后代的体色分离特性为肉色显性,红色隐性,亲本体色在后代中可以积累增加;肉色、红色彩鲫与眼睛颜色、闪光鳞数具遗传相关性。

关键词 彩鲫,红鲫,杂交后代,体色,遗传

观赏鱼的遗传学研究,国外主要集中于热带鱼如孔雀鱼、月光鱼、剑尾鱼以及锦鲤等。我国金鱼的遗传学研究历史久远,对观赏鱼大都着重在种类名称,种间杂交,鳍条演变,器官演化物等方面,而对体色的发育生物学和体色遗传研究上报道很少。近年来,美国俄勒冈大学的科学家用突变技术获得一控制斑马鱼色素沉积的基因,并从发育生物学角度分析了该性状的发生,并正在研究建立该基因的连锁图谱,这对体色的发生及突变在发育生物学上具有重大意义^[1]。本文初步研究了彩鲫与红鲫的杂交种不同体色的遗传学及其与其它性状的相关性。

1 材料和方法

1.1 材料

红鲫取自本所松浦试验场。红白带闪光鳞雌性彩鲫1条从国外引进。不同体色彩鲫为红鲫与彩鲫杂交后代,包括肉色(多数体表无色素细胞成肉色,少数个体局部白色,大多无闪光鳞)、红底白花(体表大多红色,局部有白色,有闪光鳞)、白底红花(体表大多白色,局部有红色,有闪光鳞)、红色(体表红色,大部有闪光鳞且闪光鳞数较多)、杂色(体表有红、白、黄、黑、紫等色组成,有闪光鳞)。

1.2 方法

采用鱼类常规育种中的自交和杂交,分析后代

体色、眼睛颜色和闪光鳞数等的性状表现,找出它们之间的遗传规律。

2 结果

2.1 彩鲫与红鲫的体色遗传

从表1可见,彩鲫与红鲫杂交子代全为彩鲫,杂交种彩鲫 F_1 自交,后代的彩鲫与红鲫的分离比例接近3:1;杂交种彩鲫 F_1 与红鲫正反回交,后代分离比例为彩鲫:红鲫接近1:1。这一结果符合孟德尔的分离规律,由此可以认为彩色是受显性基因控制,红色是受隐性基因控制。

2.2 杂交种彩鲫的体色遗传

从表2可见,杂交种彩鲫的体色大致可分为5种:肉色、白底红花、红底白花、红色和杂色。红色和杂色在后代中所占的比例都很小;杂交种彩鲫的体色组合是较复杂的,但1996年用肉色彩鲫 F_1 、白底红花彩鲫 F_1 分别自交和1997年的肉色彩鲫 F_2 、红色彩鲫 F_2 分别自交,后代的体色分离(表2)可以得出2个结果:(1)肉色为显性,红色为隐性;(2)亲本体色在后代中可以积累增加。如1996年肉色彩鲫 \times 肉色彩鲫,肉色彩鲫后代占总数的27%;1997年用上年的肉色后代自交,后代肉色彩鲫增加到62%,选择是有效的。

2.3 杂交种彩鲫的体色与眼睛颜色、闪光鳞数的相关性

从表3可见,肉色彩鲫的眼睛颜色以黑-黑、无

收稿日期:1997-11-11

闪光鳞片为多;红色彩鲫的眼睛颜色以正常眼正 - 律说明体色与眼睛颜色、闪光鳞数有一定的相关性。正、闪光鳞多为主;其它体色介于两者中间。这一规

表 1 彩鲫与红鲫的体色遗传

Table 1 Genetics of body color of color crucian carp and red crucian carp

年 份 year	组 别 group	子代的分离结果/尾 segregation of individuals		分离比例 segregation ratio	
		红 鲫	彩 鲫	红 鲫	彩 鲫
		red crucian carp	color cruceian carp	red crucian carp	color crucian carp
1993	(彩鲫♀ × 红鲫♂)F ₁ (color crucian carp ♀ × red crucian carp ♂)F ₁	0	150	0	150
1994	(彩鲫(F ₁)♀ × 彩鲫(F ₁)♂)F ₂ (color crucian carp(F ₁) ♀ × color crucian carp(F ₁) ♂)F ₂	330	903	1	2.74
	(彩鲫(F ₁)♀ × 红鲫♂)B ₁ (color crucian carp(F ₁) ♀ × red crucian carp ♂)B ₁	76	103	1.35	1
1995	(彩鲫(F ₁)♀ × 红鲫♂)B ₁ (color crucian carp(F ₁) ♀ × red crucian carp ♂)B ₁	111	116	1	1.04

表 2 杂交种彩鲫的体色遗传

Table 2 Heredity of body colors of hybrid color crucian carp

年 份 year	组 别 group	后代的体色分离/尾 segregation of individuals				
		肉 色 flesh - color	白底红花 white with red patterns	红底白花 red with white patterns	红 色 red	杂 色 motley
1996	(肉色♀ × 肉色♂)F ₂ (flesh - color ♀ × flesh - color ♂)F ₂	117	125	73	67	46
	占总数的百分比/% percentage in total	27	29	17	16	11
	(白底红花♀ × 白底红花♂)F ₂ (white with red ♀ × white with red patterns ♂)F ₂	299	520	419	126	138
	占总数的百分比/% percentage in total	20	35	28	8	9
1997	(肉色♀ × 肉色♂) F ₃ (flesh - color ♀ × flesh color ♂)F ₃	447	226	19	14	19
	占总数的百分比/% percentage in total	62	30	3	2	3
	(红色♀ × 红色♂)F ₃ (red ♀ × red ♂)F ₃	259	578	266	197	121
	占总数的百分比/% percentage in total	18	41	19	14	8

注:1996年2组彩鲫都来自彩鲫F₁代;1997年肉色彩鲫(♀、♂)、红色彩鲫(♀、♂)都来自1996年肉色彩鲫自交子代;1996年、1997年的4个组合中,后代都有红鲫。

Note: 2 groups of color crucian carp of 1996 originated from the F₁ individuals; Flesh - color (♀ × ♂) and red (♀ × ♂) crucian carp of 1997 originated from 1996's self - cross individuals of muscle flesh - color; There are red crucian carp produced from the 4 groups of 1996 and 1997.

3 讨论

红鲫与彩鲫在体形上差异不大,但体色差别较大,红鲫全身红色,色素细胞分布均匀,而彩鲫体色由于鳞片、体侧各种色素细胞分布不均,组合成5种类型。彩鲫体侧的部分鳞片上有1种色素细胞,

在阳光下反射出较强的白光,本文称闪光鳞^[2]。彩鲫眼睛的颜色有1种为黑色,红鲫则无此特性。体色在红鲫与彩鲫幼体发育过程中表现不同,红鲫在鱼苗至夏花前呈银灰体色,养到夏花后逐渐变为红色^[3];而彩鲫在鱼苗、夏花到成鱼都表现出色彩。因此红鲫与彩鲫的体色表现有着本质差别,这2种

性状可能受 1 对等位基因控制, 它们的遗传符合孟德尔分离规律。虽然彩鲫中也有红色, 但与红鲫的红色在发育生物学上是完全不同的。

表 3 杂交种彩鲫的体色与眼睛颜色、闪光鳞数的关系

Table 3 Relationships of body color with eye color and flash scale of color crucian carp

亲 本 parents	体 色 body color	眼睛颜色 eye color				闪光鳞数 flash scale				
		黑-黑 black black	黑 正 black - normal	正黑 normal - black	正-正 normal - normal	0	0~10	10~20	20~30	≥30
1996 年(白底红花× 白底红花)F ₂ 1996's(white with red× white with red patterns)F ₂	肉色 flesh-color	86	2	2	10	80	9	3	3	5
	白底红花 white with red patterns	49	9	16	26	18	43	19	11	9
	红底白花 red with white patterns	29	19	16	36	1	30	18	12	39
	红色 red	1	1	1	64	0	15	21	10	54
1996 年(肉色× 肉色)F ₂ 1996's (flesh - color× flesh - color)F ₂	肉色 flesh-color	80	4	3	13	72	12	5	5	6
	白底红花 white with red patterns	46	14	8	32	21	46	18	6	9
	红底白花 red with white patterns	15	11	13	61	3	35	22	12	28
	红色 red	8	4	4	81	1	20	17	13	49
1997 年(肉色× 肉色)F ₃ 1997's(flesh - color× flesh - color)F ₃	肉色 flesh-color	88	9	2	1	94	6	0	0	0
	白底红花 white with red patterns	88	2	2	8	60	34	2	2	2
	红底白花 red with white patterns	21	0	0	79	53	37	0	0	10
	红色 red	7	0	7	86	50	14	0	14	22
1997 年(红色× 红色)F ₃ 1997's(red× red)F ₃	肉色 flesh-color	72	6	2	20	45	29	7	2	17
	白底红花 white with red patterns	36	13	6	45	13	41	8	6	32
	红底白花 red with white patterns	22	0	6	72	12	20	6	4	58
	红色 red	0	2	0	98	0	8	0	6	86

注:眼睛黑-黑指左右两眼的颜色都为黑色,眼睛正-正指左右两眼的颜色都为正常色彩;1997 年试验的肉色彩鲫♀、♂都是眼睛黑-黑、无闪光鳞;1997 年试验的红色彩鲫♀、♂都是眼睛正-正、闪光鳞在 30 以上;%为某种性状在某一体色中占的百分比数。

Note: Black-black eye denotes the color of both eyes black, normal-normal eye denotes both eyes normal; flesh-color(♂×♀) crucian carp in 1997's experiments all have black-black eyes without flash scales; red(♂×♀) crucian carp in 1997's experiments all have normal-normal eyes with at least 30% of flash scale; % refers to percent of one genetic trait in one body color.

杂交种彩鲫体色约分 5 种,肉色彩鲫与红色彩鲫有明显的特征。肉色彩鲫的眼睛大多是黑色的,且多数没有闪光鳞片;红色彩鲫眼睛大多是正常的,含闪光鳞片较多;白底红花、红底白花、杂花个体上述表现介于中间型,说明肉色、红色体色与眼睛颜色、闪光鳞片有连锁关系,但这种连锁在这 2 种体色少量个体中并不表现。表 3 中 1997 年肉色(黑-黑、无闪光鳞)自交、红色(正-正、闪光鳞 30 以上)

自交后代中,没有表现出全部子代眼睛颜色黑-黑或正-正、闪光鳞片的有无,这说明黑眼睛与正常眼睛、闪光鳞片有无不是 1 对等位基因,没有显隐性关系。彩鲫体色基因遗传比较复杂,在白底红花、红底白花、杂花中,花色所占的位置及比例也各不相同,有多有少,属于数量遗传。肉色彩鲫通过 2 代自交后,其肉色彩鲫在群体中的数量明显增多,预测通过几代自交后,可能达到子代全是肉色彩鲫,成为纯

合的基因型。红色彩鲫自交第 1 代没表现出子代红色占大多数, 只为群体的 14%, 说明在彩鲫中控制红色的基因不是显性基因。伍惠生等^[3]认为, 金鱼红色体色对所有色彩均为显性, 但彩色除外, 彩鲫中的红色与金鱼的红色肯定有本质的不同需进一步探索。除 1997 年肉色彩鲫自交外, 其它 3 组中白底红花、红底白花占群体的比例都较大, 说明彩鲫的体色遗传中有相嵌遗传, 即红色与白色相嵌。杂色是体色上增加了黑色、兰色、褐色、黄色等, 但占群体的

比例较小, 这是由于某些基因突变的结果。

参 考 文 献

- 1 Deborah J Goff. SHORT COMMUNICATION Identification of Polymorphic Simple Sequence Repeats in the Genome of the Zebrafish. GENOMICS, 1992, 14: 200~202
- 2 张绍化, 等. 金鱼、锦鲤、热带鱼. 金盾出版社, 1992. 4~5
- 3 伍惠生, 等. 中国金鱼. 天津科学技术出版社, 1983. 104~105

Body color of filial generation from color crucian carp and red crucian carp

Xu Wei Bai Qingli Liu Minghua Shen Junbao

(Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070)

Abstract Through hybridization and backcross of color crucian carp with red carp, as well as self-crossing and hybridization of their color hybrids, the body color traits of their hybrids were analyzed statistically. The genetic regulation of body color for color and red crucian carp implies that the multicolors are controlled by recessive gene while the redness by dominant one. When hybrids of color crucian carp with different body colors hybridize and self-cross, the flesh-color, in their hybrid body colors, shows recessiveness and red dominant, and the body colors of parents can be accumulated among their hybrids. There are genetic correlations between the eye color and flash-scale numbers of the flash-color and red crucian carps.

Key words color crucian carp, red crucian carp, filial generation, body color, genetic regulation