

荷包红鲤与元江鲤正反杂交、回交及 F_2 经济效益的研究*

张 建 森

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心)

提 要

正交 F_1 —荷包红鲤♀×元江鲤♂较亲本荷包红鲤(P_1)增重快 30.05—38.57%；较亲本元江鲤(P_2)增重快 21.2—23.2%。反交 F_1 较亲本荷包红鲤增重快 14.33—19.62%；较元江鲤快 4.2—12.14%。正交 F_1 较反交 F_1 增重快 5.2—23.8%。四种回交鲤中以回交 B_3 (元江鲤♀×正交 F_1 ♂)最好,它比正交 F_1 增重快 14%。 F_2 在增重方面与 F_1 相近似, $P>0.05$, 差异不显著。正交 F_1 、反交 F_1 、回交鲤及 F_2 的成活率和起捕率均较高。比较九种鱼的经济效益,以回交鲤 B_3 和正交 F_1 为最好,是值得在生产中推广应用的两个较好的杂交组合。

鲤鱼是重要的淡水养殖鱼类。国内外学者对鲤鱼杂交和育种做了不少研究工作,但对某一组合的亲本同时进行正反杂交、回交及 F_2 经济效益的比较研究的资料尚未见报道。

作者为了探讨鲤鱼杂种优势形成的机理、鲤鱼主要经济性状的遗传规律、以及最佳经济效益的杂交组合模式,于同一时间进行了荷包红鲤 *Cyprinus carpio var. wuyuanensis* 与元江鲤 *C. carpio yuanjiang* 的自交正反杂交、回交及 F_1 自交,并对它们的经济效益进行了比较。现将所得资料整理发表。

材 料 与 方 法

试验方法同文献[6]。同时进行了以下各种组合的自交、杂交或回交:

荷包红鲤×荷包红鲤	亲本(P_1)
元江鲤×元江鲤	亲本(P_2)
荷包红鲤♀×元江鲤♂	正交 F_1
元江鲤♀×荷包红鲤♂	反交 F_1
荷包红鲤♀×(荷包红鲤♀×元江鲤♂)♂	回交(B_1)
荷包红鲤♂×(荷包红鲤♀×元江鲤♂)♀	回交(B_2)
元江鲤♀×(荷包红鲤♀×元江鲤♂)♂	回交(B_3)

* 本研究曾得到中国水产科学研究院长江水产研究所鱼类生殖生理组全体同志的大力协助和支持,特此致谢。

元江鲤♂ × (荷包红鲤♀ × 元江鲤♂)♀ 回交(B₁)

(荷包红鲤♀ × 元江鲤♂) × (荷包红鲤♀ × 元江鲤♂) F₁ 自交(F₂)

各试验对比组的不同鲤鱼,一般皆同池饲养,或同池加隔网饲养,也有个别试验组是不同池饲养的。各试验池按常规要求放养同种、同规格、同数量的家鱼种(8000尾/亩)。

为了验证各对比对象在主要经济效益方面(增重)差异的程度,对它们之间的差异进行了显著水平检验。

结 果

(一) 正交 F₁—荷包红鲤♀ × 元江鲤♂

1. 正交 F₁ 与亲本经济效益的比较

正交 F₁ 与亲本荷包红鲤(P₁)、元江鲤(P₂)同池饲养对比,重复二次,其主要结果如表1。

表1 正交F₁与亲本P₁、P₂经济效益的比较

组次	对比材料	饲养天数	体长(cm)($\bar{x} \pm 2\sigma$)	增重(kg)($\bar{x} \pm 2\sigma$)	成活率(%)	起捕率 (二网次) (%)
1	P ₁	85	15.57 ± 1.71814	0.26550 ± 0.07958	90.9	90
	P ₂	85	22.49 ± 1.99884	0.3820 ± 0.07776	90.9	15
	正交 F ₁	85	21.25455 ± 2.52886	0.43227 ± 0.24696	100	55.4
2	P ₁	85	16.48333 ± 1.53980	0.32208 ± 0.07478	100	66.7
	P ₂	85	23.34342 ± 1.70542	0.36286 ± 0.08732	95.8	8.7
	正交 F ₁	85	21.33750 ± 1.62888	0.46042 ± 0.12334	100	30.4

从表1可看出,在相同的饲养条件下,正交 F₁ 较双亲生长快得多。以增重为例,正交 F₁ 较荷包红鲤(P₁)快30.05—38.57%,较元江鲤(P₂)快21.2—23.2%。正交 F₁ 的成活率略高于双亲或差别不大,而起捕率(二网次)高于元江鲤,低于荷包红鲤。

2. 正交 F₁ 与亲本增重差异显著性的检验

增重是衡量个体生长和群体生产经济效益的主要指标。为进一步验证正交 F₁ 与亲本 P₁、P₂ 生长差异的程度和经济效益的大小,做了 F₁ 与双亲增重差异显著性的检验,结果如下:

$$S^2 = L/v = 0.00876;$$

$$S_{x_1-x_2} = \sqrt{s^2(n_1 + n_2)/n_1 \cdot n_2} = 0.02891;$$

$$t = \frac{d}{S_{x_1-x_2}} = 5.76859;$$

$$df = 40, \quad P < 0.01$$

$$S^2 = 0.00872; \quad S_{x_1-x_2} = 0.02885;$$

$$t = 3.47556; \quad df = 40, \quad P < 0.01.$$

表2 正交 F_1 与亲本 P_1 (荷包红鲤) 增重差异显著性的检验

对比材料	尾数 (n)	自由度 (n-1)	平均增重 (kg) (\bar{x})	平方和 = $\sum x^2 - (\sum x)^2/n$
正交 F_1	22	21	0.43227	0.32019
P_1	20	19	0.26550	0.03009
总计 $v=40$			差数 $\bar{d}=0.16677$	$L=0.35028$

表3 正交 F_1 与亲本 P_2 (元江鲤) 增重差异显著性的检验

对比材料	尾数 (n)	自由度 (n-1)	平均增重 (kg) (\bar{x})	平方和
正交 F_1	22	21	0.43227	0.32019
P_2	20	19	0.3320	0.02872
$v=40$			$\bar{d}=0.10027$	$L=0.34891$

表2、表3是第一组试验的结果,它表明正交 F_1 与亲本 P_1 和 P_2 在增重方面的差异皆是十分显著的。

第二组试验中正交 F_1 与 P_2 相比较,其结果是: $t=9.39809$, $df=46$, $P<0.01$; 正交 F_1 与 P_1 相比较,其结果是: $t=9.31202$, $df=45$, $P<0.01$ 。可以看出,第二组试验与第一组试验的结果是一致的。

(二) 反交 F_1 —元江鲤♀×荷包红鲤♂

1. 反交 F_1 与亲本经济效益的比较

反交 F_1 —元江鲤♀×荷包红鲤♂杂交子一代与亲本荷包红鲤(P_1)、元江鲤(P_2)也是同池饲养,重复二次,其结果见表4:

表4 反交 F_1 与亲本 P_1 、 P_2 经济效益的比较

组次	对比材料	饲养天数	体长 (cm) ($\bar{x} \pm 2\sigma$)	增重 (kg) ($\bar{x} \pm 2\sigma$)	成活率 (%)	起捕率 (%) (二网次)
1	反交 F_1	85	20.425 ± 2.31958	0.305 ± 0.10828	100	45
	P_1	85	16.4732 ± 2.0288	0.33842 ± 0.1063	95	90
	P_2	85	22.74117 ± 2.1841	0.34706 ± 0.10118	85	30
2	反交 F_1	85	20.3450 ± 1.52104	0.3815 ± 0.09738	100	50
	P_1	85	16.0833 ± 1.6876	0.30666 ± 0.084	100	70
	P_2	85	23.98235 ± 3.52991	0.36882 ± 0.12784	85	10

在相同的饲养条件下,反交 F_1 较亲本荷包红鲤增重快 14.33—19.62%,较元江鲤快 4.2—12.14%,增长速度不及正交 F_1 。

2. 反交 F_1 与亲本增重差异显著性的检验

第一组试验中,反交 F_1 与亲本 P_1 、 P_2 增重差异显著性检验的结果如下:

表5 反交 F_1 与亲本 P_1 增重差异显著性的检验

对比材料	尾数 (n)	自由度(n-1)	平均增重 (kg)(\bar{x})	平方和
反交 F_1	20	19	0.39500	0.05570
P_1	19	18	0.33842	0.05085
$v = 37$			$\bar{d} = 0.05658$	$L = 0.10655$

$S^2 = 0.00288$

$S_{x_1-x_2} = 0.01719$

$t = 3.29145$

$df = 37$

$P < 0.01$

表6 反交 F_1 与亲本 P_2 增重差异显著性的检验

对比材料	尾数 (n)	自由度(n-1)	平均增重 (kg)(\bar{x})	平方和
反交 F_1	20	19	0.39500	0.0557
P_2	17	16	0.34706	0.04095
$v = 35$			$\bar{d} = 0.04794$	$L = 0.09665$

$S^2 = 0.00276$

$S_{x_1-x_2} = 0.01733$

$t = 2.76630$

$df = 35$

$P < 0.01$

以上是第一组试验的结果。

第二组试验的结果是：反交 F_1 与亲本 P_1 增重差异显著性估算结果为 $S^2 = 0.00643$, $S_{x_1-x_2} = 0.02536$, $t = 2.9511$, $df = 38$, $P < 0.01$; 与亲本 P_2 增重差异显著性估算的结果为： $S^2 = 0.00316$, $S_{x_1-x_2} = 0.00034$, $t = 9.29411$, $df = 35$, $P < 0.01$ 。

由此可见,反交 F_1 与亲本 P_1 、 P_2 在增重方面的差异程度也是十分显著的。

(三) 正交 F_1 和反交 F_1 增重差异显著性的检验

为了比较正交 F_1 和反交 F_1 在经济效益方面的差异,作了两者增重差异显著性的检验。为避免饲养环境的差异和两种鱼的混淆,采用同池加隔网的方法饲养,并同时做两组试验,以作为重复,结果如下:

表7 正交 F_1 和反交 F_1 对比试验结果

组次	对比材料	饲养天数	体长(cm)($\bar{x} \pm 2\sigma$)	增重(kg)($\bar{x} \pm 2\sigma$)	成活率(%)
1	正交 F_1	85	22.52500 \pm 7.05362	0.52375 \pm 0.216008	92
	反交 F_1	85	22.07000 \pm 1.85244	0.49700 \pm 0.08796	92
2	正交 F_1	85	24.53000 \pm 3.66612	0.71300 \pm 0.10586	96
	反交 F_1	85	22.55000 \pm 2.09398	0.54300 \pm 0.17334	96

从表7看出,正交 F_1 较反交 F_1 在增重方面快 5.2—23.8%。从表8看,两组对比试验的结果是:第一组的 $P > 0.05$,说明正交 F_1 和反交 F_1 在增重方面的差异不显著;第二组试验, $P < 0.01$,显示了两组差异十分显著。由此,总的看来,正交 F_1 和反交 F_1 ,两者差异还是有的,一般正交 F_1 较反交 F_1 要好一些。

表8 正交 F_1 与反交 F_1 增重差异显著性的检验

组次	对比材料	尾数 (n)	自由度 (n-1)	平均增重 (kg) (\bar{x})	平方和
1	正交 F_1	12	11	0.52375	0.51326
	反交 F_1	10	9	0.49700	0.01741
	$v = 20$			$\bar{d} = 0.02675$	$L = 0.53067$
	$S^2 = 0.02658$			$S_{x_1-x_2} = 0.06974$	$t = 0.3857$
			$df = 20$	$P > 0.05$	
2	正交 F_1	10	9	0.71300	0.02521
	反交 F_1	10	9	0.54300	0.06761
	$v = 18$			$\bar{d} = 0.17000$	$L = 0.09280$
	$S^2 = 0.00517$			$S_{x_1-x_2} = 0.08209$	$t = 5.29760$
			$df = 18$	$P < 0.01$	

(四) 回 交

进行了以下组合的回交: 荷包红鲤♀ × 正交 F_1 ♂ (荷包红鲤♀ × 元江鲤♂ — 荷元鲤) — B_1 、荷包红鲤♂ × 正交 F_1 ♀ — B_2 、元江鲤♀ × 正交 F_1 ♂ — B_3 、元江鲤♂ × 正交 F_1 ♀ — B_4 。其中 B_1 和 B_2 在外形和经济效益方面很相近, B_3 和 B_4 很相近, 故着重研究了 B_1 和 B_3 , 尤其以 B_3 为重点。

1. 回交鲤与正交 F_1 经济效益的比较

(1) 回交鲤 B_1 与正交 F_1 的比较 回交鲤 B_1 与正交 F_1 相比较, 生长和增重皆不如正交 F_1 , 而成活率和起捕率相近, 详见表 9。

表9 回交鲤 B_1 与正交 F_1 对比试验结果

对比材料	饲养天数	体长 (cm) ($\bar{x} \pm 2\sigma$)	增重 (kg) ($\bar{x} \pm 2\sigma$)	成活率 (%)
正交 F_1	85	21.97300 ± 1.80390	0.48733 ± 0.09896	97.7
回交 B_1	85	20.07955 ± 6.37346	0.39182 ± 0.27596	97.7

(2) 回交鲤 B_1 与正交 F_1 增重差异显著性的检验表10 回交鲤 B_1 与正交 F_1 增重差异显著性检验

对比材料	尾数 (n)	自由度 (n-1)	平均增重 (kg) (\bar{x})	平方和
正交 F_1	15	14	0.48733	0.03429
回交 B_1	44	43	0.39182	0.83765
$v = 57$			$\bar{d} = 0.09551$	$L = 0.87194$
$S^2 = 0.01529$			$S_{x_1-x_2} = 0.03698$	$t = 2.58275$
			$df = 57$	$P < 0.05$

检验表明, 回交鲤 B_1 与正交 F_1 在增重方面的差异程度, 达到了显著的水平。

(3) 回交鲤 B_3 与正交 F_1 经济效益的比较表 11 回交鲤 B_3 与正交 F_1 经济效益的比较

对比材料	饲养天数	体长(cm)($\bar{x} \pm 2\sigma$)	增重(kg)($\bar{x} \pm 2\sigma$)	成活率(%)	起捕率(%) (二网次)
正交 F_1	85	21.97300 \pm 1.80390	0.48733 \pm 0.09896	97.7	60.6
回交 B_3	85	25.19729 \pm 3.89080	0.56595 \pm 0.15578	100	87.5

回交鲤 B_3 的生长速度快于正交 F_1 , 从增重方面看, 回交鲤 B_3 较正交 F_1 快 14%, 成活率、起捕率亦较高。

(4) 回交鲤 B_3 与正交 F_1 增重差异显著性的检验表 12 回交鲤 B_3 与正交 F_1 增重差异显著性的检验

对比材料	尾数(n)	自由度(n-1)	平均增重(kg)(\bar{x})	平方和
正交 F_1	15	14	0.48733	0.03429
回交 B_3	37	36	0.56595	0.22389
$v = 50$			$\bar{d} = 0.07862$	$L = 0.25818$
$S^2 = 0.00516$		$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = 0.02204$	$t = 3.56715$	
$df = 50$		$P < 0.01$		

试验表明, 回交鲤 B_3 与正交 F_1 增重差异程度是十分显著的。

(5) 回交鲤 B_3 与 B_1 增重差异显著性的检验表 13 回交鲤 B_3 与 B_1 增重差异显著性的检验

对比材料	尾数(n)	自由度(n-1)	平均增重(kg)(\bar{x})	平方和
回交鲤 B_1	44	43	0.39182	.83765
回交鲤 B_3	37	36	0.56595	0.22389
$v = 79$			$\bar{d} = 0.17413$	$L = 1.06154$
$S^2 = 0.01344$		$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = 0.02586$	$t = 6.73357$	
$df = 79$		$P < 0.01$		

表 13 表明, 回交鲤 B_3 与 B_1 增重方面的差异是十分显著的。

回交鲤 B_3 确实有较好的增产效果, 除本试验外, 我们还做过三年多的较大面积的生生性推广试验, 均证实回交鲤 B_3 较正交 F_1 或其它回交组合的鲤鱼生长快, 增产显著。详细情况将另行报道。

(五) F_2 1. F_2 与 F_1 (正交) 经济效益的比较

试验表明, F_2 的生长、增重、成活率和起捕率均与 F_1 差异不大。但是, F_2 的个体和体型没有 F_1 整齐。

表14 F_2 与正交 F_1 经济效益的比较

对比材料	饲养天数	体长(cm)($\bar{x} \pm 2\sigma$)	增重(kg)($\bar{x} \pm 2\sigma$)	成活率(%)	起捕率(%) (二网次)
正交 F_1	85	21.97300 \pm 1.80390	0.48733 \pm 0.09896	97.7	60.6
F_2	85	22.57000 \pm 7.10932	0.51300 \pm 0.21522	97.5	58.0

2. F_2 与 F_1 (正交) 增重差异显著性的检验表15 F_2 与 F_1 (正交) 增重差异显著性的检验

对比材料	尾数 (n)	自由度(n-1)	平均增重(kg)(\bar{x})	平方和
正交 F_1	15	14	0.48733	0.03429
F_2	10	9	0.51300	0.10421
$v = 23$			$\bar{d} = 0.02567$	$L = 0.13850$

$$S^2 = 0.00602$$

$$S_{x_1-x_2} = 0.03168$$

$$t = 0.81029$$

$$df = 23$$

$$P > 0.05$$

检验表明, F_2 与 F_1 (正交), 在增重方面的差异不甚显著。

总结和讨论

1. 比较了荷包红鲤、元江鲤及以它们为亲本的正反杂交、回交(四种)和 F_2 九种鱼的生产性能或经济效益, 结果以正交 F_1 (荷包红鲤♀ \times 元江鲤♂)和回交鲤 B_2 (元江鲤♀ \times 正交 F_1 ♂)为最好。前者已通过鉴定, 而后者通过本试验进一步证实, 它较正交 F_1 (荷元鲤)又有明显的增产效果, 值得推广应用。

2. 在“鲤鱼体色体型遗传的研究”^[6]一文中, 作者曾指出“粗短型的荷包红鲤与长型的元江鲤杂交, F_1 的体型是中间型, 但偏母本。……具有一定程度的母性遗传现象”。 F_1 自交, “ F_2 体型呈长型、短型和中间型等数量性状分布现象”。“ F_1 与亲本回交, 子代体型表现与回交亲本有密切的关系”。

现在, 当作者分析荷包红鲤与元江鲤正反杂交、回交及 F_2 经济效益的时候, 发现做为衡量鲤鱼经济效益最主要的指标—增重, 与体型或者说是亲本有着平行一致的密切关系。例如杂种一代表现出来的增重快、规格整齐等特点, 是与 F_1 的体型一致和旺盛的生活力相一致的, F_2 虽然在群体产量方面与 F_1 差不多, 但个体不够整齐, 反映在数理统计上增重平均数的标准差数值较大等现象, 是与 F_2 体型的分离分不开的。又如, 回交鲤的体型一般也倾向回交亲本, 从增重速度来看, 似乎与个体大、生长速度快的亲本回交, 所获得的回交鲤生长快一些, 如正交 F_1 与元江鲤回交比与荷包红鲤回交长的快, 就是例子。

但是, 子代的表现并不等于双亲某一性状算术数的平均值, 也不完全都倾向某一亲本。作者在研究正反杂交 F_1 经济效益的时候发现, 正交 F_1 或反交 F_1 的经济效益, 并不象它们的体型遗传那样倾向母本, 就是说, 以个体大的元江鲤为母本与个体小的荷包红鲤为父本杂交所得到的反交 F_1 , 并不比以个体小的荷包红鲤为母本与个体大的元江鲤为父本所产生的正交 F_1 生长快, 而是前者反比后者长的慢一些。这说明遗传的现象是复杂

的,何况荷包红鲤在不同的发育阶段在生长、生理等方面又有着不同的特点。因此,如何正确的掌握运用鱼类杂交中的杂种优势,还需要做更多的试验和基础理论研究工作。

参 考 文 献

- [1] 水生生物研究所鱼类遗传育种研究室鲤鱼研究小组, 1975。散鳞镜鲤与兴国红鲤、龙州镜鲤的杂种优势以及鳞波、体色的遗传。水生生物学集刊,5(4):439—446。
- [2] 国家水产总局长江水产研究所育种室鲤鱼组, 1981。荷元鲤(荷包红鲤♀×元江鲤♂)杂种优势利用及性状遗传的研究。淡水渔业,(3):1—9。
- [3] 张建森等, 1979。元江鲤♀与柏氏鲤♂杂交一代(柏元鲤)的研究和利用。淡水渔业,(2):14—18。
- [4] 张建森等, 1981。鲤鱼主要数量性状遗传力的研究。淡水渔业,(2):44—46。
- [5] 张建森等, 1982。对鲤鱼杂交育种一些问题的探讨。水产科技情报。(5):5—7。
- [6] 张建森等, 1983。鲤鱼体色体型遗传的研究。水产学报,7(4):301—312。
- [7] Кириличков, В. С., 1979. Генетические основы селекции рыб, 55—78。

A STUDY OF RECIPROCAL CROSS HYBRIDS AND BACKCROSS HYBRIDS OF *CYPRINUS CARPIO* VAR. *WUYUANENSIS* WITH *C. CARPIO YUANKIANG* AND THE ECONOMIC BENEFIT IN F_1

Zhang Jiansen

(Freshwater Fisheries Research Centre)

Abstract

The weight increase of "cis-cross" F_1 —*Cyprinus carpio* var. *wuyuanensis* ♀ × *C. carpio yuankiang* ♂ is fast than parent *C. carpio* var. *wuyuanensis* by 30.05—38.57%, $P < 0.01$, fast than parent *C. carpio yuankiang* by 21.2—23.2%, $P < 0.01$.

The weight increase of "trans-cross" F_1 —*C. carpio yuankiang* ♀ × *C. carpio* var. *wuyuanensis* ♂ is fast than parent *C. carpio* var. *wuyuanensis* by 14.33—19.62%, $P < 0.01$, fast than parent *C. carpio yuankiang* by 14.14%, $P < 0.01$.

The weight increase of "cis-cross" F_1 is fast than "trans-cross" F_1 by 5.2—23.8%, $P < 0.01$ or $P > 0.05$.

Among the four backcross carps, the backcross carp B_1 —*C. carpio yuankiang* ♀ × (*C. carpio* var. *wuyuanensis* ♀ × *C. carpio yuankiang* ♂) ♂ is the best. The weight increase of backcross B_1 is fast than "cis-cross" F_1 by 14%, $P < 0.01$.

The weight increase of F_1 is almost the same with that of F_2 , $P > 0.05$. Their difference is not obvious.

The catching rate and survival rate of "cis-cross" F_1 , "trans-cross" F_1 , backcross and F_2 are relatively high.

"Cis-cross" F_1 and backcross carp B_1 are two fairly good rearing species which have higher economical benefit and are worth while to popularize in fish farming.