

彩鲫与建鲤杂交 F₁ 肠道黏膜显微观察

刘文骁 陈宏*

石河子大学动物科技学院 石河子 832000

摘要: 通过对全红体色彩鲫 (*Carassius auratus*) 与建鲤 (*Cyprinus carpio* var. Jian) 的正反杂交后代进行消化道生长发育的比较研究, 以期在建鲤与彩鲫的远缘杂交生产和研究提供理论依据。本实验选择建鲤亲本、彩鲫亲本、鲤鲫 F₁ (建鲤♀ × 彩鲫♂) 和鲫鲤 F₁ (彩鲫♀ × 建鲤♂) 各 50 条, 每组实验鱼日龄相近。每组选 5 条体重相近的鱼测量肠长和肠重, 并制作肠切片, 计算肠重指数、肠长指数、肠道皱襞高度、绒毛长、绒毛宽、肌层厚度数据。数据结果采用 SPSS (17.0) 软件中的 LSD 法进行显著性检验。结果表明, 以彩鲫作为父本的 F₁ 的消化水平高于以彩鲫作为母本的 F₁, 且彩鲫作为父本的 F₁ 即鲤鲫 F₁ 的消化水平高于两亲本, 体现出了杂种优势。

关键词: 彩鲫; 建鲤; 肠长指数; 肠重指数; 皱襞高度

中国分类号: Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2015) 03-464-06

Microstructure of Intestinal Mucosa in F₁ Hybrids of Colorful Carp and Jian Carp

LIU Wen-Xiao CHEN Hong*

College of Animal Science and Technology, Shihezi University, Shihezi 832000, China

Abstract: We obtained the hybrids through hybridizing the full red body color carps (*Carassius auratus*) with the Jian carps (*Cyprinus carpio* var. Jian) by reciprocal cross, and then studied the growth and development of the digestive tract of the two kinds of hybrids comparatively to provide the theoretical basis for the production and research of the distant hybridization of the colorful carp and Jian carp. We respectively chose 50 from the Jian carps, the colorful carps, the F₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀) and the F₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂). The fish in each group had similar age. Each group contained five fish which had similar weight to measure the intestine length and intestine weight and then intestinal biopsies were made. We calculated the indexes of intestinal weight and length and the height of duplicatures and other data. We disposed data by the Excel and analyzed data by the LSD of SPSS (17.0). Results showed that the digestion rate of the F₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀) was higher than that of the F₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂) and that the digestion rate of

基金项目 石河子大学科学技术研究发展计划专项 (No. gxjs2012-yz10);

* 通讯作者, E-mail: chenhongjc@163.com;

第一作者介绍 刘文骁, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物营养与饲料; E-mail: 1012555787@qq.com.

收稿日期: 2014-06-06, 修回日期: 2014-09-30 DOI: 10.13859/j.cjz.201503018

the F₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀) is higher than that of the two kinds of parental generations, which reflected hybrid advantage.

Key words: Colorful Carp (*Carassius auratus*); Jian Carp (*Cyprinus carpio* var. Jian); Index of intestinal length; Index of intestinal weight; Height of duplicature

远缘杂交 (distant hybridization) 是指种间、属间乃至亲缘关系更远的生物类型之间的杂交。鱼类是脊椎动物中最容易进行远缘杂交的, 从 1558 年 Genner 用鲤鱼 (*Cyprinus carpio*) 与金鱼 (*Carassius auratus*) 杂交获得世界上第一个有记录的杂种以来 (丁少雄等 2004), 据 Schwartz (1972, 1981) 统计, 从 1558 ~ 1980 年, 已经使用了 56 科 1 080 种鱼类进行过杂交实验, 其中主要是太阳鱼科 (Centrarchidae)、鲤科 (Cyprinidae)、胎科 (Poecilidae) 和鲑科 (Salmonidae), 共发表论文 3 759 篇。据报道, 中国淡水鱼类属间以上的远缘杂交后代有较高的成活率, 且有一定的生长优势, 并可在生产上应用的有下列 4 个杂交组合, 即鳊鲂杂种、鲢鳙杂种 (*Hypophthalmichthys molitrix* × *H. nobilis*)、鲤鲫杂种 (*Cyprinus carpio* × *Carassius auratus*) 和鲮与湘华鲮杂种 (*Cirrhinus molitorella* × *Sinilabeo decorus tungting*) (吴清江等 1993)。

鲤鲫杂交种具有一定的生长优势, 虽然生长的速度稍逊于鲤鱼, 但还是比鲫鱼快得多, 且肉味较接近鲫鱼, 因具有较大的经济价值而比较受水产研究者的关注 (刘筠等 1986, 范兆廷等 1993)。但目前人们研究的热点主要集中在鲤鲫的遗传育种以及养殖等方面, 而对其形态及某些生物学指标的研究相对较少, 多见于早期的研究中, 且缺乏系统性。

本文对全红体色彩鲫与建鲤 (*C. carpio* var. Jian) 的正反交杂交后代进行消化道生长发育的比较, 从肠重、肠长、比肠重、比肠长、肠壁皱褶、绒毛长、绒毛宽、肌层厚度几个方面研究建鲤与彩鲫正反交杂交 F₁ 代的肠道生长发育特征及结构形态, 以期在建鲤与彩鲫的远缘杂交生产和研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 实验动物与分组设计

亲本彩鲫与建鲤分别从河南洛阳和江苏无锡引入新疆石河子大学实验农场特种水产研究所。于 2013 年 4 月 23 日挑选体格健壮的亲本, 人工注射绒毛膜促性腺激素、促黄体素释放激素和多潘立酮催产。亲本于 2013 年 4 月 24 日 2:30 时左右产卵受精, 孵化池水温控制在 28 ~ 30℃, 自然孵化得到鲤鲫 F₁ (建鲤♀ × 彩鲫♂) 和鲫鲤 F₁ (彩鲫♀ × 建鲤♂)。选择建鲤亲本、彩鲫亲本、鲤鲫 F₁ 和鲫鲤 F₁ 各 50 条作为实验鱼, 每组实验鱼日龄相近, 360 ~ 364 日龄。

1.2 样品的采集

实验前, 参照 Krogdahl 等 (2000) 的方法各组鱼分别停食 24 h 开始取样。取样时每组取 5 尾鱼, 称取体重和测定体长后, 分离肠道并测量长度, 用镊子去除其中明显残留物后称重, 用于计算肠长指数和肠体指数, 之后分离中肠和后肠。分别在前肠和后肠中部取肠 0.7 ~ 1.0 cm, 于 10% 福尔马林中固定 24 h, 按常规组织切片程序进行脱水、石蜡包埋、切片和 H.E 染色, 中性树胶封片。使用光学显微镜观察肠道微观形态结构并测定皱襞高度。每尾鱼切 5 张切片, 每张切片测量 5 个肌层厚度、5 个绒毛长度和宽度。

1.3 数据的统计分析及计算

实验数据采用 SPSS (17.0) 软件中的 LSD 法进行多重比较, 分析数据的差异显著性, 结果用平均值 ± 标准差表示 (张锦秀等 2008)。有关指标采用以下公式计算, 肠体指数 $I_{SI} = 100 \times W_I/W_B$, 肠长指数 $I_{LI} = 100 \times L_I/L_B$, 式中, I_{SI} 为肠体指数, W_I 为肠重 (g), W_B 为体重 (g), I_{LI} 为肠长指数, L_I 为肠长 (mm), L_B 为体长

(mm)。肠长采用哈量游标卡尺 0-150 (量程 0 ~ 150 mm, 精度 0.02 mm) 测量, 肠重采用上海恒平 FA1004 天平 (量程 0 ~ 100 g, 精度 0.1 mg) 称量。

2 结果

前肠 鲤鲫 F₁ 的前肠绒毛形态与建鲤亲本相近, 属于细长型, 而鲫鲤 F₁ 的前肠绒毛形态与彩鲫亲本相近, 是短粗型。鲤鲫 F₁ 与彩鲫亲本的基层厚度都比较薄, 而鲫鲤 F₁ 和建鲤亲本的基层厚度比较厚 (图 1a ~ d)。

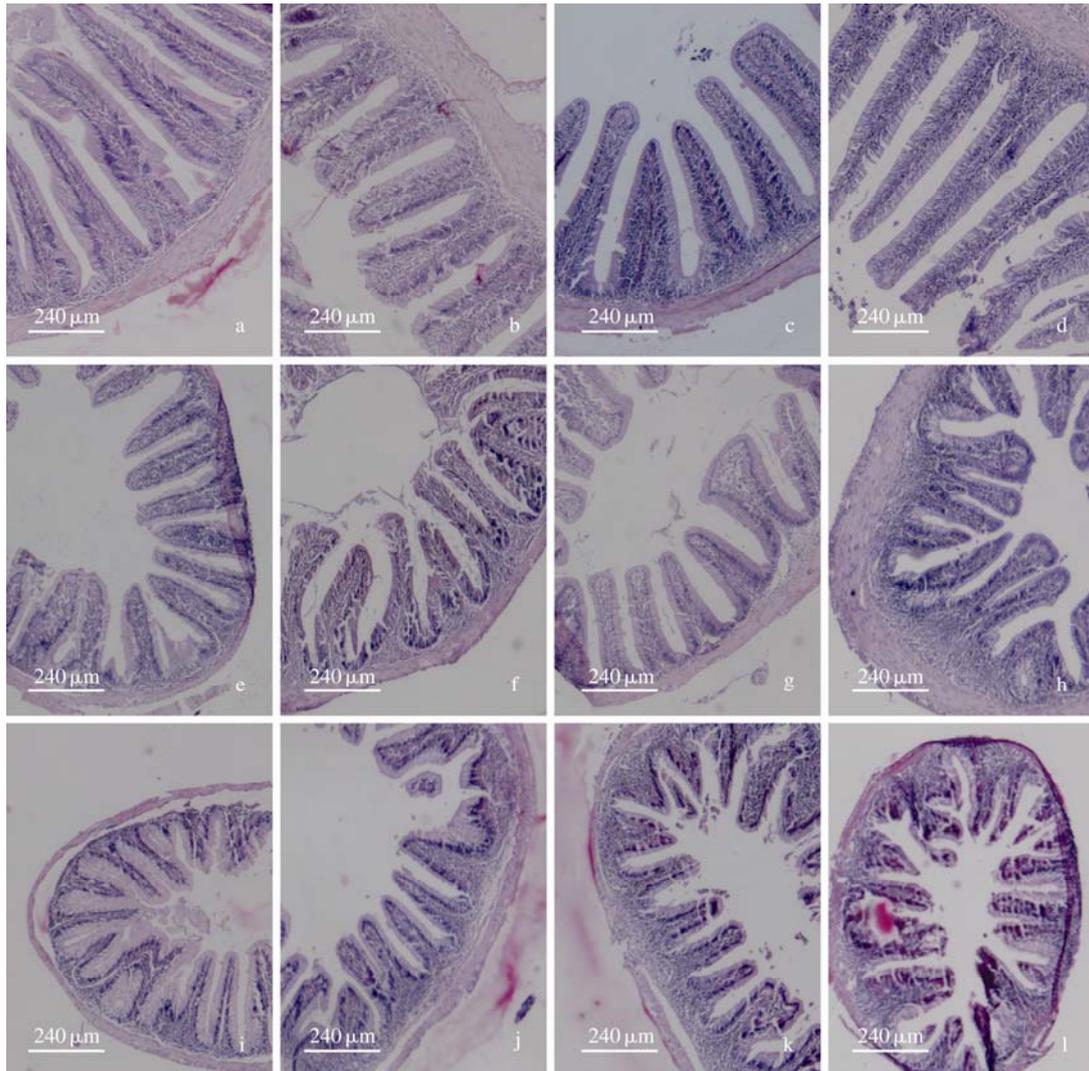


图 1 四种鱼肠显微结构观察 (× 400)

Fig. 1 The intestine microstructure of the four kinds of fish

a. 鲤鲫 F₁ 前肠; b. 鲫鲤 F₁ 前肠; c. 彩鲫亲本前肠; d. 建鲤亲本前肠; e. 鲤鲫 F₁ 中肠; f. 鲫鲤 F₁ 中肠; g. 彩鲫亲本中肠; h. 建鲤亲本中肠; i. 鲤鲫 F₁ 后肠; j. 鲫鲤 F₁ 后肠; k. 彩鲫亲本后肠; l. 建鲤亲本后肠。

a. The foregut of F₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀); b. The foregut of F₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂); c. The foregut of colorful carp; d. The foregut of Jian carp; e. The midgut of F₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀); f. The midgut of F₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂); g. The midgut of colorful carp; h. The midgut of Jian carp; i. The hindgut of F₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀); j. The hindgut of F₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂); k. The hindgut of colorful carp; l. The hindgut of Jian carp.

中肠 鲤鲫 F₁ 和鲫鲤 F₁ 以及建鲤亲本的中肠绒毛较密, 而鲤鲫 F₁ 的中肠绒毛长短粗细比较整齐, 鲫鲤 F₁ 和建鲤亲本的中肠绒毛排列粗细不一, 分布也不均匀, 彩鲫亲本的中肠绒毛密度小, 长短较一致, 粗细不均匀。鲤鲫 F₁ 和鲫鲤 F₁ 以及彩鲫亲本的中肠基层厚度都比建鲤亲本的中肠基层厚度薄 (图 1e~h)。

后肠 鲤鲫 F₁ 和建鲤亲本的后肠比鲫鲤 F₁ 和彩鲫亲本的后肠细, 且鲤鲫 F₁ 和建鲤亲本的后肠整体形态及内部结构相似, 就是鲤鲫 F₁ 的后肠绒毛比建鲤亲本的绒毛细长。鲫鲤 F₁ 和彩鲫亲本的后肠形态相似, 但鲫鲤 F₁ 的后肠内部绒毛粗细不均匀, 彩鲫亲本的绒毛较粗且均匀。四组的后肠肌层厚度都较薄 (图 1i~l)。

鲤鲫 F₁ 的肠长极显著高于彩鲫亲本和鲫鲤 F₁ 的肠长 ($P < 0.01$), 彩鲫亲本的肠长显著高于鲫鲤的肠长 ($P < 0.05$)。而彩鲫亲本的肠重显著高于建鲤亲本和鲫鲤 F₁ 的肠重 ($P < 0.05$)。鲤鲫 F₁ 的肠长指数极显著高于彩鲫亲本和鲫鲤 F₁ 的肠长指数 ($P < 0.01$), 而彩鲫亲本的肠长指数极显著高于鲫鲤 F₁ 的肠长指数 ($P < 0.01$)。肠重指数是建鲤亲本显著低于其他 3 种鱼 ($P < 0.05$), 鲤鲫 F₁ 和鲫鲤 F₁ 的肠重指数都极显著低于彩鲫亲本的肠重指数 ($P < 0.01$) (表 1)。彩鲫亲本的前肠绒毛长度显著低于其他 3 种鱼的前肠绒毛长度 ($P < 0.05$), 且

这 4 种鱼的前肠绒毛宽和肌层厚度差异不显著 ($P < 0.05$) (表 2)。彩鲫亲本、鲤鲫 F₁、彩鲫亲本和鲫鲤 F₁ 的中肠的绒毛长度、绒毛宽度以及肌层厚度均差异不显著 ($P < 0.05$) (表 2)。鲤鲫 F₁ 的后肠绒毛长度极显著高于建鲤亲本的后肠绒毛长度 ($P < 0.01$)。彩鲫亲本、鲤鲫 F₁、彩鲫亲本和鲫鲤 F₁ 的后肠的绒毛宽度和肌层厚度均差异不显著 ($P < 0.05$) (表 2)。

3 讨论

鱼类的肠道因食性不同差异很大。鱼类肠道对食物的消化和吸收是直接关系鱼类生长、发育乃至繁殖的重要生命活动, 其消化系统的形态结构表现出与食性相适应的特点。肠道不仅在消化吸收营养物质过程中发挥着重要作用, 而且是集内分泌“免疫”屏障等功能为一体的重要器官, 肠道健康水平决定着动物的健康状况, 鱼的肠长指数是反映鱼类食性的主要特征, 肠的长短实际上从一个侧面反映了食物消化的难易 (Kim et al. 2012)。有研究表明, 肉食性鱼类的肠较短, 约为体长的 1/3 至 3/4, 草 (藻) 食性和杂食性鱼类的肠较长, 可达体长的 2~5 倍, 甚至达 15 倍 (杨凯等 2010)。建鲤肠道的长度平均为体长的 1.633 倍, 比肉食性鱼类的比肠长要大。综合其肠道指数, 建鲤与一般杂食性鱼类的特征一致, 其消化能力

表 1 彩鲫与建鲤及杂交 F₁ 肠道生长指标

Table 1 The index of intestinal growth in different groups of carps

组别 Group	肠长 (mm) Intestine length	肠重 (g) Intestine weight	肠长指数 (%) Index of intestine length	肠重指数 (%) Index of intestine weight
建鲤亲本 <i>Cyprinus carpio</i> var. Jian	51.46 ± 2.53 ^{Aa}	1.00 ± 0.09 ^a	3.62 ± 0.48 ^{ABab}	0.01 ± 0.00 ^{Cc}
鲤鲫 F ₁ F ₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀)	45.06 ± 2.62 ^{Aa}	1.25 ± 0.05 ^{ab}	4.13 ± 0.58 ^{Aa}	0.02 ± 0.00 ^{Bb}
彩鲫亲本 <i>Carassius auratus</i>	33.00 ± 5.56 ^{Bb}	1.53 ± 0.30 ^b	3.22 ± 0.55 ^{Bb}	0.04 ± 0.01 ^{Aa}
鲫鲤 F ₁ F ₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂)	24.12 ± 1.13 ^{Bc}	1.00 ± 0.04 ^a	2.18 ± 0.25 ^{Cc}	0.02 ± 0.00 ^{Bb}

同列上标小写字母不同为差异显著 ($P < 0.05$); 同列上标大写字母不同为差异极显著 ($P < 0.01$)。

Different small letters in same line mean significant difference ($P < 0.05$); Different capital letters in same line mean significant difference ($P < 0.01$).

表2 四种鱼肠的显微测量数据

Table 2 The microscopic intestine measurement data of four kinds of fish

组别 Group		绒毛长 (μm) Length of intestinal villus	绒毛宽 (μm) Width of intestinal villus	肌层厚度 (μm) Muscle thickness
前肠 Foregut	建鲤亲本 <i>Cyprinus carpio</i> var. Jian	130.59 ± 15.13 ^a	3.39 ± 4.17	21.82 ± 2.38
	鲤鲫 F ₁ F ₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀)	158.42 ± 17.68 ^a	26.46 ± 1.19	17.60 ± 1.19
	彩鲫亲本 <i>Carassius auratus</i>	113.45 ± 15.18 ^b	31.68 ± 2.48	23.32 ± 1.08
	鲫鲤 F ₁ F ₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂)	123.37 ± 7.87 ^a	26.06 ± 2.32	18.77 ± 2.82
中肠 Midgut	建鲤亲本 <i>Cyprinus carpio</i> var. Jian	69.40 ± 10.91	16.72 ± 2.15	18.39 ± 2.01
	鲤鲫 F ₁ F ₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀)	74.51 ± 3.39	20.60 ± 0.86	12.64 ± 4.79
	彩鲫亲本 <i>Carassius auratus</i>	63.48 ± 3.55	20.32 ± 2.95	11.84 ± 1.77
	鲫鲤 F ₁ F ₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂)	64.20 ± 6.41	18.65 ± 2.13	12.00 ± 1.92
后肠 Hindgut	建鲤亲本 <i>Cyprinus carpio</i> var. Jian	46.74 ± 8.32 ^{Bb}	12.01 ± 2.22	10.61 ± 1.81
	鲤鲫 F ₁ F ₁ hybrids of the colorful carp (♂) and the Jian carp (♀)	76.87 ± 3.90 ^{Aa}	18.33 ± 2.06	9.48 ± 2.32
	彩鲫亲本 <i>Carassius auratus</i>	55.08 ± 7.03 ^{ABb}	17.80 ± 2.71	9.74 ± 3.29
	鲫鲤 F ₁ F ₁ hybrids of the colorful carp (♀) and the Jian carp (♂)	62.79 ± 6.18 ^{ABab}	16.86 ± 1.80	9.48 ± 1.37

同列上标小写字母不同为差异显著 ($P < 0.05$); 同列上标大写字母不同为差异极显著 ($P < 0.01$)。

Different small letters in same line mean significant difference ($P < 0.05$); Different capital letters in same line mean significant difference ($P < 0.01$).

和肠道结构与食性相适应 (温俊 2009)。关于鲫鱼消化道形态的研究报道极少。从本实验的数据中建鲤亲本和彩鲫亲本的肠长指数差异不显著, 可以推断彩鲫的食性与建鲤相似。

肠重、肠长的增加有利于增强肠道中消化酶与底物的作用程度。建鲤与彩鲫的 F₁ 代中, 鲤鲫 F₁ 的肠重、肠长以及肠长指数均高于鲫鲤 F₁, 其中肠长和肠长指数极显著高于鲫鲤 F₁, 而鲤鲫 F₁ 的肠重、肠长均介于两亲本之间, 说明它们的消化酶与底物的作用水平依次为建鲤亲本、鲤鲫 F₁、彩鲫亲本及鲫鲤 F₁。

皱襞高度的增加有利于增大黏膜功能性表面积, 从而增强肠道消化吸收能力, 本文对前肠、中肠以及后肠观察结果, 鲤鲫 F₁ 的绒毛长度高于鲫鲤 F₁ 的绒毛长度。说明 2 种杂交后代

中, 鲤鲫 F₁ 的肠道消化吸收能力高于鲫鲤 F₁。

目前普遍认为前肠是主要执行消化功能的部位, 后肠是肠道的主要抗原摄取及免疫应答部位 (杜佳等 2009)。据此并由本文结果, 4 种鱼的消化水平依次为鲤鲫 F₁、建鲤亲本、鲫鲤 F₁ 及彩鲫亲本, 而免疫功能水平依次为鲤鲫 F₁、鲫鲤 F₁、彩鲫亲本和建鲤亲本。

通过以上讨论与分析, 彩鲫与建鲤杂交 F₁ 肠道生长情况来看, 以鲤鲫 F₁ (建鲤♀ × 彩鲫♂) 的消化水平高于以鲫鲤 F₁ (彩鲫♀ × 建鲤♂), 且彩鲫作父本的杂交子代即鲤鲫 F₁ 的消化水平均高于亲本, 体现出了杂种优势。因此, 在培养彩鲫和建鲤的杂交 F₁ 时, 考虑其肠道生长情况应该选择以彩鲫作为父本。

参 考 文 献

- Kim J C, Hansen C F, Mullan B P, et al. 2012. Nutrition and pathology of weaner pigs: nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. *Animal Feed Science and Technology*, 173(1/2): 3–16.
- Krogdahl A, Bakke-McKellep A M, Røed K H, et al. 2000. Feeding Atlantic salmon *Salmo salar* L. soybean products: effects on disease resistance (furunculosis), and lysozyme and IgM levels in the intestinal mucosa. *Aquaculture Nutrition*, 6(2): 77–84.
- Schwartz F J. 1972. *World Literature to Fish Hybrids with an Analysis by Family, Species, and Hybrid*. Mississippi: Gulf Coast Research Laboratory.
- Schwartz F J. 1981. *World Literature to Fish Hybrids with an Analysis by Family, Species, and Hybrid: Supplement 1*. Washington, D.C.: US Dept. Commerce, NOAA Technical Report NMFS SSRF-750.
- 丁少雄, 王世锋, 王德祥, 等. 2004. 斜带石斑鱼染色体核型分析. *厦门大学学报: 自然科学版*, 43(3): 426–428.
- 杜佳, 徐革锋, 韩英, 等. 2009. 鱼类消化道组织学研究进展. *水产学杂志*, 22(4): 56–64.
- 范兆廷, 寮苏祥. 1993. 鱼类的雌核发育、雄核发育和杂种发育. *水产学报*, 17(2): 179–186.
- 刘筠, 周工健. 1986. 红鲫(♀) × 湘江野鲤(♂) 杂交一代生殖腺的细胞学研究. *水生生物学报*, 10(2): 101–108.
- 温俊. 2009. 合生素对草鱼肠道菌群及生长性能的影响. *饲料研究*, (4): 62–63.
- 吴清江, 桂建芳. 1993. *鱼类遗传育种工程*. 北京: 农业出版社, 117.
- 杨凯, 樊启学, 张磊, 等. 2010. 溶氧水平对黄颡鱼稚鱼摄食、生长及呼吸代谢的影响. *淡水渔业*, 40(2): 24–29.
- 张锦秀, 周小秋, 倪学勤, 等. 2008. 分离大豆蛋白对幼建鲤生长性能及肠道的影响. *水产学报*, 32(1): 84–90.

贵州草海发现苇鹀

The Pallas's Bunting (*Emberiza pallasi*) Found in Caohai Lake, Guizhou

2014年4月19日, 在贵州草海国家级自然保护区老祖坟附近(26°51' N, 104°15' E, 海拔2 175 m) 湖边枯萎的香蒲(*Typha orientalis*) 丛中观察并拍摄到1雄2雌共3只苇鹀(*Emberiza pallasi*)。该鸟的识别特征: 雄鸟头顶、颊、耳羽、喉及上胸均黑色, 下髭纹白色, 后颈具较宽的白色横带; 背、肩深褐色, 羽缘灰白, 腰及尾上覆羽浅灰色, 小覆羽灰色; 下体灰白色。雌鸟头顶和枕部皮黄色, 耳羽褐色, 眉纹和喉部白色, 其余同雄鸟。苇鹀与近似种芦鹀(*E. schoeniclus*) 的区别如下: 苇鹀小覆羽灰色, 而芦鹀为棕色; 苇鹀上喙较直, 而芦鹀上喙稍凸。

通过查阅《贵州鸟类志》(吴至康 1986)、《中国鸟类分类与分布名录》(第二版)(郑光美 2011) 等相关资料, 确定苇鹀是贵州省鸟类新纪录。

米小其^① 余波^② 王华^②

① 铜仁学院生物与农林工程学院 铜仁 554300; ② 梵净山国家级自然保护区管理局 江口 554400

基金项目 贵州省教育厅自然科学研究青年项目(黔教合 KY 字[2012]083 号);

第一作者介绍 米小其, 男, 博士; 研究方向: 鸟类学; E-mail: mixiaoqi1018@126.com。

收稿日期: 2014-12-22, 修回日期: 2015-04-16 DOI: 10.13859/j.cjz.201503023