

# 子莲杂交优势的利用及新品种选育的研究<sup>1)</sup>

叶奕佐 王莘萍

谭正淮

(湖北省水产科学研究所, 武汉 430071) (湖北省国营人民大垸农场, 监利 433321)

## 提 要

1981—1987年的试验证实, 利用杂交优势是子莲新品种选育的重要途径。作者通过杂交选育和引种, 筛选培育出13号(白花建莲×红千叶)和2号(百叶莲×红花建莲)杂交子莲, 杂交优势明显而稳定, 其产量比对照品种——红花建莲增加20%以上, 经济效益十分显著。为了推广这两种杂交子莲, 作者还提出了子莲良种繁育时防杂的技术措施。

**关键词** 子莲, 杂交优势, 新品种

莲(*Nelumbo nucifera*)是一种重要的水生经济植物。在我国植莲历史悠久, 但在子莲育种方面国内外很少有人研究。作者在研究了建莲的开花结实习性<sup>1)</sup>后, 又开展了子莲杂交优势利用及新品种选育的研究。目的是借有性杂交途径选育出高产优质的杂交子莲, 为植莲单位和园林单位增添子莲新品种。现将1981—1987年的试验结果报道如下。

## 材 料 与 方 法

杂交亲本均从产地引进, 主要有: 建宁红花建莲(11号)<sup>2)</sup>、湘潭红花湘莲(8号)、广昌百叶莲(20号)和监利藕莲(22号)等。亲本中的白花建莲(15号)和白花湘莲(4号), 是作者于1975年从红花建莲和红花湘莲的实生苗中分离和选育出来的。13号杂交子莲(白花建莲×红千叶, 79-A-2品系)和21号四倍体( $4n=32$ )白花建莲(多-80-11品系)引自中国科学院武汉植物研究所, 其它10种杂交子莲<sup>3)</sup>都是有性杂交方法制种和选育所得。品比试验全用中选的 $F_1$ 代的藕作种, 以免杂种分离。

试验地点, 除区域性多点试验外, 都是在湖北省国营人民大垸农场进行的。供小区品比试验用的水泥池, 面积为 $3m^2$ 。大区品比试验, 是在面积为1亩的莲池或莲田中进行的。

1) 先后参加部分工作的还有廖世明、曹应林、廖木林、谭述卓、张兴广、杜健鹰、熊德聪、张如三、郭丑和、杨瑞云、查丁石、王泉、何友竹、钟杨等同志。本文承蒙刘建康、陈家宽、王其超、万云先、孔庆东、陈维培、倪学明、吉蔚如、张行言诸先生审阅, 并提出宝贵意见, 在此一并致谢。

2) 其产量和质量都比红花湘莲和百叶莲为好, 故选它作对照品种, 与杂交子莲进行品比试验。

3) 10种杂交子莲的名称为: 百叶莲×红花建莲(2号)、红花建莲×白花建莲(5号)、红花湘莲×白花建莲(6号)、白花建莲×红花湘莲(7号)、红花建莲×红花湘莲(9号)、红花湘莲×红花建莲(10号)、百叶莲×白花建莲(14号)、红花建莲×藕莲(16号)、百叶莲×红花湘莲(18号)和红花湘莲×百叶莲(19号)。

1988年10月7日收到

用随机区组或拉丁方试验方法,安置供试的各种子莲。

评价子莲品种优劣的经济指标主要有:产量、结蓬率、心皮数、结实率、壳莲粒重、出肉率和果形指数等。显著性检验按邓肯新复极差测验法测定<sup>[7]</sup>,试验数据用 IBM PC/XT 型电子计算机计算。

## 结 果

1981 年为制种阶段,共制得 21 种组合的子莲种子,其中杂交 17 个,自交 4 个。

1982 年为育苗阶段,共育成 10 种杂交子莲,其实生苗壳莲产量名列前三名的为 9、2 和 10 号品种。16 号的父本为藕莲,其藕产量并不高于其他品种(表 1)。

表 1 1982 年实生苗的单株产量<sup>①</sup>

Tab. 1 Yield for single lotus plant from seed-planting in 1982

品 种 号 (1)	2	5	6②	7③	9④	10	14⑤	16	18	19
壳莲(g/m <sup>2</sup> ) (2)	83.4	13.2	21.6	73.5	180.9	73.6		56.2	38.5	53.8
藕(kg/m <sup>2</sup> ) (3)	2.8	2.3	2.4	2.6	1.4	2.8	2.9	2.8	3.1	2.4

① 小区面积为 3 m<sup>2</sup>。壳莲和藕的产量均为三次重复的平均值;②一株死亡。壳莲和藕的产量均为两次重复的平均值;③、④ 一株结实,三株结藕。壳莲产量无重复,藕产量为三次重复的平均值;⑤ 一株死亡,其余两株未开花结实。藕产量为两次重复的平均值。

(1) Cultivar No. (2) Lotus shell seed (g/m<sup>2</sup>) (3) Lotus rhizome (kg/m<sup>2</sup>)

① Area of the small plot was 3 m<sup>2</sup>; the yield of shell seed and the yield of rhizome represent the average values of 3 replicates; ② One plant died; the yield of shell seed and rhizome are the average of two replicates; ③,④ One plant bore seeds and 3 plants formed rhizomes; the yield of shellseeds had no replicates; yield of rhizome represents the average of 3 replicates; ⑤ One plant died and the remaining 2 plants did not bear flowers or seeds; the yield of rhizome represents the average of 2 replicates

1982 年单株年苗小区品比试验结果表明,与地方良种红花建莲(11 号)和“白花建莲”(15 号)相比,13 号品种的杂交优势十分明显;21 号品种的壳莲平均粒重虽较大,但总的来看,经济效益极差(表 2)。

表 2 1982 年单株年苗小区品比试验结果<sup>①</sup>

Tab. 2 Yield for single lotus plant in the small plot in 1982

品种号 <sup>(1)</sup>	壳莲产量 <sup>(2)</sup> (g/m <sup>2</sup> )	藕产量 <sup>(3)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	平均心皮数 <sup>(4)</sup> (个/莲)	平均结实率 <sup>(5)</sup> (%)	壳莲平均粒重 <sup>(6)</sup> (g/粒)
11	140.5	1.0	26.6	61.5	1.46
13	231.8	2.4	34.0	79.2	1.36
15	100.7	1.2	24.6	57.3	1.43
21 <sup>②</sup>	8.2	0.4	24.8	17.5	1.58

①,② 注同表 1。

(1) Cultivar No.; (2) Yield of shell seed (g/m<sup>2</sup>); (3) Yield of rhizome (kg/m<sup>2</sup>); (4) Average number of carpel (per seed-pot); (5) Average seed-bearing percentage; (6) Average weight of shell seed (g/grain)

1983 年和 1984 年进行了 12 种子莲的小区品比试验, 3 次重复试验的结果如图 1—8 所示<sup>1)</sup>。

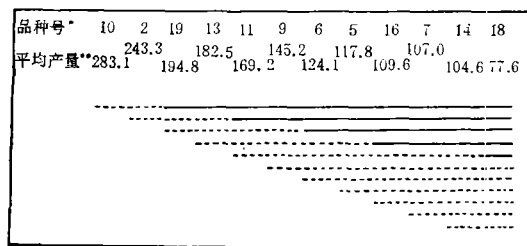


图 1 1983 年 12 种子莲壳莲平均产量的显著性检测

Fig. 1 Significance test for the average yields of 12 cultivars of seed lotus in 1983

----不显著 ————显著(图 1—8 同)

\* Cultivar No. \*\* Average yield of shell seed (g/m<sup>2</sup>)

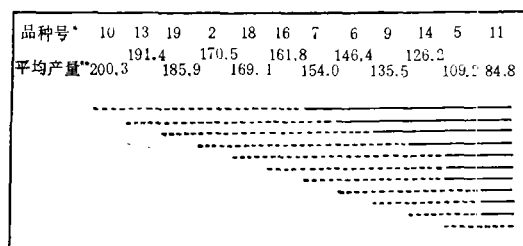


图 2 1984 年 12 种子莲壳莲平均产量的显著性检测

Fig. 2 Significance test for the average yields of 12 cultivars of seed lotus in 1984

\*,\*\* 同图 1

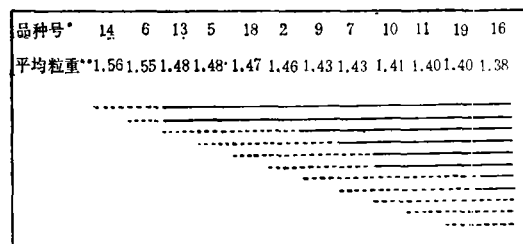


图 3 1983 年 12 种子莲壳莲平均粒重的显著性检测

Fig. 3 Significance test for the average grain weights of 12 cultivars of seed lotus in 1983

\* 同图 2 \*\* Average weight of shell seed (g/grain)

从图 1—8 可知: (1) 壳莲产量名列前四名的都是 10、2、19 和 13 号杂交子莲。1983 年, 2 号的产量明显地高于 11 号。13 号与 11 号或 2 号与 13 号之间的产量差异并不显著。1984 年, 13 号和 2 号的产量都明显地高于 11 号, 但它们两者之间的产量差异并

1) 图 1—8 均为在 5% 水平多重对比差异显著性测定 ( $n = 100$ )。

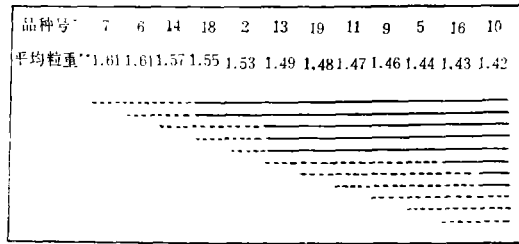


图 4 1984 年 12 种子莲壳莲平均粒重的显著性检测

Fig. 4 Significance test for the average grain weights of 12 cultivars of seed lotus in 1984

\*,\*\* 同图 3

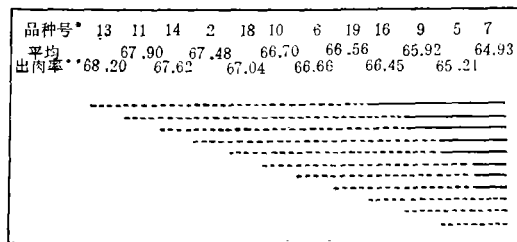


图 5 1983 年 12 种子莲壳莲平均出肉率的显著性检测

Fig. 5 Significance test for the average percent ages of kernel weight of 12 cultivars of seed lotus in 1983

\* 同图 4 \*\* Average knernel-yielding percentage of shell seed (%)

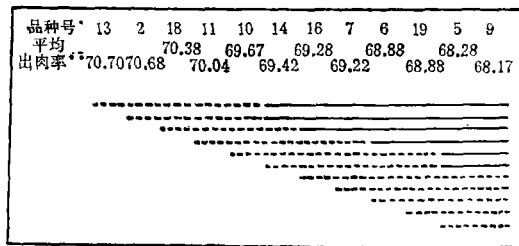


图 6 1984 年 12 种子莲壳莲平均出肉率的显著性检测

Fig. 6 Significance test for the average percent ages of kernel-weights of 12 cultivars of seed lotus in 1984

\*,\*\* 同图 5

不显著(图 1、2); (2) 1983 年, 13 号和 2 号的壳莲粒重都显著地大于 11 号, 但它们两者之间的差异并不显著。1984 年, 2 号的壳莲粒重要比 13 号和 11 号的重些, 13 号和 11 号的粒重无明显差异(图 3、4); (3) 13 号、2 号和 11 号的出肉率, 都无明显差异(图 5、6); (4) 1983 年, 2 号和 11 号的果形指数并无差异, 但它们都明显地小于 13 号。1984 年, 2 号的果形指数明显地大于 11 号, 2 号和 13 号或 13 号和 11 号之间的果形指数无明显差异(图 7、8)。据 F 测验, 在 1983 年供试的 12 种子莲中, 藕产量的差异并不显著 [ $F(1.3) < F_{0.05}(2.72)$ ,  $p > 5\%$ ]。

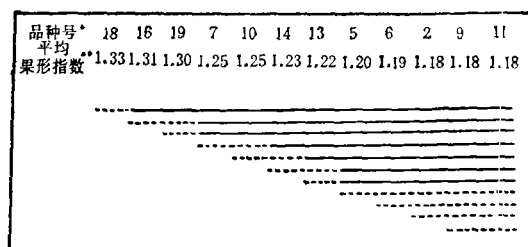


图7 1983年12种子莲壳莲平均果形指数的显著性检测

Fig. 7 Significance test for the average fruit-shape indices of 12 cultivars of seed lotus in 1983

\* 同图6 \*\* Average fruit-shape index of shell seed

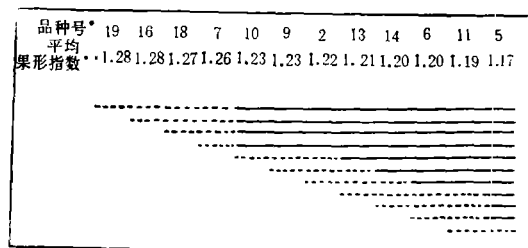


图8 1984年12种子莲壳莲平均果形指数的显著性检测

Fig. 8 Significance test for the average fruit-shape indices of 12 cultivars of seed lotus in 1984

\*, \*\* 同图7

1983年,根据1982年小区品比试验的结果,选出13号、2号和9号杂交子莲进行单株年苗大区品比试验,其结果为:2号和9号的产量基本上无差异,13号的产量要比它们高些(表3)。

表3 1983年单株年苗大区品比试验结果

Tab. 3 Yield for single lotus plant in the large plot in 1983

品种号 <sup>(1)</sup>	长荷叶面积 <sup>(2)</sup> (mu)	开花数 <sup>(3)</sup> (朵/mu)	老莲蓬数 <sup>(4)</sup> (只/mu)	结蓬率 <sup>(5)</sup> (%)	结实率 <sup>(6)</sup> (%)	壳莲产量 <sup>(7)</sup> (kg/mu)
13	0.72	443	350	79.0	64.8	9.65
2	0.50	380	304	80.0	65.7	8.25
9	0.57	364	306	84.1	79.4	8.15

(1) Cultivar No.; (2) Area covered by lotus leaves (in mu); (3) Number of blossoms (flower/mu); (4) Number of old seed-pots per mu; (5) Percentage of seed-pot formation; (6) Seed-bearing percentage; (7) Yield of shell seed (kg/mu)

1984年,从上年大区品比试验的莲池中选出13号和2号杂交子莲,与对照品种进行大区品比试验。种藕定植密度为250支/亩。试验结果为:2号(101kg/mu)和13号(100.5kg/mu)的壳莲产量,分别比对照品种(77kg/mu)增产31.2和30.5%。在洪湖试验区水深0.3m左右,不施肥,种藕定植的株行距为7×30m,每穴种5支。试验结果表明,13号(615g/株)和2号(280g/株)的壳莲产量,分别比对照品种(170g/株)增产2.62和

0.65 倍<sup>1)</sup>。

1985 年的小区品比试验,是在 1984 年单株年苗小区品比试验的水泥池中连续进行的。各品种只有一只水泥池是单株,余均未挖藕,为老莲池,5 次重复试验的结果表明,13 号 ( $223.1\text{g}/\text{m}^2$ ) 和 2 号 ( $170.6\text{g}/\text{m}^2$ ) 的壳莲产量,分别比对照品种 ( $93.8\text{g}/\text{m}^2$ ) 增产 137.8 和 81.9%。

1985 年大区品比试验的定植密度为 263 支/mu。种藕质量和田间管理都较差。试验结果为: 13 号 ( $88.9\text{kg}/\text{mu}$ ) 和 2 号 ( $69.5\text{kg}/\text{mu}$ ) 杂交子莲的壳莲产量,分别比对照品种 ( $67.7\text{kg}/\text{mu}$ ) 增产 31.3 和 2.7%。福建试点 13 号杂交子莲比对照品种增产 32.3%<sup>2)</sup>。

1986 年主要进行区域性多点试验。大区品比试验的定植密度为 300 支/mu。试验结果为: 13 号 ( $94.5\text{kg}/\text{mu}$ ) 和 2 号 ( $90\text{kg}/\text{mu}$ ) 杂交子莲的壳莲产量,分别比对照品种 ( $70.5\text{kg}/\text{mu}$ ) 增产 34.0 和 27.7%。湖北省沔阳湖养殖场在低湖田里进行大区品比试验。种藕定植密度为 250 支/mu,日常田间管理很差。 $3\times 3$  拉丁方试验结果为: 13 号的平均产量 ( $58.9\text{kg}/\text{mu}$ ) > 2 号 ( $48.1\text{kg}/\text{mu}$ ) > 11 号 ( $39.8\text{kg}/\text{mu}$ )。新复极差测验表明,上述品种相互之间的产量差异都极显著(各品种间的极差均大于  $\text{LSR}_{0.01}$ )。北京市海淀农工商联合总公司科技站在面积为  $5\text{m}^2$  的莲池里进行小区品比试验,每池种 3 支藕。试验结果表明,2 号 ( $120\text{g}/\text{m}^2$ ) 和 13 号 ( $120\text{g}/\text{m}^2$ ) 的壳莲产量,都比对照品种 ( $40\text{g}/\text{m}^2$ ) 增产两倍。上海市农科院园艺所在水田里进行小区品比试验。每个小区的面积为 0.1mu,种 20 支藕。试验初期各小区都遭受污水为害,致使严重减产。3 次重复试验的结果为: 13 号 ( $1113\text{只}/\text{mu}$ ) 和 2 号 ( $1063\text{只}/\text{mu}$ ) 杂交子莲青莲蓬的产量,分别比对照品种 ( $213\text{只}/\text{mu}$ ) 增产 4.23 和 3.99 倍。

1987 年,人民大垵农场和上海市农科院园艺所都在 1986 年的试验莲田中连续观察和比较各品种第二年的产量(1987 年春未挖种藕)。试验结果为: 前者,13 号 ( $79\text{kg}/\text{mu}$ ) 和 2 号 ( $75.5\text{kg}/\text{mu}$ ) 的壳莲产量,分别比对照品种 ( $62.75\text{kg}/\text{mu}$ ) 增产 25.9 和 20.3%; 后者,2 号 ( $5307\text{只}/\text{mu}$ ) 和 13 号 ( $4323\text{只}/\text{mu}$ ) 杂交子莲青莲蓬的平均产量,分别比对照品种 ( $3707\text{只}/\text{mu}$ ) 增产 43.2 和 16.6%。

## 讨 论

黄国振等(1981)的研究结果表明,莲属两个种间的杂交有高度的亲和力,因此杂交容易,结实率高(平均结实率为 59.68%)<sup>[8]</sup>。这证明属内种间的遗传隔离的屏障极小。而同一种的品种间的杂交更无困难<sup>[9]</sup>。前人的研究已证明现有品种其遗传基础的杂合性,在杂种一代就表现出个体间性状的多样性,即广泛的分离<sup>[7]</sup>。这种遗传背景为子莲的杂交育种提供了种种可能性。加之,出现的各种杂交优势又可以通过无性繁殖(用藕作种)得以保存<sup>[1]</sup>。

莲子外观质量指标——壳莲粒重、出肉率和果形指数,在某些杂交子莲中虽有差异,但相差的绝对值并不太大,而且有些指标还不很稳定,故评价杂交子莲的优劣,应以莲子

1) 赵华贵, 1988。莲属 21 个品种在洪湖的生长特性和经济性状观察(手稿)。

2) 邱闽华, 1985。建莲试验小结(手稿)。

产量为主。据测定,红莲和白莲在淀粉(42.2 和 43.8%)、总糖(13.5 和 12.4%)、蛋白质(20.31 和 22.69%)、氨基酸(15.1 和 14.96%)和含油量(1.9 和 2.4%)方面的差异不太大<sup>[2]</sup>,加上莲子的大小和营养成分与栽培条件也有关系,故作者没有把莲子的营养成分作为评价杂交子莲优劣的质量指标。

根据 1982—1987 年的试验结果,作者认为,13 号和 2 号杂交子莲的杂种优势十分明显,并很稳定。今后,可以在条件合适的地区作新品种进行中试和推广。在推广过程中必须注意:(1) 为了防止杂种分离,杂交子莲必须用藕作种,并注意选优去劣;(2) 大面积种植杂交子莲,不易及时清除杂交子莲的实生苗,故很难避免杂种分离现象。当发现因杂种分离引起莲群衰退或严重减产时,要及时用苯氧乙酸类除莠剂彻底灭荷绝藕<sup>[3]</sup>。然后,重新栽入新的种藕;(3) 由于莲是常异花授粉植物<sup>[4]</sup>,故在子莲地方良种的原产地,最好不种杂交子莲,以免因昆虫传粉而破坏地方良种的种质资源;(4) 从 1984—1987 年区域性多点试验可知,13 号和 2 号杂交子莲在北京(北纬 40°)以南的地区推广是毫无问题的。10 号杂交子莲在小区品比试验中的产量很高,它不比 13 号和 2 号差(图 1、2)。可惜,当时由于条件限制,没有进一步做大区品比试验和区域性多点试验。所以,能否把它作为一种高产优质的新品种推广,需进一步研究后才能决定。13 号杂交子莲具有生长势强、耐深水、花多、莲蓬大、莲子多、结蓬率和结实率高等优点,所以,很适合在园林单位或市郊的湖、塘和低湖田中种植。既可赏花,又可采收青莲蓬(收完青莲蓬可防止杂种分离),同时,对配置水景,美化环境和防止水体富营养化也有好处。

子莲以采收莲子为主,故杂交子莲的亲本,最好以子莲为母本,花莲或与母本亲缘关系较远的子莲为父本。如 13 号杂交子莲,以子莲‘白花建莲’为母本,花莲‘红千叶’(花多、生长势强、耐深水)为父本,其杂种优势十分明显。子莲的藕是较小的。而且,子莲的品种越好其藕越小。其原因可能与藕中薄壁细胞的分裂和增大不显著,以及营养分配的不均衡性有关。因为莲子高产后,植株的营养物质就不再大量转移到藕中储存。1982—1983 年的试验结果也证实,子莲与藕莲杂交,其杂种的藕产量并不高于其他品种,故不存在莲子和藕双丰收的优势。如 16 号杂交子莲,母本为子莲‘红花建莲’,父本为藕莲,其杂种的莲子产量也较高,但藕产量并不高于其他子莲(含杂交子莲)。所以,藕莲不宜作为杂交子莲的亲本。

据观察,有些杂交子莲的花色和花型,既不像母本,又不像父本。如 13 号杂交子莲( $F_1$  代),其花为单瓣型红花,既不像母本白花建莲(单瓣型白花),又不像父本红千叶(重瓣型红花),此与花色和花型的遗传,红色和单瓣为显性,白色和重瓣为隐性有关<sup>[6,7,9,10]</sup>。13 号杂交子莲的花应为红色(‘红花建莲’型)。可是,作者在湖北和北京都发现过,在 13 号杂交子莲的莲田中单独地长出了一朵白花(‘白花建莲’型),与该朵白花同一地下茎上的其它的花仍为红色,这是否属于“芽变”或“返祖”现象?如属“芽变”,在子莲育种上能否利用?这些问题,都需深入研究后才能解答。

如上所述,只有通过无性繁殖才能保持杂交子莲( $F_1$  代)的优良性状,可是,无性繁殖的繁殖系数很低<sup>[1]</sup>(子莲种藕田与大田面积的比值一般为 1:5—10),故设法提高杂交子莲的繁殖系数,对加速推广杂交子莲极为重要。

## 参 考 文 献

- [1] 王其超等, 1985. 荷花新品种选育研究初报. 武汉植物学研究, 3(1): 81—88。  
[2] 中国科学院武汉植物研究所, 1987. 中国莲. 科学出版社。  
[3] 叶奕佐等, 1975. 应用除莠剂消灭已衰退的子莲种群的初步试验. 水生生物学集刊, 5(4): 513—518。  
[4] 叶奕佐等, 1983. 建莲开花结实习性的初步观察. 武汉植物学研究, 1(2): 307—313。  
[5] 南京农学院, 1983. 田间试验和统计方法. 农业出版社。  
[6] 赵家荣, 1988. 碗莲新品种选育研究. 武汉植物学研究, 6(2): 145—150。  
[7] 黄应华, 1983. 碗莲杂交育种研究初报. 武汉植物学研究, 1(2): 303—306。  
[8] 黄国振等, 1981. 莲属 (*Nelumbo*) 种间杂交的高度亲合现象. 园艺学报, 8(4): 56。  
[9] 黄国振, 1983. 荷花的重瓣化及其遗传基础的初步探讨. 武汉植物学研究, 1(2): 139—142。  
[10] 黄国振, 1984. 碗莲育种中一些问题的探讨. 武汉植物学研究, 2(2): 221—225。

## APPLICATION OF HETEROSIS IN THE SELECTION OF NEW CULTIVARS OF SEED LOTUS

Ye Yizuo and Wang Pingping

(Institute of Fishery Science, Wuhan 430071)

Tan Zhenghuai

(Dayuan People's Farm, Jianli 433321)

## Abstract

Experiments were conducted during 1981—1987 on the cross-breeding of seed lotus *Nelumbo nucifera*. The results confirmed the use of heterosis as an important way of selecting new cultivars of seed lotus. Two new cultivars were selected by cross-breeding the introduced cultivars. They are cultivar No. 13 (Beihua Jianlian  $\times$  Hongqianye) and cultivar No. 2 (Beiyelian  $\times$  Honghua Jianlian). The new cultivars show apparant and stable heterosis, with yields 20% higher than that of the control cultivar (Honghua Jianlian). Procedures were proposed for the prevention of undesired hybridization of the new cultivars.

**Key words**      Seed lotus, Heterosis, New cultivars