

子莲杂交优势的利用及新品种选育的研究¹

叶奕佐 王萍萍 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^[4]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)²、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³都是用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3m²。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^①, 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^①

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 ²) (2)	83.4	13.2	21.6	73.5	180.9	73.6		56.2	38.5	53.8
藕(kg/m ²) (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 m²。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/m²) (3) Lotus rhizome (kg/m²)

① Area of the small plot was 3m²; 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 shellseed 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^①

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

品种号 ⁽¹⁾	壳莲产量 ⁽²⁾ (g/m ²)	藕产量 ⁽³⁾ (kg/m ²)	平均心皮数 ⁽⁴⁾ (个/莲)	平均结实率 ⁽⁵⁾ (%)	壳莲平均粒重 ⁽⁶⁾ (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 ⁽²⁾	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/m²); (3) Yield of rhizome (kg/m²); (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¹⁾。

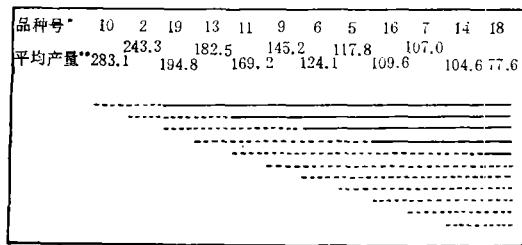


图1 1983年12种子莲壳莲平均产量的显著性检测

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/m²)

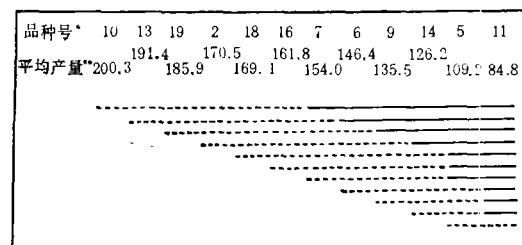


图2 1984年12种子莲壳莲平均产量的显著性检测

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

*,** 同图1

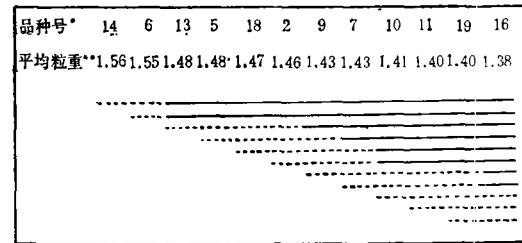


图3 1983年12种子莲壳莲平均粒重的显著性检测

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($n=100$)。

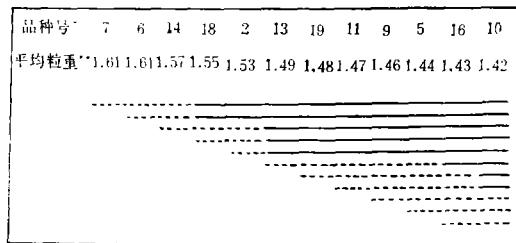


图 4 1984 年 12 种子莲壳莲平均粒重的显著性检测

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

*,** 同图 3

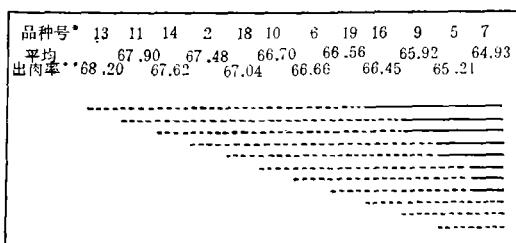


图 5 1983 年 12 种子莲壳莲平均出肉率的显著性检测

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 (%)

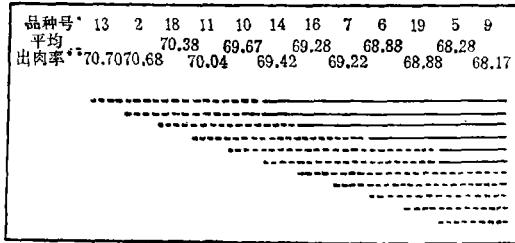


图 6 1984 年 12 种子莲壳莲平均出肉率的显著性检测

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, 莖产量的差异并不显著 [$F(1.3) < F_{0.05}(2.72)$, $p > 5\%$]。

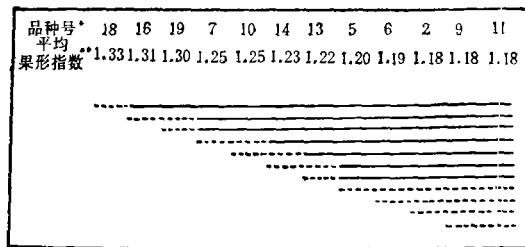


图 7 1983 年 12 种子莲壳莲平均果形指数的显著性检测

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

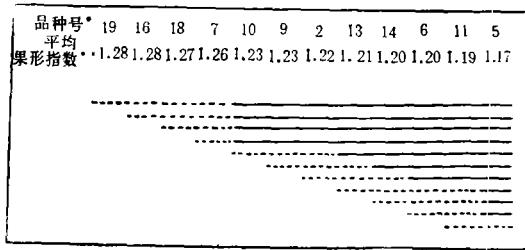


图 8 1984 年 12 种子莲壳莲平均果形指数的显著性检测

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 ⁽¹⁾	长荷叶面积 ⁽²⁾ (mu)	开花数 ⁽³⁾ (朵/mu)	老莲蓬数 ⁽⁴⁾ (只/mu)	结蓬率 ⁽⁵⁾ (%)	结实率 ⁽⁶⁾ (%)	壳莲产量 ⁽⁷⁾ (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¹⁾。

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%²⁾。

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%。湖北省汈汊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。3×3 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 $LSR_{0.01}$)。北京市海淀农工商联合总公司科技站在面积为 5m^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 只/ mu) 和 2 号 (1063 只/ mu) 杂交子莲青莲蓬的产量, 分别比对照品种 (213 只/ mu) 增产 4.23 和 3.99 倍。

1987 年, 人民大垸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 只/ mu) 和 13 号 (4323 只/ mu) 杂交子莲青莲蓬的平均产量, 分别比对照品种 (3707 只/ 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%)^[3]。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^[4]。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^[5]。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^[6]。

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^[2], 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^[3]。然后, 重新栽入新的种藕; (3) 由于莲是常异花授粉植物^[4], 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^[6,7,9,10]。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^[1](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 HETEROSESIS 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 × Hongqianye) and cultivar No. 2 (Beiyelian × Honghua Jianlian). The new cultivars show apparent 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