

木槿属植物染色体倍性与花粉粒、 叶片气孔器性状的关系

庄东红¹, 宋娟娟²

(1. 汕头大学生物学系, 广东 汕头 515063; 2. 中国科学院华南植物园, 广东 广州 510650)

摘要: 测定了木槿属植物裂瓣槿(*Hibiscus schizopetalus* (Masters) Hook. f.)、木芙蓉(*H. mutabilis* L.)和扶桑(*H. rosa-sinensis* L.)及扶桑的3个栽培变种重虹中玫瑰(*H. rosa-sinensis* L. cv. Double Rainbow)、橙黄中玫瑰(*H. rosa-sinensis* L. cv. Flavo-plenus)、洋红中玫瑰(*H. rosa-sinensis* L. cv. Carminatus)的气孔器长度、宽度和保卫细胞叶绿体数目以及花粉粒大小。结果表明,气孔器长度、宽度和保卫细胞叶绿体数目以及花粉粒大小均与染色体数目和倍性存在正相关关系,可作为鉴定木槿属植物倍性的参考指标。扶桑及其3个栽培变种的花粉粒大小都有较大的变化范围,探讨了这种现象与木槿属植物多倍体起源的关系。

关键词: 木槿属; 气孔器; 叶绿体数目; 花粉大小; 染色体倍性

中图分类号: Q944

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2005)01-0049-04

The Characters of Pollen Grains and Stomatal Apparatus in *Hibiscus* L. in Relation to the Ploidy

ZHUANG Dong-hong¹, SONG Juan-juan²

(1. Department of Biology, Shantou University, Shantou 515063, China;

2. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: The length, width and the chloroplast numbers in stomatal apparatus, and the pollen sizes were measured of three species of genus *Hibiscus* (*H. schizopetalus*, *H. mutabilis*, *H. rosa-sinensis*) and three cultivars (*H. rosa-sinensis* L. cv. Double Rainbow, cv. Flavo-plenus, and cv. Carminatus). The characters of stomatal and pollen size are positively related with the chromosomal number and ploidy of these plants, which could be helpful for the ploidy determination of *Hibiscus* plants. However, the pollen size of these species and cultivars diverse greatly. The chromosome numbers and ploidy of *Hibiscus* are discussed.

Key words: *Hibiscus*; Stomatal apparatus; Chloroplast number; Pollen size; Chromosomal ploidy

木槿属(*Hibiscus*)是锦葵科(Malvaceae)中种群较大、类型丰富的一个属,多数种类有着美丽的花朵,是主要的园林观赏花木,有些种类皮层纤维发达,是常用的纤维植物,有些种类可作药用。扶桑(又称红色中玫瑰, *H. rosa-sinensis* L.)、裂瓣槿(*H. schizopetalus* (Masters) Hook. f.)、木芙蓉(*H. mutabilis* L.)在我国南方多有栽培,是常见的、重要的园林花卉。

木槿属植物种类多,种间关系复杂。从已报道的染色体数目和染色体基数可知,木槿属植物染色

体数目变化范围大,倍性关系复杂,给分类带来了较大困难。Sharma报道了木槿属植物染色体数目从 $2n=22-225$ 的变化范围,认为木槿属植物有很复杂的倍性关系,为7、8、15的倍数^[1]。Kachecheba报道了木槿属植物染色体 $2n=28-180$ 的变化范围,提出的染色体基数有 $x=7、8、9、11、12、14、15、16、17、18、19、20、21、23、24、39$ ^[2]。但至今木槿属没有一个统一的公认的染色体基数。

我们曾报道了裂瓣槿、木芙蓉和扶桑及其3个栽培变种重虹中玫瑰(*H. rosa-sinensis* L. cv. Double

Rainbow)、橙黄中玫瑰 (*H. rosa-sinensis* L. cv. Flavo-plenus)、洋红中玫瑰 (*H. rosa-sinensis* L. cv. Carminatus) 的染色体数目, 认为染色体基数可定为 $x=21$, 并讨论了这几种或变种植物之间的倍性关系^[3]。本文对木槿属这几种或变种植物的气孔器长度、宽度和保卫细胞叶绿体数目以及花粉粒大小进行了观测, 分析这些指标与植物倍性之间的关系, 为木槿属植物分类和倍性研究提供科学依据。

1 材料和方法

材料 选自汕头大学校园内栽培的木槿属植物, 分别为裂瓣槿 (*H. schizopetalus* (Masters) Hook. f.)、木芙蓉 (*H. mutabilis* L.) 和扶桑 (*H. rosa-sinensis* L.) 及扶桑的 3 个栽培变种重虹中玫瑰 (*H. rosa-sinensis* L. cv. Double Rainbow), 橙黄中玫瑰 (*H. rosa-sinensis* L. cv. Flavo-plenus), 洋红中玫瑰 (*H. rosa-sinensis* L. cv. Carminatus)。

气孔器长度、宽度和保卫细胞叶绿体数目的测定 随机采摘植株成熟枝条由上往下的第 5 片叶片, 用镊子撕取叶片中部下表皮, 置于滴有蒸馏水的载玻片上, 在 40 倍物镜下, 用目镜测微尺观察测量气孔器的长度、宽度。气孔保卫细胞叶绿体数目的测定是取同样叶片中部下表皮, 放到载玻片上, 滴一滴 I_2 -KI 溶液 (I_2 1 g, KI 2 g, 溶于 100 ml 蒸馏水中), 盖上盖玻片, 在显微镜下进行计数。每种植物测量和统计 100 个保卫细胞, 计算平均值和标准差。

花粉粒大小的测定 在植株开花前一天晚上采回花苞, 第二天花开放时从不同花粉囊中随机

取一定量的花粉, 置于载玻片上, 滴一滴 2% 的醋酸洋红, 静止 2 min 后在显微镜下观察。饱满的能染色的花粉粒视为可育花粉, 以目镜测微尺进行测量。每种植物测量 150 个花粉粒, 计算花粉粒直径的平均值和标准差。

2 结果和分析

2.1 气孔器的长度、宽度和气孔保卫细胞的叶绿体数目

从表 1 可见, 叶片气孔器长度和宽度随染色体数目的增多而增加, 呈显著正相关 ($r=0.976^{**}$, $r=0.942^{**}$)。两个保卫细胞的叶绿体数目也随染色体数目增加而增加, 也存在明显正相关关系 ($r=0.910^*$)。洋红中玫瑰的叶绿体数为裂瓣槿的 2.16 倍 (染色体数目比为 3.5:1), 为扶桑的 1.41 倍 (染色体数目比为 1.75:1); 扶桑的叶绿体数为裂瓣槿的 1.53 倍 (染色体数目比为 2:1)。根据这几个种和栽培变种的倍性^[3]进行相关分析, 结果也显示染色体倍性与气孔器长度 ($r=0.955^{**}$)、宽度 ($r=0.969^{**}$) 和保卫细胞的叶绿体数目 ($r=0.932^{**}$) 有显著正相关关系。

2.2 花粉粒的大小

从测量结果 (表 1) 看, 花粉粒大小总体上随植物染色体数目的增加而增大, 呈显著正相关 ($r=0.860^*$), 裂瓣槿 ($2n=42$) 花粉粒最小, 洋红中玫瑰 ($2n=147$) 的最大, 木芙蓉 ($2n=92$) 染色体数目接近扶桑, 花粉粒大小也接近。结果还表明, 每一个种或变种的花粉粒大小都有一定的变化范围, 裂瓣槿

表 1 木槿属植物叶片气孔器特征和花粉性状的比较

Table 1 Characters of stomatal apparatus and pollen grains of *Hibiscus* species or cultivars

种或栽培变种 Species or cultivars	染色体数目 Chromosome number (2n)	气孔器 Stomatal apparatus			花粉粒直径 Pollen diameter (μm)		
		长度 Length (μm)	宽度 Width (μm)	叶绿体数目 (个/2 个保卫细胞) Chloroplast numbers in 2 guard cell	平均 Average	最大 Maximum	最小 Minimum
裂瓣槿 <i>H. schizopetalus</i>	42	14.26 \pm 0.385	10.84 \pm 0.516	11.82 \pm 0.754	138.05 \pm 4.418	152.54	126.24
扶桑 <i>H. rosa-sinensis</i>	84	16.08 \pm 0.540	13.25 \pm 0.725	18.18 \pm 1.123	146.70 \pm 11.646	173.58	115.72
木芙蓉 <i>H. mutabilis</i>	92	17.32 \pm 1.014	11.75 \pm 0.875	13.50 \pm 1.041	147.84 \pm 5.893	168.32	131.50
重虹中玫瑰 <i>H. rosa-sinensis</i> cv. Double Rainbow	105	18.63 \pm 0.950	14.56 \pm 0.772	21.98 \pm 1.302	159.54 \pm 21.619	236.70	131.50
橙黄中玫瑰 <i>H. rosa-sinensis</i> cv. Flavo-plenus	138	19.44 \pm 0.746	16.55 \pm 0.930	23.84 \pm 0.840	152.65 \pm 8.469	178.84	131.50
洋红中玫瑰 <i>H. rosa-sinensis</i> cv. Carminatus	147	21.10 \pm 0.654	16.64 \pm 0.881	25.57 \pm 0.851	161.11 \pm 8.921	205.14	136.76

和木芙蓉的变化范围较小,最大和最小的相差 30 μm 左右;重虹中玫瑰的变化范围最大,最大和最小的相差约 130 μm ,扶桑和洋红中玫瑰最大的比最小花粉粒大了 50%以上,而且标准差大,表明离散度也大。

3 讨论

花粉粒、气孔器大小和叶绿体数目与植物倍性关系的研究报道已有不少^[4-6]。Stebbins 认为在不便直接计数染色体时,单用测量植物体的某些细胞,尤其是气孔保卫细胞和成熟花粉粒的方法,就能估计其为二倍体还是多倍体^[7]。我们^[9]曾研究报道了木槿属几个种和栽培变种的染色体数目,提出以 $x=21$ 为染色体基数,认为裂瓣槿为二倍体 ($2n=2x=42$),扶桑为四倍体 ($2n=4x=84$),重虹中玫瑰为五倍体 ($2n=5x=105$),洋红中玫瑰为七倍体 ($2n=7x=147$)。本实验结果显示这些植物的气孔器长度、宽度和保卫细胞叶绿体数目以及花粉粒大小等指标与染色体数目和倍性呈显著正相关,为上述这几种植物染色体基数和倍性关系的确定^[9]提供了佐证。木槿属植物染色体数目变化范围大,倍性关系复杂,而且染色体数目多,观察计数较困难,因此在进行倍性分析和分类研究时,气孔器和花粉粒的这些指标可作为有效的参考依据。

但本实验中 3 个指标的比例与染色体数目和倍性的比例并不总是相一致。如橙黄中玫瑰染色体数目比重虹中玫瑰多,花粉粒却不比后者大。有研究认为这是因为在多倍体中,染色体数目不能无限地增加,都有一个最适倍性水平,有关性状的表达也不是简单地随染色体倍性的提高而无限地得到加强^[8]。我们还注意到,木芙蓉在气孔宽度、叶绿体数目小于染色体数目比它少的扶桑,我们认为,可能它与扶桑为不同种,染色体数目又与扶桑比较接近,可视为不同染色体基数的同一倍性植物 ($4x$),但与其他植物进行比较时,有关指标仍然呈现与倍性的对应关系。

本实验中,裂瓣槿、木芙蓉的花粉粒大小相对比较均一,这与两者倍性较低、都能正常结实等性状相吻合。扶桑及其 3 个变种花粉粒大小则有较大的变化范围,特别是重虹中玫瑰 ($2n=5x=105$),最大花粉粒与最小的直径相差近 1 倍,而且花粉粒直径的标准差较大,表明离散度大,花粉群体大小不均一。推测是因为这些植物倍性高,有些为奇数多倍体 ($5x$ 和 $7x$),减数分裂时同源染色体不规则分

离,形成的花粉群体中含未减数^[6,9-11]或非整倍性花粉所致。如在柿中曾发现了未减数小孢子的形成,其发育的花粉粒比正常的大 30%左右^[6,11],DNA 含量为正常花粉的 2 倍^[12]。扶桑及变种中未减数或非整倍性花粉和胚囊存在与否,需细胞学和其他实验数据的进一步验证。

Sharma 认为,在木槿属中无性繁殖占优势,除一些特殊的种外,有性繁殖基本不起作用,新类型起源的方式是一些染色体有变化的细胞通过无性繁殖到子代枝条,这样的子代枝条与母本植株分离,就成为一个新的变种^[1]。然而,正如洪德元先生所述,有性繁殖在多倍体,特别是奇数多倍体,如 $3x$ 、 $5x$ 、 $7x$ 的形成中的作用是不容忽视的^[13]。比较无性繁殖和有性繁殖的特点和机制,我们认为,由有性繁殖获得奇数倍性或非整倍体新变种的可能性应比无性繁殖更大。尽管木槿属植物的一些种(如扶桑及其变种)有性繁殖往往不育,在栽培中以无性繁殖为主,很多的多倍体变种仍有可能是通过有性繁殖,由不减数或非整倍数配子受精产生的。已知木槿属植物染色体数目和基数都有很大的变化范围^[12],我们推测,也许正是因为未减数或非整倍性配子参与了有性生殖过程,而且因为一般高倍性的植物比二倍体对于染色体数目变异或非整倍性的耐受力更强,并能够通过无性繁殖将倍性特征巩固繁衍下来,木槿属才会形成如此众多的、不成一个统一倍性比例的染色体数目的植物种和变种。当然该推测尚需实验证据和深入探讨。

如果非整倍性配子和由此产生的植物体确实存在,分类时就可结合染色体基数和其他特征综合分析有关种和变种的归属。比如橙黄中玫瑰,在植株形态特征、同工酶谱特征^[3,14]等方面与重虹中玫瑰相近,染色体倍性上虽不是 $x=21$ 的整数,但可视其为 $x=21$ 的非整倍性变种。如此归类或许比根据不同的染色体数目列出许多染色体基数更为合理有效。

参考文献

- [1] Sharma A K, Sharma A. Polyploidy and chromosome evolution in *Hibiscus* [J]. *Cellule*, 1962, 3:283-300.
- [2] Kachecheba J L. The cytotaxonomy of some species of *Hibiscus* [J]. *Kew Bull*, 1972, 27:425-433.
- [3] Song J J(宋娟娟), Zhuang D H(庄东红). Chromosome numbers and ploidy of several plants in *Hibiscus* L. [J]. *J Trop Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), 2001, 9(3):213-216.(in Chinese)
- [4] Fan D L(樊冬丽), Qin Y F(秦艳芳), Tian Z(田展). Relationship between chromosomal ploidy and stomatal characters of leaf in

- Gossypium* [J]. J Shanxi Agri Univ(山西农业大学学报), 2003, 23 (1):7-10.(in Chinese)
- [5] William L A, Katsuhiko K. Pollen size and variability as related to chromosome number and speciation in the genus *Camellia* [J]. Japan J Breed, 1980, 30(3):251-259.
- [6] Zhuang D H. Studies on cytogenetics in Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.) cultivars [D]. Kyoto: Kyoto Prefectural University, 1990.
- [7] Stebbins G L. Variation and Evolution in Plants [M]. Shanghai: Shanghai Science Press, 1963. 1-33.(in Chinese)
- [8] Song P(宋平), Wang Z A(王志安), Wang Z N(王志宁). The relation between chromosomal ploidy and stomatal apparatus character in leaves of *Gossypium* L. [J]. J Zhejiang Agri Univ(浙江农业大学学报), 1989, 15(1):39-44.(in Chinese)
- [9] Conicella C, Genuardo G, Errico A, et al. Meiotic restitution mechanisms and 2n pollen formation in a *Solanum tuberosum* dihaploid and in dihaploid × wild species hybrids [J]. Plant Breed, 1996, 115:157-161.
- [10] Carputo D, Barone A, Frusciant L. 2n gametes in the potato: Essential ingredients for breeding and germplasm transfer [J]. Theor Appl Genet, 2000, 101:805-813.
- [11] Zhuang D H(庄东红), Masashi Ishida. Investigation on meiosis and microsporegenesis in *Diospyros kaki* L. [J]. J Wuhan Bot Res (武汉植物学研究), 2000, 18(5):356-358.(in Chinese)
- [12] Gu X F(谷晓峰), Luo Z R(罗正荣). Studies on abnormal meiosis producing in pollen in nonastringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb) [J]. Acta Hort Sin(园艺学报), 2003, 30(2):135-140.(in Chinese)
- [13] Hong D Y(洪德元). The Cytotaxonomy of Plant [M]. Beijing: Science Press, 1990.(in Chinese)
- [14] Zhuang D H(庄东红), Song J J(宋娟娟), Huang Y(黄逸). Study on peroxidase isozyme in several species of *Hibiscus* [J]. J Shantou Univ (汕头大学学报), 2003, 18(4):9-13.(in Chinese)