

新品种高寒鲤的选育

刘明华 沈俊宝 白庆利 徐 伟

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 哈尔滨 150070)

摘 要 从 1979 年开始,用了约 15 年时间,采用杂交和雌核发育技术相结合的方法,成功地将黑龙江野鲤的耐低温、荷包红鲤耐高密度养殖和镜鲤生长快等优良性状综合到三杂交种中,建立了 I、II 两个选育系,再用它们与野鲤和镜鲤回交,从 6 个回交种中选出 2 个与 I、II 两个雌核发育系组合成合成系并系统选育到 F_7 ,育成了抗寒力达 97.6% ($H_1 I F_6$),生长速度比当地养殖鲤快近一倍的高寒鲤。研究中发现黑龙江野鲤的抗寒因子可以转移给杂种,并稳定地遗传给后代;与野鲤回交可同时加强抗寒能力和提高生长速度,以及采用雌核发育技术与常规结合,可加速选育速度。

关键词 鲤,耐寒性,杂交育种

我国约有四分之一以上的内陆水域分布在华北、东北和西北地区。近十几年来随着商品经济的发展,三北地区的池塘养殖业获得了长足的发展。但这一地区年平均温度低、生长期短、冰封期长[李荣生 1985]。另外,由于这一地区池塘养殖业的主要对象是鲤,它约占池塘放养量的 50% 以上。因此,培育一个适应北方气候条件的鲤抗寒品种是发展这一地区池塘养殖业的关键问题之一。前苏联,为使只能在较温暖的欧洲地区养殖的家鲤扩大到北方地区,采用杂交选育方法,用抗寒能力强的黑龙江野鲤与家鲤杂交, F_1 再与黑龙江野鲤回交,并选育到 6~7 代,结果育成了抗寒能力强且生长快的罗普莎鲤和库尔斯克鲤,使该国的养鲤业扩展到西伯利亚一带,取得十分显著的经济效益[太平洋西部渔业研究委员会中国委员会专家办公室编 1966]。从 1979 年开始,我们先采用黑龙江野鲤、荷包红鲤和镜鲤三个品种间的三杂交,将野鲤的抗寒性强,红鲤的适应高密度养殖和散鳞镜鲤的生长快等优良品质综合到杂种后代,获得了抗寒能力达 90%,生长速度比对照种平均快 20% 的三杂交鲤和选育出荷包红鲤抗寒品系,其 F_2 的抗寒能力已达 90% 以上[刘明华等 1994]。1989 年至 1990 年完成了黑龙江野鲤、荷包红鲤与德国镜鲤的三杂交,建立了 I、II 两个选育系。1991 年至 1995 年,完成了 I、II 系与黑龙江野鲤和散鳞镜鲤或德国镜鲤的回交,并用与野鲤的回交种和雌核发育系组合成合成系;同时进行了常规选育,最后完成了高寒鲤品种的培育。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

1.1.1 亲本

I 系:(黑龙江野鲤 × 荷包红鲤)♀ × 散鳞镜鲤♂ 为正交组,散鳞镜鲤♀ × (黑龙江野鲤 × 荷包红鲤)♂ 为反交组,这两个杂交组合到 1991 年前已选育到 F_3 ,因生产性能相似合并,简称

I F₃, 体型为细长型。

II系:(黑龙江野鲤×荷包红鲤)♀×德国镜鲤♂为正交组,德国镜鲤♀×(黑龙江野鲤×荷包红鲤)♂为反交组。这两个杂交F₁经生长对照和抗寒试验无差异后,也于1991年合并为一个系,简称II F₁, 体型为高背型。

1.1.2 回交系

1991至1994年,I、II系分别与黑龙江野鲤进行正反回交,与德国镜鲤和散鳞镜鲤反交,产生了6个回交种,即:I F₃♀×野鲤♂F₄,简称B₁I F₄正;野鲤♀×I F₃♂F₄,简称B₁I F₄反;II F₁♀×野鲤♂F₂,简称B₂II F₂正;野鲤♀×II F₁♂F₂,简称B₂II F₂反;德国镜鲤♀×I F₃♂F₄,简称B₃I F₄反;散鳞镜鲤♀×II F₁♂F₂,简称B₄II F₂反。

1.1.3 雌核发育系

1989至1991年,I F₃和II F₁分别采用雌核发育技术,建立了I、II系的雌核发育系,简称GI、GII F₁。

1.1.4 合成系

1992至1995年,I、II系与野鲤的4个回交种,经生长和抗寒试验后分别合并为I、II两个回交系,再与上述两个雌核发育系组成两个合成系,即合成I系(GI F₁×B₁I F₄)F₆,简称H₁I F₆,再选育到F₇;合成II系(GII F₁×B₂II F₂)F₄,简称H₂II F₄,再选育到F₅。

1.1.5 选育系

为了比较雌核发育系与常规选育的效果,建立了I、II两常规选育系。I系由B₁I F₄选育到F₅,简称S₁I F₅;II系由B₂II F₂选育到F₃,简称S₂II F₃。

1.2 试验方法

1.2.1 生长和饲养成活率评价

采用试验鱼与当地养殖种黑龙江野鲤(以下简称野鲤)进行同塘对照比较,一般进行两年,即当年鱼(从夏花至鱼种)和二龄鱼分别与对照鱼比较,然后以平均体重计算试验鱼与对照鱼的生长差异;以放养数与出池数的百分率作为饲养成活率,以此评价试验鱼的生长优势和对环境的适应能力。

1.2.2 抗寒能力评价

以各试验鱼放入自然越冬池的数量和翌年越冬池出池量计算越冬成活率,以此作为评价试验鱼的抗寒能力。

1.2.3 体色和鳞被的遗传分析

从选育品种繁殖的后代中,随机取样1000尾以上,统计出现体色红色,鳞被为散鳞的个体数占样本数的百分率,作为评价选育品种的遗传稳定程度。

2 结果

2.1 生长和饲养成活率

从表1可见,与野鲤的回交种当年鱼生长,B₁I F₄正、B₁I F₄反、B₂II F₂正和B₂II F₂反分别比野鲤快41.9%、26.2%、30.5%和63.2%。二龄鱼的生长,B₁I F₄正、B₁I F₄反、B₂II F₂正和B₂II F₂反分别比野鲤快30.9%、18.9%、8.0%和35.2%;而与德国镜鲤或散鳞镜鲤的回交

种,二龄鱼 B₃ I F₄ 反和 B₄ II F₂ 反的生长分别比回交亲本快 9.5% 和 8.0%, 其生长优势明显差于与野鲤的回交种。

表 1 两个回交系、合成系当年鱼、二龄鱼和选育系当年鱼与对照品种的生长和成活率比较情况

Table 1 1,2 Age of two backcross system compose system and 1 Age breeding system with contrast breed compare in growth and survival rate

日期	池号 (m ²)	鱼类别	放养尾数	放养规格 (g)	出池尾数	出池规格 (g)	饲养成活率 (%)	个体平均 体重(g)	个体增重 比较(%)
1992-06-22~10-08	21	B ₁ I F ₄ 正	1 500	0.59	1 388	49.93	92.5	49.34	
	(800)	黑龙江野鲤	1 500	0.57	1 441	35.33	96.1	34.76	+41.94
	19	B ₁ I F ₄ 反	1 500	0.45	1 500	61.47	100.0	61.02	
	(800)	黑龙江野鲤	1 500	0.43	1 415	48.36	92.9	48.36	+26.18
	20	B ₂ II F ₂ 正	1 500	0.63	1 481	69.51	98.7	68.88	
	(800)	黑龙江野鲤	1 500	0.58	1 387	53.37	92.5	52.79	+30.48
	18	B ₂ II F ₂ 反	1 500	0.63	1 500	75.27	100.0	74.64	
	(800)	黑龙江野鲤	1 500	0.58	1 437	46.33	94.5	45.75	+63.15
	1993-04-22~09-25	9	B ₁ I F ₄ 正	200	72.5	183	764.7	91.5	692.2
(1 900)		黑龙江野鲤	75	80.0	75	608.97	100.0	528.9	+30.9
10		B ₁ I F ₄ 反	200	66.0	167	690.7	83.5	624.7	
(1 900)		黑龙江野鲤	75	59.0	75	584.3	100.0	525.3	+18.9
21		B ₂ II F ₂ 正	60	76.5	58	1039.0	96.7	906.5	
(800)		黑龙江野鲤	60	75.8	55	915.0	91.7	839.2	+8.02
13		B ₂ II F ₂ 反	200	94.7	194	687.5	97.0	592.8	
(1 500)		黑龙江野鲤	75	73.3	75	511.7	100.0	438.4	+35.2
1994-04-20~09-25	13	B ₃ I F ₄ 反	214	61.6	195	515.0	91.5	453.4	
	(1 500)	德国镜鲤	200	66.0	200	480.0	100.0	414.0	+9.52
	9	B ₄ II F ₂ 反	250	63.2	250	580.0	100.0	516.8	
	(1 900)	镜鲤	250	66.0	250	575.0	100.0	509.0	+8.02
	19	H ₁ I F ₆	1 200	0.91	1 200	48.4	100.0	47.5	
	(800)	黑龙江野鲤	1 200	0.93	1 188	31.9	99.0	30.97	+53.4
	20	H ₂ II F ₅	1 200	1.25	1 200	66.7	100.0	65.45	
(800)	黑龙江野鲤	1 200	1.24	1 200	44.6	100.0	43.36	+50.95	
1995-06-22~09-05	19	H ₁ I F ₇	1 200	0.46	1 200	88.37	100.0	87.90	
	(800)	黑龙江野鲤	1 200	0.44	1 200	46.43	100.0	45.99	+91.1
	18	H ₂ II F ₅	1 200	0.54	1 167	82.69	97.25	82.2	
(800)	黑龙江野鲤	1 200	0.44	1 105	53.76	92.08	53.3	+54.1	
1995-04-24~09-06	9	H ₁ I F ₆	200	52.5	200	740.2	100.0	687.7	
	(1 900)	黑龙江野鲤	200	50.8	200	620.5	100.0	569.7	+20.7
	7	H ₂ II F ₅	200	49	200	742.7	100.0	693.7	
	(1 900)	黑龙江野鲤	200	45	181	587.3	90.5	542.3	+27.9
1995-06-22~09-05	20	S ₃ I F ₅	1 200	0.49	1 161	85.1	96.8	84.61	
	(800)	黑龙江野鲤	1 200	0.44	1 127	60.5	93.9	60.07	+40.9
	21	S ₂ II F ₃	1 200	0.48	1 157	61.1	96.41	60.58	
(800)	黑龙江野鲤	1 200	0.44	1 123	43.6	93.58	43.16	+40.4	

回交系与雌核发育系组成的合成系,1994 年当年鱼的 H₁ I F₆、H₂ II F₅,1995 年的 H₁ I F₇、H₂ II F₅ 的个体生长比野鲤分别快 53.4%、50.95%、91.2% 和 54.1%。二龄鱼的生长,1995 年

的 $H_1 I F_6$ 和 $H_2 II F_5$ 分别比野鲤快 20.7% 和 27.9%。这里,合成系 $H_1 I F_7$ 一龄鱼的生长显示出明显的优势。选育系一龄鱼 $S_1 I F_5$ 和 $S_2 II F_3$ 的个体生长分别比野鲤快 40.9% 和 40.4%。这一结果说明,采用常规选育方法也可取得较好的育种效果,但需较长的时间。回交系一龄鱼的饲养成活率, $B_1 I F_4$ 正、 $B_1 I F_4$ 反、 $B_2 II F_2$ 正和 $B_2 II F_2$ 反为 92.5%、100%、98.7% 和 100%, 分别比野鲤低 3.6%、高 7.1%、6.2% 和 4.2%; 二龄鱼 $B_1 I F_4$ 正、 $B_1 I F_4$ 反、 $B_2 II F_2$ 正和 $B_2 II F_2$ 反、 $B_3 I F_4$ 反和 $B_4 II F_2$ 反为 91.5%、83.5%、96.7%、97.0%、91.5% 和 100%, 分别比野鲤低 8.5%、16.5%、高 5.0%、低 3.0%、8.5% 和 0.0%。而合成系一龄鱼 $H_1 I F_6$ 、 $H_2 II F_5$ 、 $H_1 I F_7$ 、 $H_2 II F_5$ 为 100%、100%、100% 和 97.3%, 分别比野鲤高 1%、0%、0%、4.1%; 二龄鱼 $H_1 I F_6$ 、 $H_2 II F_5$ 为 100%、96.8% 分别比野鲤高 0%、9.5%。两个选育系 $S_1 I F_5$ 、 $S_2 II F_3$ 为 96.8%、96.4%, 分别比野鲤高 2.9%、2.83%。

2.2 抗寒能力

在《选育中的高寒鲤》一文中[刘明华等 1994],原种荷包红鲤的抗寒能力为零,单交种以野鲤为母本,荷包红鲤为父本的杂种 F_1 ,一龄鱼的抗寒能力为 90%,而正交组 F_1 为 72.0%,三杂交种为 91.2%。表 2 列出了 1992~1995 的自然越冬结果,当年鱼 $B_1 I F_4$ 正、 $B_1 I F_4$ 反、 $B_2 II F_2$ 正、 $B_2 II F_2$ 反、 $H_1 I F_5$ 、 $H_1 I F_6$ 、 $H_2 II F_5$ 、 $B_3 I F_4$ 反、 $B_4 II F_2$ 反和野鲤的越冬成活率为 87.8%、96.6%、97.0%、90.5%、98.7%、97.6%、97.1%、90.0%、91.8% 和 90.8%; 二龄鱼 $B_1 I F_4$ 正、 $B_1 I F_4$ 反、 $B_2 II F_2$ 正、 $B_2 II F_2$ 反、 $H_1 I F_5$ 、 $B_3 I F_4$ 反和 $B_4 II F_2$ 反的自然越冬成活率为 93.2%、92.1%、91.3%、93.1%、100%、98.5% 和 97.8%。三龄鱼 $B_1 I F_4$ 正反、 $B_2 II F_2$ 正反、 $H_1 I F_5$ 的自然越冬成活率为 96.7%、100% 和 100%。作为高寒鲤选育品种的 $H_1 I F_6$ 和 $H_2 II F_5$ 一龄鱼的自然越冬成活率为 97.6% 和 97.1%,二龄鱼 $H_1 I F_5$ 和三龄 $H_1 I F_5$ 都为 100%,已达到育种指标。

表 2 高寒鲤的回交和合成系的越冬成活率

Table 2 Survival rate of the common carp backcross system and compose system

年份	鱼类	越冬规格(g)	入越冬池数(尾)	出越冬池数(尾)	越冬成活率(%)	
1992~1993	$B_1 I F_4$ 正	鱼种	1 110	975	87.8	
	$B_1 I F_4$ 反		1 232	1 190	96.6	
	$B_2 II F_2$ 正		703	682	97.01	
	$B_2 II F_2$ 反		1 200	1 066	90.5	
	$H_1 I F_5$		965	952	98.7	
	黑龙江野鲤		800	726	90.8	
1993~1994	$B_1 I F_4$ 正	二龄鱼	252	235	93.2	
	$B_1 I F_4$ 反		190	175	92.1	
	$B_2 II F_2$ 正		58	54	91.3	
	$B_2 II F_2$ 反		104	95	93.1	
	$H_1 I F_5$		244	244	100	
	$B_4 II F_2$ 反		706	618	91.8	
	$B_3 I F_4$ 反		560	504	90.0	
	$H_1 I F_6$		2 775	2 707	97.6	
1994~1995	$H_2 II F_5$	鱼种	4 009	3 894	97.1	
	$B_3 I F_4$ 反		168	166	98.5	
	$B_4 I F_2$ 反		226	221	97.8	
	$B_1 I F_4$ 正反		274	265	96.7	
	$B_2 II F_2$ 正反		147	147	100	
	$H_1 I F_5$		222	222	100	

2.3 体色和鳞被的遗传

体色和鳞被是否发生分离代表一个选育品种的纯度。从表 3 可见,4 个与黑龙江野鲤的 I、II 系回交种,体色和鳞被都不发生分离;2 个与镜鲤的 I、II 系回交种,体色不分离;但鳞被发生分离,分离比例接近 1:1。二个与雌核发育系组成的 I、II 合成系体色和鳞被也不分离。二个选育系,其中一个回交 F₄、一个回交 F₂ 自交繁殖的后代,体色和鳞被发生分离,但分离出的红鲤和镜鲤极少,和前苏联选育到 F₇ 的罗普莎鲤分离情况相似。

表 3 各组合体色和鳞被分离情况

Table 3 Separative situation of combinative color and scale pattern

序 号	杂交组合	体 色			鳞 被		
		青灰色	红色	分离比例	全鳞	散鳞	分离比例
1	B ₁ I F ₄ 正	1 000	0	0	1 000	0	0
2	B ₁ I F ₄ 反	1 000	0	0	1 000	0	0
3	B ₃ I F ₄ 反	1 698	0	0	1 028	670	0.61:0.39
4	B ₂ II F ₂ 正	1 100	0	0	1 100	0	0
5	B ₂ II F ₂ 反	1 100	0	0	1 100	0	0
6	B ₄ II F ₂ 反	1 864	0	0	1 031	833	0.55:0.45
7	H ₁ I F ₆	1 000	0	0	1 000	0	0
8	H ₂ II F ₅	1 000	0	0	1 000	0	0
9	S ₁ I F ₅	475	1	0.998:0.002	452	24	0.95:0.05
10	S ₂ II F ₃	667	8	0.988:0.012	629	46	0.932:0.068

2.4 选育结果

通过 15 年来对三个品种间杂交、回交和与雌核发育系组成合成系的选育种,经大量的池塘对照和抗寒试验初步育成抗寒能力稳定在 95% 以上,生长速度比对照种快 90% 的 H₁ I F₇ 为高寒鲤品种。

3 讨论

鱼类抗寒因子是一种遗传物质,而且是可以转移的。众所周知,温度在鱼类所处的生态系中占有特殊的地位。温度对决定种的分布界线和不同气候带的形成都具有一定的作用。正是在长期的进化过程中鱼类只能适应在一定的温度范围内,超过此范围就不能生存。近十年来,一些学者从生活在北极的南极鱼科(Notothenidae)鱼类和纽芬兰等地区的大西洋鳕鱼(*Gadus morhua*)的血液中提取出抗冻多肽类物质,这一物质在冬季血液中含量高达 25 mg/L,而在夏季只有 1 mg/L;以后,他们又克隆出这种抗冻蛋白基因,并且知道这种抗冻蛋白基因是受温度和光的调控[王祖熊等 1984]。但是,这种抗冻蛋白或基因是否与淡水鱼类的抗寒因子相同,目前还不清楚。一些研究证明,将抗冻基因转移到不抗寒的鱼类,如罗非鱼和鲢鱼等,并没有获得抗寒能力,说明两者是不同的。对鱼类的抗寒机理,至今研究得很少。王祖熊等[1984]对鲢鱼作了乙酰胆碱酯酶、Ldh、Mdh 和 Est 等同功酶分析,并未找到这些酶与鲢鱼不抗寒之间关系,但认为鲢鱼在冷休克期间酶活性发生了变化,导致鲢鱼无氧代谢的加强,有氧代谢和酯类

降解代谢的减弱,破坏了正常的物质代谢过程而死亡。我们在培育高寒鲤的研究中,利用生活在黑龙江冰封水域中的野鲤,通过品种间杂交,成功地将野鲤的抗寒因子转移到不能在黑龙江自然过冬的原种荷包红鲤的杂种后代中,且可稳定遗传给后代,并从杂种 F_2 中分离和选育出抗寒的荷包红鲤,建立了荷包红鲤抗寒品系。同时,发现正反杂交种获得的抗寒能力不同,以野鲤为母本,荷包红鲤为父本的杂种 F_1 ,抗寒能力为 90%;正交种仅为 72%,表现出较强的母性遗传。在与黑龙江野鲤的回交中,回交种的抗寒能力得到继续加强,可以达到与野鲤相同的越冬效果。这些研究说明,鱼类的抗寒能力是一种遗传物质,这种物质可以转移和加强,并稳定遗传给后代,它可能存在于细胞质内。但这种物质是一种蛋白,还是基因,目前还不清楚。最近,我们用 PCR 技术,从黑龙江野鲤、荷包红鲤抗寒品系获得了一条原种荷包红鲤所没有的蛋白谱带,我们相信通过进一步研究,可以了解这条蛋白谱带的分子结构。如果获得成功,这将是一个突破,对于鱼类的选育种,特别是对不能在北方生长的鱼类,将产生不可估量的影响和效益。

生长和抗寒能力的同步选育。关于鱼类抗寒品种的选育,上面已作了评论。而对于鱼类快速生长的选育,一般认为是较困难的,因为鱼类的生长受多种基因控制,还受环境影响。Кирпичников 认为,鱼类重量和大小的遗传力是低的,目前还没有查明影响鱼类生长速度的基因数量,显然是很大的;同时又指出,鲤鱼鳞被基因具有多效性,鳞鲤在多数情况下比散鳞镜鲤长得快,可是也有与此相反的情况[张兴忠等 1988],Ojima 和 Hitotsumachi[1967]在对色鲤的研究中发现色鲤有 1~2 个微小染色体,它对生长有促进作用。我们在研究鲤品种间杂交优势规律时发现,全鳞和散鳞,青灰色和红色体色的鲤鱼品种间杂交,其杂种 F_1 都表现出明显的杂种优势,且杂种优势强度与参加品种的多少呈正相关。在高寒鲤培育研究中,我们又发现三杂交鲤在与野鲤的回交和与雌核发育系组成的合成系,其回交种和合成种的生长速度得到进一步加强,同时又增强了抗寒能力,说明生长和抗寒是可以同步选育的。我们认为,鲤的生长潜力很大,在适宜的生长环境下,它们的生长是可以加快的。过去养殖鱼种在正常放养密度下一般体重在 50 g 左右,而现在可以达到 100~150 g,一些地区可以当年养成 500 g 食用鱼,南方套养在鲢、鳙鱼种池中的夏花(2~3 尾/公顷),当年可养成 1 000~1 500 g。这些情况说明,鲤的生长调控,虽然受遗传影响,但主要来自环境和充足的食物。德国镜鲤是现有鲤养殖品种中生长最快的,按遗传学理论,回交可以继续加强回交种的生长性能,但试验结果表明回交种的生长并不快,原因尚不清楚。

应用雌核发育技术和常规育种相结合的育种方法,加快了高寒鲤的选育。近十几年来,在鱼类育种上出现了许多新的育种技术,雌核发育技术是其中之一,其主要用途是建立近交系和固定杂种优势。从理论上讲,雌核发育二代,即为纯系,但雌核发育系的生命力很低,特别在北方要经过严酷的越冬期,成活下来的数量很少,难以形成规模化生产。而用常规育种技术,选育 7 代,需要 25 年以上,周期太长。本研究采用雌核发育系与常规育种相结合建立合成系的方法,仅用 15 年的时间,使高寒鲤的选育很快达到了育种目标。这样既防止了雌核发育系因生命力低,难以形成大量群体;同时,又缩短了常规选育周期长,难以选育出遗传稳定性的品种。从我们测定的结果看,作为高寒鲤品种培育的合成种 $H_1 I F_7$,一龄鱼的生长比野鲤快 91%,自然越冬成活率达 97.6% ($H_1 I F_6$),体色和鳞被都无分离现象,因此应是一个品种。

参 考 文 献

- 王祖熊,张锦霞,黄文郁.1984. 鲢鱼遗传改良的研究 I 杂交育种和遗传性状分析.水生生物学集刊,8(2):195~204.
- 太平洋西部渔业研究委员会中国委员会专家办公室编.1966. 鲤鱼选种的方法.太平洋西部渔业研究委员会第七次会议论文集.北京:科学出版社.154~163.
- 李荣生.1985. 中国水产地理.北京:农业出版社.2~4.
- 刘明华,沈俊宝,张铁齐.1994. 选育中的高寒鲤.中国水产科学,1(1):10~19.
- 张兴忠,仇潜如,陈曾龙.1988. 鱼类遗传与育种.北京:农业出版社.96~98.
- Ojima Y,Hitotsumachi S.1967. Cytogenetic studies in lower vertebrate. IV. A note on the chromosomes of the carp (*Cyprinus carpio*) in comparison with those of the funa and the goldfish (*Carassius auratus*). Jap J. Genet,42(3):163~167.

CROSS BREEDING OF NEW FRIGID CARP

LIU Ming-Hua, SHEN Jun-Bao, BAI Qing-Li, XU Wei
(Heilongjiang Fishery Research Institute, CAFS, Harbin 150070)

ABSTRACT It took us 15 years to study this project from 1979 to 1995. Techniques of gynogenesis and hybridization were used. Heilongjiang wild carp which has high frigid resistance, Hebao red carp which can be intensive cultured and Mirror carp which grows fast were triple hybridized. Two selective lines Line I and Line II were set up. The back hybrids were crossed with wild carp. The two of the six back hybrids combined a synthetic Line with gynogenetic Line I and Line II and were bred to F₇. The heritability of frigid resistance is of F₇ above 95% and growth rate is one time faster than that of native carp. We found that frigid resistant factor of Heilongjiang wild carp can be transferred to the hybrid and be inherited by selective progeny stably. Hybrid back crossed with wild carp could strengthen frigid resistance and improve growth rate. Gynogenesis combined with normal breeding method could accelerate selective breeding speed.

KEYWORDS Carp, Cold tolerance, Cross breeding