

毛叶秋海棠的杂交遗传特性

李景秀 管开云^{*} 田代科 向建英 孔繁才

(中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

摘要: 采用毛叶秋海棠与云南野生秋海棠, 以及国外毛叶秋海棠的园艺品种进行正反交试验, 观测各杂交 F_1 代群体叶片斑纹、茎的类型、植株抗寒能力等主要性状的表现及其遗传特性; 通过 F_1 代自交, 对 F_2 代群体叶片斑纹的观测统计, 研究银绿斑性状的分离规律。试验结果表明: 毛叶秋海棠银绿斑与无斑是一对相对性状, 银绿斑对无斑是显性, 无斑对银绿斑是隐性, 其遗传杂交符合孟德尔的分离规律; $B. rex \times B. longialata$ F_1 代植株银绿斑性状的持续表现受光照强度的影响较大, 生长 2 年后需要增加约 2000 lx 的光照才能保持原有的银绿斑色彩; 毛叶秋海棠根状茎性状的遗传特性极为稳定, 遗传保持率 90%; 杂交 F_1 代在抗寒性方面表现了明显的杂种优势。

关键词: 毛叶秋海棠; 有性杂交; 遗传特性; 叶片斑纹

中图分类号: S 682; Q 945 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2001) 05-0440-05

毛叶秋海棠 (*Begonia rex* Putz.) 是秋海棠属多年生根茎类草本植物, 原产印度、越南和我国的广西、贵州, 以及云南的东南部。叶片中央镶嵌一圈银绿色环形斑纹, 具有很高的观赏价值 (见彩色插页 1 图版, 1)。毛叶秋海棠作为一种珍贵的观叶秋海棠遗传资源, 被广泛应用于秋海棠的杂交育种, 全球已育成 *B. rex* 系园艺品种 500 多个^[1]。本研究旨在掌握 *B. rex* 银绿斑等性状的遗传特性及其规律, 为选育具有银绿斑性状, 抗寒能力强的观叶秋海棠新品种提供理论依据。

1 材料与方 法

原始材料采用昆明植物园引种栽培的植株, 主要引自云南南部及日本、澳大利亚等地。杂交试验于 1996 年至 2000 年在昆明植物园秋海棠栽培室内进行。

分别采用 *Begonia longialata* (长翅秋海棠)、*B. daweyshanensis* (大围山秋海棠)、*B. dryadis* (厚叶秋海棠)、*B. cathayana* (花叶秋海棠)、*B. hemsleyana* (掌叶秋海棠)、*B. rex* 'Sunburst' ('日出'秋海棠) 和 *B. rex* (毛叶秋海棠) 进行正交和反交, 各组合 3 次重复, 随机抽样 100 株, 观测各杂交组合 F_1 代的表现性状。被采用的 5 个原始种的叶片, 除 *B. cathayana* 呈暗绿色、中央嵌白斑集成的环带外, 其余 4 种皆为绿色。将 *B. rex* \times *B. hemsleyana* 和 *B. rex* \times *B. rex* 'Sunburst' F_1 代不同斑纹的初生叶、次生叶、成熟叶进行扦插繁殖, 观察无性繁殖后代斑纹的变化情况; *B. rex* \times *B. longialata* 的 F_1 代自播种至 2 年间置

收稿日期: 2001-05-14; 修回日期: 2001-08-14

基金项目: 云南省自然科学基金资助项目 (97C087M); 昆明植物园与日本国三得利公司合作研究项目

* 通讯作者。

于寒冷纱遮阴的纤维瓦室内,光照强度为 5000 lx,2 年后将部分植株移至玻璃顶、具寒冷纱遮阴、无四侧面的简易棚内,光照强度为 7000 lx,观察银绿斑的色彩变化;将 6 个杂交组合(见表 1)的 F_1 进行自交,1998 年以 1 年苗龄的 F_2 群体观测银绿斑性状的分离规律;1999 年 12 月 22 日遇一次强烈低温,6 个杂交组合的 F_1 代群体及其亲本皆遭受栽培室内 $-6.8\text{ }^\circ\text{C}$ 的低温袭击,分别抽样 100 株进行冻害的部位、等级以及冻害率的调查统计和评定,比较子代和亲本的抗寒性,被抽样调查的杂交组合 F_1 代植株均为 3 年苗龄,亲本植株均为 5 年苗龄;亲代植株和 F_1 代植株皆属有性繁殖体,并置于同一纤维瓦室内进行同等条件的栽培管理。冻害等级的划分标准为:0 级:植株未受冻;1 级:直立茎、半直立茎类新梢受冻,根茎类幼叶受冻;2 级:直立茎、半直立茎类叶片、叶柄受冻,根茎类叶片受冻;3 级:直立茎、半直立茎类叶片、叶柄、茎受冻,根茎类叶片、叶柄受冻。冻害率以受冻植株数占调查植株数的百分比来计算。抗寒能力的划分标准为:较强,冻害等级 0,冻害率 0;强,冻害等级 1,冻害率 20% 以上;弱,冻害等级 2~3,冻害率 50% 以上。冻害等级高,说明受冻害程度严重;冻害率高说明受冻范围大。

2 结果与分析

2.1 银绿斑性状的显性表现及其性状分离

杂交试验结果表明,在 *B. rex* 银绿斑与无斑这一相对性状的杂交遗传中,银绿斑是显性性状,无斑是隐性性状。在实际进行的 6 个杂交组合试验中,无论是正交,还是反交,杂交 F_1 代植株的叶片都具有银绿斑性状。将 6 个杂交组合的 F_1 代植株进行自交后, F_2 群体产生银绿斑性状的分离现象,既有显性性状的银绿斑个体,又有隐性性状的无斑个体,银绿斑和无斑两种类型间未发现过渡或近似过渡的类型。而且,6 个杂交组合 F_2 的显隐性性状比都非常接近 3:1(表 1),各杂交组合 F_2 代资料的卡平方测验结果表明:各组合概率 P 皆大于 0.05, *B. rex* 各杂交组合 F_2 代银绿斑与无斑个体的实得分离比与理论数比 3:1 均无显著差异(表 2),进一步说明 *B. rex* 银绿斑与无斑是一对相对性状,无其他修饰基因,其遗传杂交符合孟德尔的分离规律^[2]。从银绿斑的性状表现来看,杂交 F_1 代主要表现为 *B. rex* 银绿色环状斑纹的基本形,环状斑纹偶尔有间断,或散布银点(表 1)。*B. rex* × *B. daweshanensis* 的杂交 F_1 代叶片表现为典型的银绿色环斑(见彩色插页 1 图版,3),*B. rex* × *B. longialata* F_1 的银绿斑沿叶片的掌状裂呈环形分布(图版,6);*B. cathayana* × *B. rex* 的杂交 F_1 代群体皆表现为间断的银绿色环斑(图版,2);*B. dryadis* × *B. rex* 的叶片斑纹表现型主体为银绿色环状斑纹,偶尔布零星散点(图版,7);*B. rex* × *B. rex* 'Sunburst' 和 *B. rex* × *B. hemsleyana* 的 F_1 代植株叶片斑纹则由点状斑纹向环形斑纹过渡,即 F_1 植株的初生叶为点状斑纹、近全缘,次生叶表现出散点较多的间断性环状斑纹,叶缘可辨锯齿状浅裂;生长成熟叶片的斑纹呈规整的银绿色环形斑纹,叶缘可见掌状浅裂,性状表现为父母本近全缘和掌状深裂,以及掌状叶的中间类型(图版,5)。这种从点状斑纹到环形斑纹的过渡由什么内在因素决定,受何种环境条件影响,有待进一步深入研究。我们将不同时期表现性状的叶片进行扦插繁殖,结果表明,繁殖后代与繁殖材料的叶片斑纹完全一致,通过无性繁殖能够保持叶片渐变式斑纹不同生长时期表现型的遗传稳定性。

表 1 F_1 表型及其 F_2 的性状分离
Table 1 Phenotype of F_1 and character segregation of F_2

杂交组合 Combinations	F_1 叶片斑纹 Leaf mottling of F_1	F_1 茎的类型 Stem type of F_1	F_2 有斑个体 Variegated Individuals of F_2	F_2 无斑个体 Innotate individuals of F_2	显隐比 Rate
<i>B. rex</i> × <i>B. longialata</i>	银绿连续环斑 Continuous annular mottling	根状茎 Rhizome	124	41	3.02:1
<i>B. rex</i> × <i>B. dawweishanensis</i>	银绿连续环斑 Continuous annular mottling	根状茎 Rhizome	208	72	2.93:1
<i>B. dryadis</i> × <i>B. rex</i>	连续环斑布散点 Continuous annular mottling with scattered spot	根状茎 Rhizome	263	86	3.06:1
<i>B. cathayana</i> × <i>B. rex</i>	间断银绿环斑 Disconnected annular mottling	半直立茎 Half erect stem	137	45	3.04:1
<i>B. rex</i> × <i>B. hemsleyana</i>	散点→间断→连续环斑 Scattered spot→ disconnected→continuous annular mottling	根状茎 Rhizome	358	118	3.05:1
<i>B. rex</i> × <i>B. rex</i> 'Sunburst'	散点→间断→连续环斑 Scattered spot→ disconnected→continuous annular mottling	根状茎 Rhizome	107	36	2.97:1

表 2 各杂交组合 F_2 代资料的卡平方测验
Table 2 χ^2 test of F_2 on the hybridized combination

杂交组合 Combinations	实得数 Observed number (Obs.)	预期数 Theoretical number (Thn.)	实得数- 预期数 Obs.-Thn.	(实-预) ² /预 (Obs.-Thn.) ² / Thn.	卡平方 χ^2	概率值 P
<i>B. rex</i> × <i>B. longialata</i>	有斑 variegated 124	123.75	0.25	0.0005	0.002	> 0.95
	无斑 Innotate 41	41.25	-0.25	0.0015		
<i>B. rex</i> × <i>B. dawweishanensis</i>	有斑 variegated 208	210	-2	0.0190	0.0761	> 0.5
	无斑 Innotate 72	70	2	0.0571		
<i>B. dryadis</i> × <i>B. rex</i>	有斑 variegated 263	261.75	1.25	0.006	0.0239	> 0.5
	无斑 Innotate 86	87.25	-1.25	0.0179		
<i>B. cathayana</i> × <i>B. rex</i>	有斑 variegated 137	136.5	0.5	0.0018	0.0073	> 0.5
	无斑 Innotate 45	45.5	-0.5	0.0055		
<i>B. rex</i> × <i>B. hemsleyana</i>	有斑 variegated 358	357	1	0.0028	0.0112	> 0.5
	无斑 Innotate 118	119	-1	0.0084		
<i>B. rex</i> × <i>B. rex</i> 'Sunburst'	有斑 variegated 107	107.25	-0.25	0.0006	0.0023	> 0.95
	无斑 Innotate 36	35.75	0.25	0.0017		

2.2 杂交 F_1 代群体的抗寒性

6 个杂交组合 F_1 代植株的培育与其亲本 *B. rex* 等都在同等条件的纤维瓦室内进行栽培管理, 亲本和 F_1 代植株苗龄的差别不足以造成抗寒能力的差异。因为作为观叶草本植物, 每年初春需要修剪整型, 观察比较的植株几乎是当年生的茎和叶。每年 1 月份室内 -1°C 的自然低温, 无论是亲本, 还是杂交 F_1 代品种都未造成阻碍生长发育及影响观赏的冻害, 但对于骤然大幅度下降的低温, 杂交 F_1 代群体与其亲本相比, 都表现出较强的抗寒能力。显然, 就抗寒性而言, 杂交 F_1 代表现了明显的种间杂种优势。

冻害调查及评定结果表明 (表 3): 相对于亲本, 杂交 F_1 受冻程度轻, 而且受冻范围也较小, *B. rex* × *B. longialata*、*B. rex* × *B. hemsleyana* 及 *B. rex* × *B. rex* 'Sunburst' 未受冻, 其余 3 个组合受冻轻微; 亲本的受冻情况各有差异, *B. rex* 和 *B. dawweishanensis* 冻害程度最为严重, 并且冻害范围大; *B. longialata* 和 *B. dryadis* 次之; *B. cathayana* 和 *B. rex*

'Sunburst' 虽然受冻轻微, 但受冻面较大。从亲本植株茎的类型来看, 除肉质茎及含水量高的茎外, 直立和半直立茎类较根茎类耐寒, 即使受冻面稍大, 冻害程度也不是很严重, 而根茎类的 *B. rex* 冻害等级 3、冻害率 100%, 相应的抗寒能力较差; *B. rex* 与直立和半直立茎种类杂交后, 杂交 F_1 代 90% 都能保持根状茎的遗传特性, 并不同程度地融合了直立茎和半直立茎种类的抗寒能力。在 6 个杂交组合的 F_1 中, 有 3 个组合的根状茎类 F_1 未受冻, 其余 2 个杂交组合的根状茎类 F_1 和 1 个半直立茎类 F_1 同受 1 级冻害, 但半直立茎类 *B. cathayana* × *B. rex* 的 F_1 代冻害率达 71%, 受冻面比根状茎类大。

表 3 各杂交组合 F_1 及其亲本抗寒性比较Table 3 The cold resistant comparison of the F_1 combinations and parents

杂交 F_1 或亲本 F_1 Combinations or parent	冻害部位 Position of freezing injury	冻害等级 Grade of freezing injury	冻害率 Rate of freezing injury (%)	茎的类型 Stem type	抗寒能力 Cold resistant capacity
<i>B. rex</i> × <i>B. longialata</i>	未受冻 No freezing injury	0	0	根状茎 Rhizome	较强 Stronger
<i>B. rex</i> × <i>B. dauwshanensis</i>	幼叶 Spire	1	56.2	根状茎 Rhizome	强 Strong
<i>B. dryadis</i> × <i>B. rex</i>	幼叶 Spire	1	38.9	根状茎 Rhizome	强 Strong
<i>B. cathayana</i> × <i>B. rex</i>	新梢 New growth	1	71	半直立茎 Half erect stem	强 Strong
<i>B. rex</i> × <i>B. hemsleyana</i>	未受冻 No freezing injury	0	0	根状茎 Rhizome	较强 Stronger
<i>B. rex</i> × <i>B. rex</i> 'Sunburst'	未受冻 No freezing injury	0	0	根状茎 Rhizome	较强 Stronger
<i>B. rex</i>	叶片、叶柄 Leave, petiole	3	100	根状茎 Rhizome	弱 Weak
<i>B. longialata</i>	叶片 Leave	2	82.4	半直立茎 Half erect stem	弱 Weak
<i>B. dauwshanensis</i>	茎, 叶片, 叶柄 Stem, leave, petiole	3	80	直立茎 Erect stem	弱 Weak
<i>B. dryadis</i>	叶片, 叶柄 Leave, petiole	2	61.4	半直立茎 Half erect stem	弱 Weak
<i>B. cathayana</i>	新梢 New growth	1	93.1	直立茎 Erect stem	强 Strong
<i>B. hemsleyana</i>	新梢 New growth	1	77.1	直立茎 Erect stem	强 Strong
<i>B. rex</i> 'Sunburst'	新梢 New growth	1	89.6	半直立茎 Half erect stem	强 Strong

2.3 光照强度对银绿斑性状持续的影响

基因型是生物体内在的遗传基础, 表现型是基因型和外界环境作用下具体的表现^[3]。银绿斑性状的表现也离不开一定的栽培环境条件, 尤其是光照条件, 对银绿斑性状的优势表现起着重要作用。在 6 个杂交组合 F_1 代的栽培管理过程中, *B. rex* × *B. longialata* 的杂交 F_1 植株在幼苗时期叶片斑纹呈鲜艳的银绿色。随着幼苗生长至 2 年苗龄后银绿色斑纹变浅, 甚至局部消失。此时, 将部分植株移置光照略强的环境条件下, 6 个月后萌发出新叶的斑纹恢复了原来的银绿色。可见, *B. rex* × *B. longialata* F_1 的银绿色环斑得到表现后, 其性状对温、湿度等栽培条件要求不高, 但对光照强度却要求较为严格^[4]。

2.4 根状茎的稳定遗传

就茎的类型而言, *B. rex* 属典型的根状茎, 与之杂交的 6 个亲本皆属直立或半直立茎。在 6 个杂交组合中, 除 *B. cathayana* × *B. rex* 的 F_1 代呈半直立茎, 其余 5 个组合的 F_1 代皆属根状茎 (表 2)。对 *B. rex* 杂交品系的茎类型统计结果也表明: 根状茎类品种占 90.3%, 直立茎和半直立茎仅占 9.7%^[5]。可见, 一些柔弱、较高、易倒伏的直立茎和半直立茎种类的秋海棠与 *B. rex* 杂交, 获得健壮、矮化杂种个体的机率很大, 不仅其形状得到不同程度的改良, 也能使叶片具有绚丽多彩的银绿色斑纹, 增强观赏效果。

3 讨论

毛叶秋海棠叶片的银绿色环斑是一种极为优良的观叶秋海棠遗传种质资源。根据银绿斑相对于无斑是显性性状, 以及其根状茎在有性杂交中的遗传稳定性, 可大量采用毛叶秋海棠与直立茎和半直立茎秋海棠进行有性杂交, 选择、培育新品种, 不仅能够育成叶片色彩斑斓的 *B. rex* 系园艺品种, 而且还能获得直立、半直立茎类秋海棠的抗寒特性, 同时, 直立、半直立茎类秋海棠的株型、茎高、易倒状的性状也得到了不同程度的改良。

对于渐变式银绿斑性状表现的 *B. rex* 系杂交 F_1 代, 根据其过渡阶段不同的斑纹形状, 选择叶片进行扦插繁殖, 以求获丰富多彩的叶片斑纹。此外, *B. rex* \times *B. longialata* 的杂交 F_1 植株银绿斑色彩的深浅变化与栽培环境的光照条件具有一定的相关性, F_1 代种子从播种育苗到生长发育 2 年内, 在有寒冷纱遮荫的室内约 5000 lx 的光照条件下, 可能有利于叶绿素的合成, 生长 2 年后, 需要增加约 2000 lx 的光照才能维持相关叶绿体色素合成的动态平衡。应尽可能按其需要给以相当强度的光照, 以保持鲜艳的银绿斑色彩。有关照度与叶色变化关系的机理有待进一步研究。

参考文献:

- 1 Mildred L Thompson, Edward J Thompson *Begonias* New York: Time Book, 1981. 172 ~ 177
- 2 刘祖洞. 遗传学 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 1991. 5 ~ 17
- 3 浙江农业大学. 遗传学. 北京: 农业出版社, 1979. 31
- 4 周 燮, 陈婉芬等. 植物生理学. 北京: 中央广播电视大学出版社, 1988. 56
- 5 日本ヘゴニア協会. ヘゴニア. 东京: 誠文堂新光社, 1980. 175 ~ 191

The Genetic Property of Hybridization on *Begonia rex*

Li Jingxiu, Guan Kaiyun, Tian Daike, Xiang Jianying, and Kong Fancai

(*Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204*)

Abstract: The reciprocal crosses had been conducted among the adopting *Begonia rex* and wild *Begonia* from Yunnan or horticultural breeds of *Begonia rex*. The characters and properties of the F_1 generation on the leaf mottling, cauline type and cold resistant capacity were observed. The segregation of green mottling character was studied by observation and statistic analysis of the F_2 populations. The results showed that the silvery green mottling and without mottling were one couple of contrast characters of *Begonia rex*, the silvery green mottling was dominant, the genetics of this couple of characters was correspond to Mendel's law. In the F_1 plants of *B. rex* \times *B. longialata*, the continuous expression of the silvery green mottling was influenced by the intensity of illumination. To keep the primary color of silvery green mottling, it was need to add 2000 lx illumination after two years of growth. Rhizome was the most steady genetic character, its genetic retention rate was 90%. High heterosis was showed in F_1 generation on the cold resistance, F_1 population possessed a higher cold resistance capacity than their parents. This paper provided a reference for the selection and breeding of green mottling character and cold resistance.

Key words: *Begonia rex*; Sexual hybridization; Genetic property; leaf mottling