

黄色鲤、蓝色鲤、红色鲤杂交的体色及鳞被遗传特性

徐伟 李池陶 曹顶臣 耿龙武

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所 哈尔滨 150070)

摘要:进行黄色鲤(*Cyprinus carpio*)、蓝色鲤及红色鲤的自交和杂交试验,统计分析子代的体色及鳞被分离情况。结果表明,实验选择的亲本,红色鲤的体色和鳞被都是纯合基因型;蓝色鲤的体色是纯合型,鳞被是杂合型;黄色鲤的体色和鳞被都是杂合型。它们彼此杂交的体色遗传规律较复杂,子代中不但具有亲本的红、黄、蓝体色,还出现了其他色彩,如青灰色、白色、青黄色和蓝白色,部分红色个体的背部还呈暗黑色。同时,实验还观察了不同体色鲤的鳞片、鳍条色素细胞分布情况,分析和讨论了鲤杂交的体色遗传特性。

关键词:鲤;体色;鳞被;遗传

中图分类号:Q953 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2010)05-09-09

Body Color and Scale Type in Progenies from Different Cross Combinations among Yellow Carp, Blue Carp and Red Carp

XU Wei LI Chi-Tao CAO Ding-Chen GENG Long-Wu

(Heilongjiang Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Harbin 150070, China)

Abstract:The segregations of body color and scale type in progenies derived from selfing and intercross among Yellow Carp(*Cyprinus carpio*), Blue Carp and Red Carp populations were analyzed. The results showed that the body color and scale type were homozygous in red parents, but heterozygous in yellow parents. In blue parent carps, body color was homozygous, while scale type was heterozygous. Complex and diverse phenotypes of body color in progenies from different cross combinations were observed, such as bluish gray, white, bluish yellow and blue white, in addition to red, yellow and blue. Some red individuals with black on back were also observed. Moreover, the distribution of chromatophores in scales and fin rays were described, and the inheritance characters of body color in carp crosses were analyzed and discussed in this study.

Key words:*Cyprinus carpio*; Body color; Scale type; Inheritance

鲤(*Cyprinus carpio*)的品种多样,体色、鳞被也有所不同。鲤体色有青灰(野生型)、红、蓝、黄、白、黑等,还有红白、黑白、红黑白、黄黑白等2种以上色斑的杂色锦鲤;鳞被则大体可分为全鳞型、散鳞型、线鳞型和裸鳞型4种^[1-3]。国内外学者对鲤的体色、鳞被作了大量研究,得出鲤的青灰色与红色性状是由2对基因控制,青灰色为显性,红色为隐性,而蓝色、

白色、黄色以及锦鲤的杂色都是由于隐性基因的突变;鳞被的全鳞与散鳞是由1对基因控制,

基金项目 黑龙江省科委重点研究项目(No. G96B4-1),黑龙江省科技攻关项目(No. 2009G0763-00);

第一作者介绍 徐伟,男,研究员;研究方向:鱼类育种和繁殖;E-mail: xwsc23@tom.com。

收稿日期:2010-01-12,修回日期:2010-04-26

全鳞为显性,散鳞为隐性^[3-9]。

大量观赏性鲤的遗传研究表明,如果只是进行不同体色品种间的杂交,虽然能够选育出好的品种,但选择效率太低,遗传不稳定,创新性的品种不多,如果想要得到理想的生产效果,就应搞清它们的体色遗传规律,这样才能事半功倍,获得可观的经济效益和社会效益^[10-12]。本文针对体色由隐性基因控制的蓝色鲤、黄色鲤、红色鲤品种进行自交和杂交实验,旨在找出它们的体色、鳞被遗传规律,以期观赏鱼新品种的开发利用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 实验鱼的来源 红色鲤(图版 I: 1)来源于黑龙江水产研究所选育的荷包红鲤抗寒品系^[13],黄色鲤(图版 I: 2)、白黑锦鲤(图版 I: 3)来源于锦鲤中的黄色和白黑色个体,蓝色鲤(图版 I: 4)来源于(黑龙江鲤♀×红镜鲤♂)杂交的蓝色突变体自交 F₂^[14]。

1.2 实验方法 在群体中随机选取全鳞型的个体,单交是指一对雌雄鱼的配组,群交是指 15 对以上雌雄鱼的配组,进行不同体色鲤以及子代的自交和杂交实验。获得鱼苗后饲养在 300~1 000 m² 的室外池塘中,自然水温 13~28℃ 秋季 10 月出池,观察和统计鱼的体色、鳞被变化,并用数码相机进行拍照。

本实验不涉及线鳞型和裸鳞型鳞被,散鳞型鳞被是指除全鳞型以外的其他个体^[3]。

1.3 鳞片和鳍条色素细胞的观察 选取全鳞型,体重 50~100 g,不同体色的鲜活鲤,在侧线上部摘取鳞片 3~4 片,按正常上下层(鸟粪素层为下层)放置到载玻片上,然后再将鱼体的背鳍条剪下,使用 Olympus IX70 倒置显微镜观察鳞片和鳍条的色素细胞,射入光线通过 LBD2IF 和无色毛玻璃滤光片,使光线接近于自然白光,并用 Olympus DP11 数码相机拍照。

1.4 数据处理 数据处理主要利用 Microsoft Excel 软件在计算机上完成。

2 结 果

2.1 3 种体色鲤的自交 进行黄色鲤、蓝色鲤

和红色鲤的自交试验,其子代的体色、鳞被分离情况见表 1。从体色的遗传特点分析,黄色鲤自交,子代可分离出黄、红、白(图版 I: 5)3 种体色;蓝色鲤自交,子代体色全部为蓝色;红色鲤自交,子代体色全部为红色。从鳞被的遗传特点分析,黄色鲤(全鳞)自交,蓝色鲤(全鳞)自交,子代均会分离出全鳞和散鳞型 2 种;红色鲤(全鳞)自交,子代全部为全鳞型。结果表明,实验选择的亲本,红色鲤的体色、鳞被都是纯合基因型;蓝色鲤的体色是纯合型,鳞被是杂合型;黄色鲤的体色、鳞被都是杂合型。

2.2 3 种体色鲤的杂交 进行黄色鲤、蓝色鲤和红色鲤的杂交实验,其子代的体色、鳞被分离情况见表 2。从体色的遗传特点分析,黄色鲤♀×蓝色鲤♂杂交,子代可分离出青灰色(图版 I: 6)、青黄色(图版 I: 7)、蓝白色(图版 I: 8)和蓝色 4 种体色,比例约为 1:1:1:1;红色鲤♀×蓝色鲤♂杂交,子代分离出青灰色和红色,比例约为 1:1;红色鲤♀×黄色鲤♂杂交,子代的体色有红色、淡红色,部分红色个体背部呈暗黑色(图版 I: 9)。从鳞被的遗传特点分析,黄色鲤(全鳞)♀×蓝色鲤(全鳞)♂杂交,子代分离出全鳞和散鳞型,比例约为 1:3;红色鲤(全鳞)♀×蓝色鲤(全鳞)♂杂交,红色鲤(全鳞)♀×黄色鲤(全鳞)♂杂交,子代只有全鳞型。实验结果得出,黄色鲤×蓝色鲤的杂交,子代会出现新的体色品种,即青黄鲤和蓝白鲤。

2.3 F₁ 的杂交实验 选取(黄色鲤×蓝色鲤)杂交子代中的蓝白色个体,进行蓝白色 F₁×黄色鲤回交、蓝白色 F₁×白黑锦鲤杂交;选取(红色鲤×蓝色鲤)杂交子代中的红色和青灰色个体,进行红色 F₁自交、红色 F₁×青灰色 F₁杂交,其子代的体色、鳞被分离情况见表 3。从体色的遗传特点分析,黄色鲤♀×蓝白色 F₁♂,白黑锦鲤♀×蓝白色 F₁♂,子代的体色分离复杂多样,有红色、白色、青灰色、蓝色、蓝白色、青黄色和杂色(2 种以上色彩有斑纹或色块的锦鲤);红色 F₁自交、红色 F₁×青灰色 F₁杂交,子代可分离出青灰色、红色、蓝色、白色和蓝白色,部分红色个体背部呈暗黑色。从鳞被的遗

表 1 黄色鲤、蓝色鲤和红色鲤自交的子代分离情况

Table 1 The segregations of body color and scale type in selfing progenies in yellow , blue and red carps

组合 Cross combinations	年份 Date	配组 Cross type	子代表现型 Phenotype of offspring							
			散鳞型 Scattered scales			全鳞型 Whole scales				
			黄色 Yellow	红色 Red	白色 White	黄色 Yellow	红色 Red	白色 White		
黄色鲤(全鳞)♀× 黄色鲤(全鳞)♂ Yellow carp (whole scales) ♀×yellow carp (whole scales) ♂	2005	单交 Pairwise mating	子代尾数 Number of offspring	51	23	0	141	47	0	
			百分比(%) Percentage	19.5	8.8	0	53.8	17.9	0	
	2006	单交 Pairwise mating	子代尾数 Number of offspring	19	37	13	67	125	32	
			百分比(%) Percentage	6.5	12.6	4.4	22.9	42.7	10.9	
	蓝色鲤(全鳞)♀× 蓝色鲤(全鳞)♂ Blue carp (whole scales) ♀×blue carp (whole scales) ♂	2005	单交 Pairwise mating	子代尾数 Number of offspring	0			327		
				百分比(%) Percentage	0			100		
2006		群交 Mixed mating	子代尾数 Number of offspring	27			164			
			百分比(%) Percentage	14.1			85.9			
红色鲤(全鳞)♀× 红色鲤(全鳞)♂ Red carp (whole scales) ♀×red carp (whole scales) ♂		2005	单交 Pairwise mating	子代尾数 Number of offspring				883		
				百分比(%) Percentage				100		
	2006	群交 Mixed mating	子代尾数 Number of offspring				1 364			
			百分比(%) Percentage				100			

传特点分析,黄色鲤(全鳞)×蓝白色 F1(全鳞),白黑锦鲤(全鳞)×蓝白色 F1(全鳞),子代分离出全鳞和散鳞型 2 种;红色 F1(全鳞)自交、红色 F1(全鳞)×青灰色 F1(全鳞)杂交,子代都是全鳞型。

2.4 不同体色鲤鳞片和鳍条色素细胞观察

在倒置显微镜下观察不同体色鲤鳞片和鳍条色素细胞的分布情况,其结果见图版 I 和图版 II。从鳞片色素细胞的观察情况来看,红色鲤(图版 I: 10)、黄色鲤(图版 I: 11)主要是缺失黑

色素细胞,蓝色鲤(图版 I: 12)缺失黄色素细胞,这 3 种鲤杂交子代中出现了其他的体色鲤品种,如白色、青灰色、蓝白、青黄。白色鲤(图版 I: 13)缺失黄色素和黑色素细胞,青灰色鲤(图版 I: 14)的黄色素、黑色素和鸟粪素细胞分布均匀正常。蓝白鲤(图版 I: 15)缺失黄色素细胞,青黄鲤(图版 II: 1)的黄色素、黑色素和鸟粪素细胞都存在,但这 2 种体色鲤的黑色素细胞分布不均匀,鳞片外缘致密,内部较稀疏,表现出网状。虽然以上各体色鲤在鳞片

表 2 黄色鲤、蓝色鲤和红色鲤杂交的子代分离情况
Table 2 The segregations of body color and scale type in progenies from different intercross combinations among yellow, blue and red carps

组合 Cross combinations	年份 Date	配组 Cross type	子代表现型 Phenotype of offspring							
			散鳞型 Scattered scales				全鳞型 Whole scales			
			青灰 Bluish grey	青黄 Bluish yellow	蓝白 Blue white	蓝色 Blue	青灰 Bluish grey	青黄 Bluish yellow	蓝白 Blue white	蓝色 Blue
黄色鲤(全鳞)♀ × 蓝色鲤(全鳞)♂ Yellow carp (whole scales) ♀ × blue carp (whole scales) ♂	2004	单交 Pairwise mating	子代尾数 Number of offspring							
			22	18	20	22	66	64	67	72
			百分比(%) Percentage							
			6.3	5.1	5.7	6.3	18.8	18.2	19.1	20.5
红色鲤(全鳞)♀ × 蓝色鲤(全鳞)♂ Red carp (whole scales) ♀ × blue carp (whole scales) ♂	2005	单交 Pairwise mating	全鳞型 Whole scales							
			红色 Red				青灰色 Bluish grey			
			子代尾数 Number of offspring							
			101				99			
			百分比(%) Percentage							
			50.5				49.5			
红色鲤(全鳞)♀ × 黄色鲤(全鳞)♂ Red carp (whole scales) ♀ × yellow carp (whole scales) ♂	2006	单交 Pairwise mating	全鳞型 Whole scales							
			红色黑背 Red with black back		红色 Red		淡红色黑背 Reddish with black back		淡红色 Reddish	
			子代尾数 Number of offspring							
			27		58		28		30	
			百分比(%) Percentage							
			18.9		40.6		19.6		21.0	

都有鸟粪素分布,但从背鳍的观察结果来看,青灰色(图版 II: 2, 3)、黄色(图版 II: 4, 5)、红色(图版 II: 6, 7)、蓝色鲤(图版 II: 2, 8)的鳍条上没有鸟粪素细胞分布,而亮黄色(图版 II: 9, 图版 II: 4, 10)、亮白色(图版 II: 11, 图版 II: 6, 12)、蓝白色(图版 II: 13, 14)、青黄色(图版 II: 13, 15)鲤的鳍条上有鸟粪素细胞分布。

3 讨论

3.1 不同鲤杂交的体色遗传特性 普通野生鲤的体色一般为青灰色,而红色、蓝色、白色、黄色、杂色等都是突变种。大量研究表明,控制这些体色遗传的基因较复杂,目前尚未形成共识^[7]。对于鱼类体色遗传学研究来讲,纯系亲本的获得是实验的关键,从本研究的实验结果

来看,虽然选择亲本的体色基因型红色鲤、蓝色鲤是纯合体,但黄色鲤是杂合体,它们相互杂交出现了除亲本以外的其他色彩,如青灰色、白色、青黄色和蓝白色,有些红色个体的背部还出现了黑色等,且同一体色还有深浅差异,因此,目前本文对这 3 种体色鲤的遗传研究还比较初浅,尚需更多深入的研究。

在研究中发现,从鸟粪素细胞的分布和数量来看,可将鲤的色彩分为 2 类,一类是鸟粪素细胞在鳞片上分布正常,但各鳍条无分布,体表的色彩表现为无银光,如黄、白、青灰、蓝色等。另一类是鸟粪素细胞在鳞片上分布致密,各鳍条也有分布,体表的色彩表现为有银光,如亮黄、亮白、蓝白、青黄色等,研究初期由于笔者没有注意到这种情况,因此本文中并没有将黄色和

表 3 蓝白色 F1、红色 F1、青灰色 F1 的杂交子代分离情况
 Table 3 The segregations of body color and scale type in progenies from different intercross combinations among bluish white carp F1, red carp F1 and bluish grey carp F1 populations

组合 Cross combinations	年份 Date	配组 Cross type	子代表现型 Phenotype of offspring						
黄色鲤(全鳞)♀× 蓝白色 F1(全鳞)♂ Yellow carp(whole scales)♀×bluish white carp F1(whole scales)♂	2007	单交 Pairwise mating	散鳞型 Scattered scales						
			红色 Red	白色 White	青灰色 Bluish grey	蓝色 Blue	蓝白色 Blue white	青黄色 Bluish yellow	
			子代尾数 Number of offspring	11	13	23	21	9	21
			百分比(%) Percentage	2.9	3.5	6.1	5.6	2.4	5.6
			全鳞型 Whole scales						
			红色 Red	白色 White	青灰色 Bluish Grey	蓝色 Blue	蓝白色 Blue white	青黄色 Bluish yellow	
子代尾数 Number of offspring	35	36	36	57	43	70			
百分比(%) Percentage	9.3	9.6	9.6	15.2	11.5	18.7			
白黑锦鲤(全鳞)♀× 蓝白色 F1(全鳞)♂ White carp with black patches(whole scales) ♀×bluish white carp F1 (whole scales)♂	2007	单交 Pairwise mating	散鳞型 Scattered scales						
			青灰色 Bluish grey	青黄色 Bluish yellow	红色 Red	白色 White	杂色 Mottle	蓝色 Blue	
			子代尾数 Number of offspring	30	5	1	0	4	5
			百分比(%) Percentage	9.5	1.6	0.3	0	1.3	1.6
			全鳞型 Whole scales						
			青灰色 Bluish grey	青黄色 Bluish yellow	红色 Red	白色 White	杂色 Mottle	蓝色 Blue	
子代尾数 Number of offspring	124	14	2	2	109	19			
百分比(%) Percentage	39.4	4.4	0.6	0.6	34.6	6.0			
红色 F1(全鳞)♀× 红色 F1(全鳞)♂ Red carp F1(whole scales)♀×red carp F1 (whole scales)♂	2008	单交 Pairwise mating	全鳞型 Whole scales						
			红色黑背 Red with black back			蓝白色 Bluish white			
			子代尾数 Number of offspring	122			23		
			百分比(%) Percentage	84.1			15.9		
红色 F1(全鳞)♀× 青灰色 F1(全鳞)♂ Red carp F1(whole scales)♀×bluish grey carp F1(whole scales)♂	2008	单交 Pairwise mating	全鳞型 Whole scales						
			红色黑背 Red with black back	蓝白色 Blue white	蓝色 Blue	青灰色 Bluish grey			
			子代尾数 Number of offspring	55	18	6	44		
			百分比(%) Percentage	44.7	14.6	4.9	35.8		

亮黄色、白色和亮白色区分开来,但从观赏和市场价格的角度来看,有银光的品种要明显优于无银光的品种。

3.2 不同鲤杂交的色素细胞遗传特性 鲤的体色多种多样,但色素细胞的排列方式大致可分为2种情况,一种是不同色素细胞在体表分布的数量和排列方式较均衡,整体表现出某一种色彩,如青灰色(野生型)、红色、白色、黄色等。另一种就是不同色素细胞在体表分布的数量和排列方式不均衡,2种以上的色彩会形成斑纹或色块,如锦鲤的大正三色、昭和三色、红白、红黑等。在本研究的黄色鲤、蓝色鲤、红色鲤杂交,王成辉等的瓯江彩鲤红色和白色鲤杂交^[15],张建森等的青灰色(野鲤)和红鲤杂交^[4],子代中都没有出现像锦鲤中的红白、黑白、红黑、红白黑等色彩和斑纹,笔者认为以上几个品种的杂交,只是控制体色基因显隐性的不同表达,而没有导致色素细胞整体排列方式的变化。当一些鲤品种与2种以上色斑的锦鲤杂交时,则常会发生色素细胞排列方式和数量的改变,子代中得到大正三色、昭和三色、红白、红黑等品种^[1,2,10,12],在本研究白黑锦鲤♀×蓝白F1♂的子代中也出现了较多这样杂色个体。

鱼类的体色虽然丰富又多彩,但组成体色的基本色素细胞只有4种:黑色素、黄色素、红色素和鸟粪素细胞(又称虹彩细胞)。其中黄色素细胞色素颗粒呈黄色,含类胡萝卜素,红色素细胞色素颗粒呈红色或红黄色,含类胡萝卜素和蝶啶,红色素与黄色素在化学特性方面相似^[16-18]。从笔者长期的鱼类体色遗传学研究和查阅大量资料图谱来看,在鲤、鲫(*Carassius auratus*)的黄体色个体中没有发现过有红色斑块,在红体色个体中也没有出现过黄色斑块,红色与黄色是不相容的体色。从鳞片色素细胞观察来看,鲫都是红色素细胞,而无锦鲤中的黄色素细胞,严格意义上讲金鱼只有橙红色和淡红色,而无鲤中的黄色品种。鲤及鲫的红色素、黄色素的组成和结构,以及演化机理还有待于进一步深入研究。

参 考 文 献

- [1] 布鲁斯特:王彩虹译. 实用锦鲤百科. 北京:中国农业出版社,2004,122-201.
- [2] 黑本健夫. 锦鲤庭池と新しい飼育. 大阪:保育社,1973,1-40.
- [3] 楼允东. 鱼类育种学. 北京:中国农业出版社,1999,306-308.
- [4] 张建森,潘光碧. 鲤鱼体色体型遗传的研究. 水产学报,1983,7(4):301-312.
- [5] 杨永铨,刘爱如,夏德全. 鲤鱼性状遗传及其在杂交育种上的应用. 淡水渔业,1980,10(3):7-12.
- [6] 刘明华,沈俊宝,张铁齐. 鲤鱼鳞被和体色在人工诱导雌核发育中的遗传变异. 生物技术,1993,3(4):17-21.
- [7] 张兴忠. 鱼类遗传与育种. 北京:中国农业出版社,1988,96-102.
- [8] David L, Rothbard S, Rubinstein I, et al. Aspect of red and black color inheritance in the Japanese ornamental (Koi) carp (*Cyprinus carpio* L). Aquaculture, 2004, 233: 129-147.
- [9] Katasonov V Y. A study of pigmentation in hybrids between the common and decorative Japanese carp. III. The inheritance of blue and orange patterns of pigmentation. Genetika, 1978, 14: 2184-2192.
- [10] 徐伟,曹顶臣,李池陶,等. 水晶彩鲤、红鲫、锦鲤、荷包红鲤杂交子代的生长和体色研究. 水产学报,2005,29(3):339-343.
- [11] 王昭明. 日本锦鲤业简史及上品鱼育成技术要点. 水产学杂志,1998,11(2):46-49.
- [12] 徐伟,曹顶臣,刘刚,等. 锦鲤抗寒品系的选育. 淡水渔业,2002,32(5):3-5.
- [13] 沈俊宝,刘明华. 荷包红鲤抗寒品系的筛选和培育. 淡水渔业,1988,18(3):14-17.
- [14] 沈俊宝,刘明华. 蓝色鳞鲤品系的起源、筛选和培育. 淡水渔业,1988,18(4):3-6.
- [15] 王成辉,项松平,吕耀平,等. 瓯江彩鲤红、白两种体色遗传关系的初步研究. 上海水产大学学报,2008,17(4):402-405.
- [16] 孟庆闻,缪学祖,俞泰济,等. 鱼类学. 上海:上海科技出版社,1989,36-38.
- [17] 普契科夫 H B:何大仁译. 鱼类生理学. 上海:上海科技出版社,1959,186-194.
- [18] 刘晓东,陈再忠. 鱼类色素细胞及体色调控. 水产科技情报,2008,35(1):13-18.

图版 I 说明

1. 红色鲤; 2. 黄色鲤; 3. 杂色锦鲤群体(↑黑白锦鲤); 4. 蓝色鲤; 5. 白色鲤; 6. 青灰色鲤; 7. 青黄色鲤群体; 8. 蓝白色鲤群体; 9. 黑背红色鲤群体; 10. 红色鲤鳞片色素细胞; 11. 黄色鲤鳞片色素细胞; 12. 蓝色鲤鳞片色素细胞; 13. 白色鲤鳞片色素细胞; 14. 青灰色鲤鳞片色素细胞; 15. 蓝白色鲤鳞片色素细胞。

Explanation of Plate I

1. Red carp; 2. Yellow carp; 3. Mottled ornamental carp population (↑ white ornamental carps with black patches); 4. Blue carp; 5. White carp; 6. Bluish gray carp; 7. Bluish yellow carp population; 8. Blue white carp population; 9. Black-back red carp population; 10. The chromatophores in scales of red carp; 11. The chromatophores in scales of yellow carp; 12. The chromatophores in scales of blue carp; 13. The chromatophores in scales of white carp; 14. The chromatophores in scales of bluish gray carp; 15. The chromatophores in scales of blue white carp.

图版 II 说明

1. 青黄色鲤鳞片色素细胞; 2. I 青灰色鲤背鳍条, II 蓝色鲤背鳍条; 3. 青灰色鲤背鳍条色素细胞; 4. I 黄色鲤背鳍条, II 亮黄色鲤背鳍条; 5. 黄色鲤背鳍条色素细胞; 6. I 红色鲤背鳍条, II 亮白色鲤背鳍条; 7. 红色鲤背鳍条色素细胞; 8. 蓝色鲤背鳍条色素细胞; 9. 亮黄色鲤; 10. 亮黄色鲤背鳍条色素细胞(↑鸟粪素细胞); 11. 亮白色鲤; 12. 亮白色鲤背鳍条色素细胞(↑鸟粪素细胞); 13. I 青黄色鲤背鳍条, II 蓝白色鲤背鳍条; 14. 蓝白色鲤背鳍条色素细胞(↑鸟粪素细胞); 15. 青黄色鲤背鳍条色素细胞(↑鸟粪素细胞)。

Explanation of Plate II

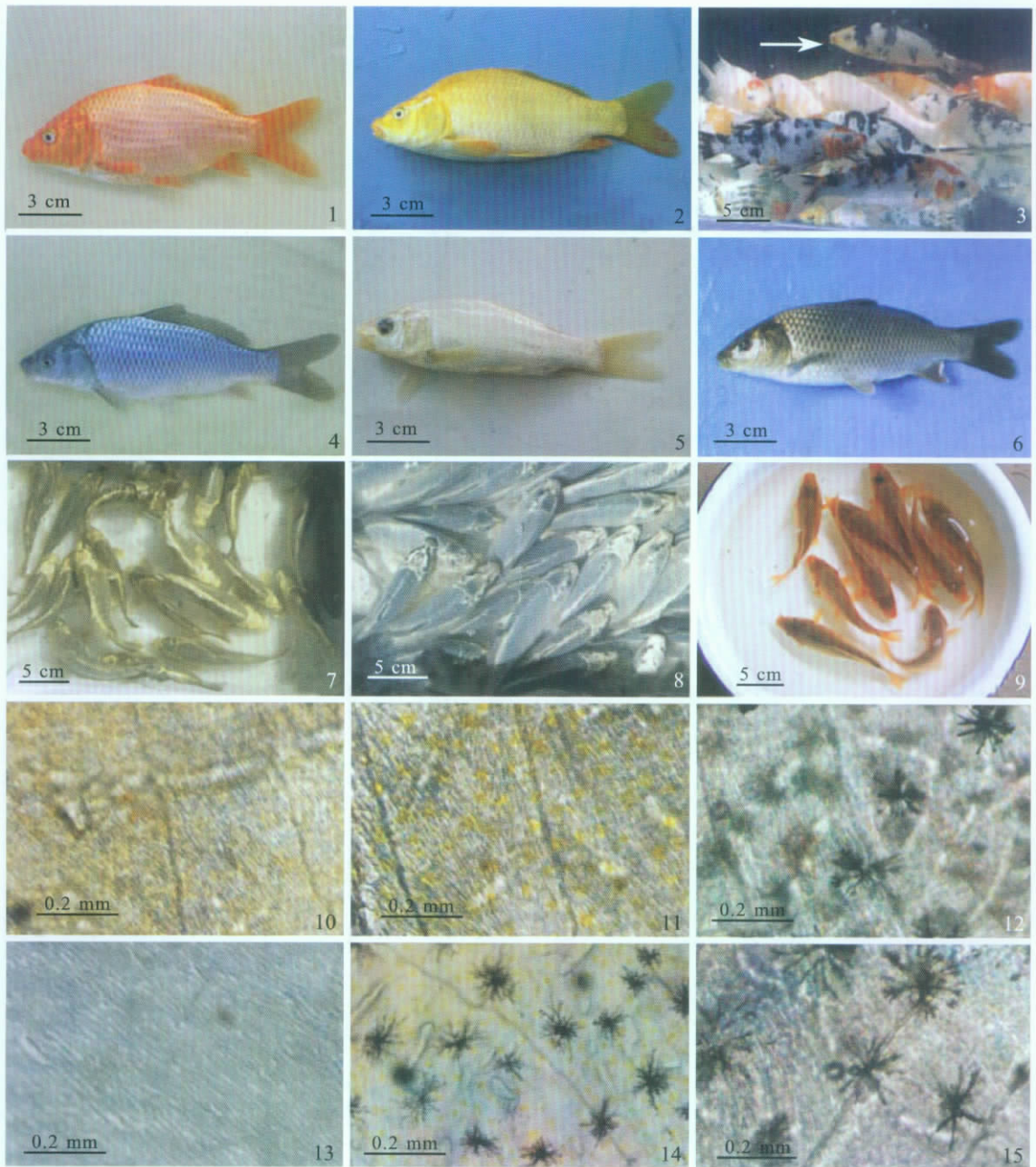
1. The chromatophores in scales of bluish yellow carp; 2. I dorsal fin rays of bluish gray carp, II dorsal fin rays of blue carp; 3. The chromatophores in dorsal fin rays of bluish gray carp; 4. I dorsal fin rays of yellow carp, II dorsal fin rays of bright pale yellow carp; 5. The chromatophores in dorsal fin rays of yellow carp; 6. I dorsal fin rays of red carp, II dorsal fin rays of bright white carp; 7. The chromatophores in dorsal fin rays of red carp; 8. The chromatophores in dorsal fin rays of blue carp; 9. Bright pale yellow carp; 10. The chromatophores in dorsal fin rays of bright pale yellow carp (↑ guanophore); 11. Bright white carp; 12. The chromatophores in dorsal fin rays of bright white carp (↑ guanophore); 13. I dorsal fin rays of bluish yellow carp, II dorsal fin rays of blue white carp; 14. The chromatophores in dorsal fin rays of blue white carp (↑ guanophore); 15. The chromatophores in dorsal fin rays of bluish yellow carp (↑ guanophore).

徐 伟等:黄色鲤、蓝色鲤、红色鲤杂交的体色、鳞被遗传特性

图版 I

XU Wei *et al.* : Body Color and Scale Type in Progenies from Different Cross Combinations
among Yellow Carp , Blue Carp and Red Carp

Plate I



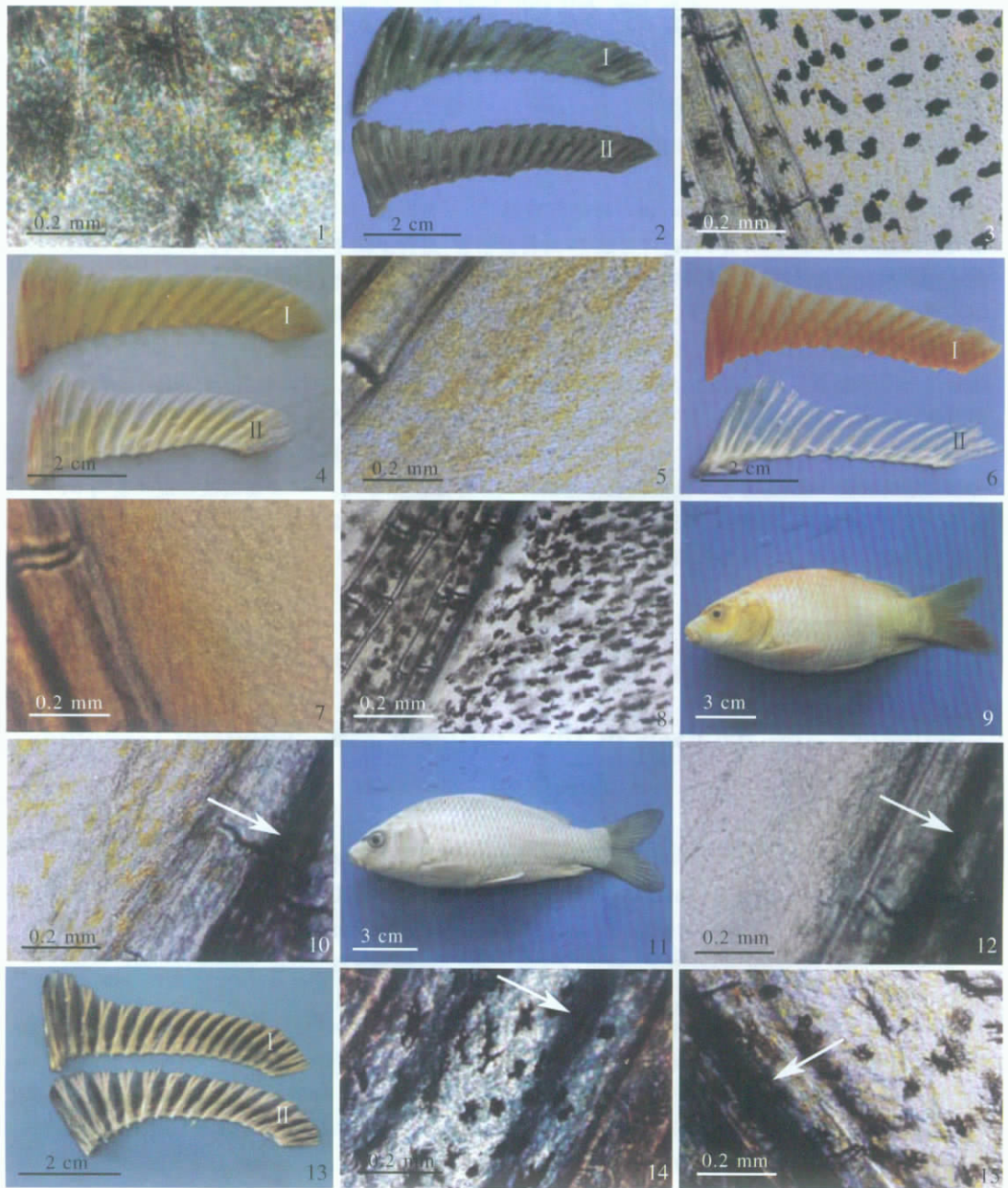
图版说明见文后

徐 伟等:黄色鲤、蓝色鲤、红色鲤杂交的体色、鳞被遗传特性

图版 II

XU Wei *et al.* :Body Color and Scale Type in Progenies from Different Cross Combinations among Yellow Carp , Blue Carp and Red Carp

Plate II



图版说明见文后