

莲属(*Nelumbo*)20个品种染色体数目 及其核型分析

王宁珠 马芳莲 李细兰

(中国科学院武汉植物研究所)

提 要

本文对现有野生和栽培的128个莲藕品种中,有代表性的20个品种,进行了体细胞染色体的形态结构及核型分析,发现所有品种均为二倍体,染色体基数为8, $2n=16$ 。就染色体形态结构、相对长度变化范围、着丝点位置看,各品种基本核型组成大致近似,不同点是带随体的位置数目不一,以及每对染色单体有缺失现象。这很可能会引起某些染色体产生包括易位在内的结构重组,从而导致各品种之间的差异。

关键词: 莲属; 染色体; 核型

前 言

莲属(*Nelumbo*)最初为人们作为食用,从野生引为栽培,至今已有五千多年的历史。作为观赏花卉,人工砌池围墙栽培,至少起于汉昭帝(公元86年)以前。由于莲的雌雄蕊,花托等不同程度地瓣化及其它原因,使莲出现了很多品种,而现今对荷花品种的记载,只凭文字描述而无凭证标本和照片,故出现了很多同名异物或同物异名,为了更好地了解和发掘这些种质资源,探讨莲品种之间的亲缘关系和变异、起源和进化,对莲藕育种工作者提供鉴定品种,以及今后基因定位等提供细胞学资料,我们对现有野生和栽培的128个莲藕品种中有代表性的20个品种,进行了染色体数目核型的观察和分析。

有关莲藕细胞遗传学工作,多为品种之间的杂交育种,以及染色体计数。六十年代以前研究过的学者有: Lyon(1901), Cook(1902), Langlet, Söderberg(1927)⁽⁶⁾ Morinaga et al. (1929), 永海(1949)⁽²⁾, 原田(1952)⁽³⁾, Ohga et al. (1962)⁽⁵⁾, 大

本文于1984年10月4日收到。

*本文承北京大学刘想学先生及本所副研究员熊同志的亲自担导,研究材料由倪学明、赵家荣、朱全喜等同志提供在此一并致谢。

贺一郎(1962), Subramanyam Kamble(c. n. VII. 1966), 黄国振(1983)⁽¹⁾等。除黄国振外, 他们大都是以绘图表示染色体数目和大致长度。从图象上看很难确定着丝点位置, 但观察的染色体数目均与笔者相同, $2n=16$ 。

一、材料和方法

材料引自全国各地种苗, 栽种在本所莲藕品种圃缸内。4月初藕的地下茎须开始由节部发生白色(或紫红色)的不定根(须根)时, 取其0.2—0.5厘米长的根尖, 先用对二氯苯的饱和水溶液进行3个小时的预处理, 再转入酒精:冰醋酸(3:1)的固定液内, 放置在4℃左右的冰箱内12—24小时, 水洗数次后, 用1N盐酸在20—25℃的条件下水解15—20分钟(如需长期保存, 则转入70%的酒精, 在冰箱内保存), 经水解后的材料, 用改良苯酚品红染色, 常规法压片。每个品种染色体计数观察80—100个细胞, 核型分析取10—20个细胞不等, 核型分析按Leven⁽⁴⁾系统, 所有片和凭证标本都保存在中国科学院武汉植物研究所。

二、观察和分析

对20个品种染色体的形态如图版I、II、III所示, 核型模式图见图I 1—20。以‘中国古代莲’的染色体组为基本组型, 比较了各品种染色体着丝点位置表现的差异和各对染色单体缺失的情况列于表1, 各品种染色体的形态和核型主要特征列表2。

1. 观察结果 所有品种均为二倍体, 染色体数目皆为 $2n=16$ 。各品种的形态特征及其染色体组的核型结构分述如下:

(1) ‘中国古代莲’ *Nelumbo nucifera* cv. Zhongguogudailian 野生原始品种。花单瓣, 大型, 呈淡蔷薇粉红色, 花多。

核型: $k=2n=16=10sm+4sm(SAT)+2st$ 。随体在第五和第八对染色体上。

(2) ‘白花建莲’ *N. n.* cv. Baihua Jianlian 子莲。花单瓣, 大型, 呈白色, 结实。

核型: $k=2n=16=2m+10sm+2sm(SAT)+2st$ 。随体在第六对染色体上。

(3) ‘白君子小莲’ *N. n.* cv. White Small Gentleman 花莲。花单瓣, 中型, 白色。

核型: 近似于‘中国古代莲’的, 但它在第一和五对染色单体上分别缺失0.51微米, 0.15微米一段, 并在第七对染色体上带有随体。

(4) ‘湘莲’ *N. n.* cv. Xianglian 子莲。花单瓣, 大型, 呈淡蔷薇粉红色, 结实多。

核型: $k=2n=16=6m+8sm+2sm(SAT)$ 。随体在第七对染色体上。

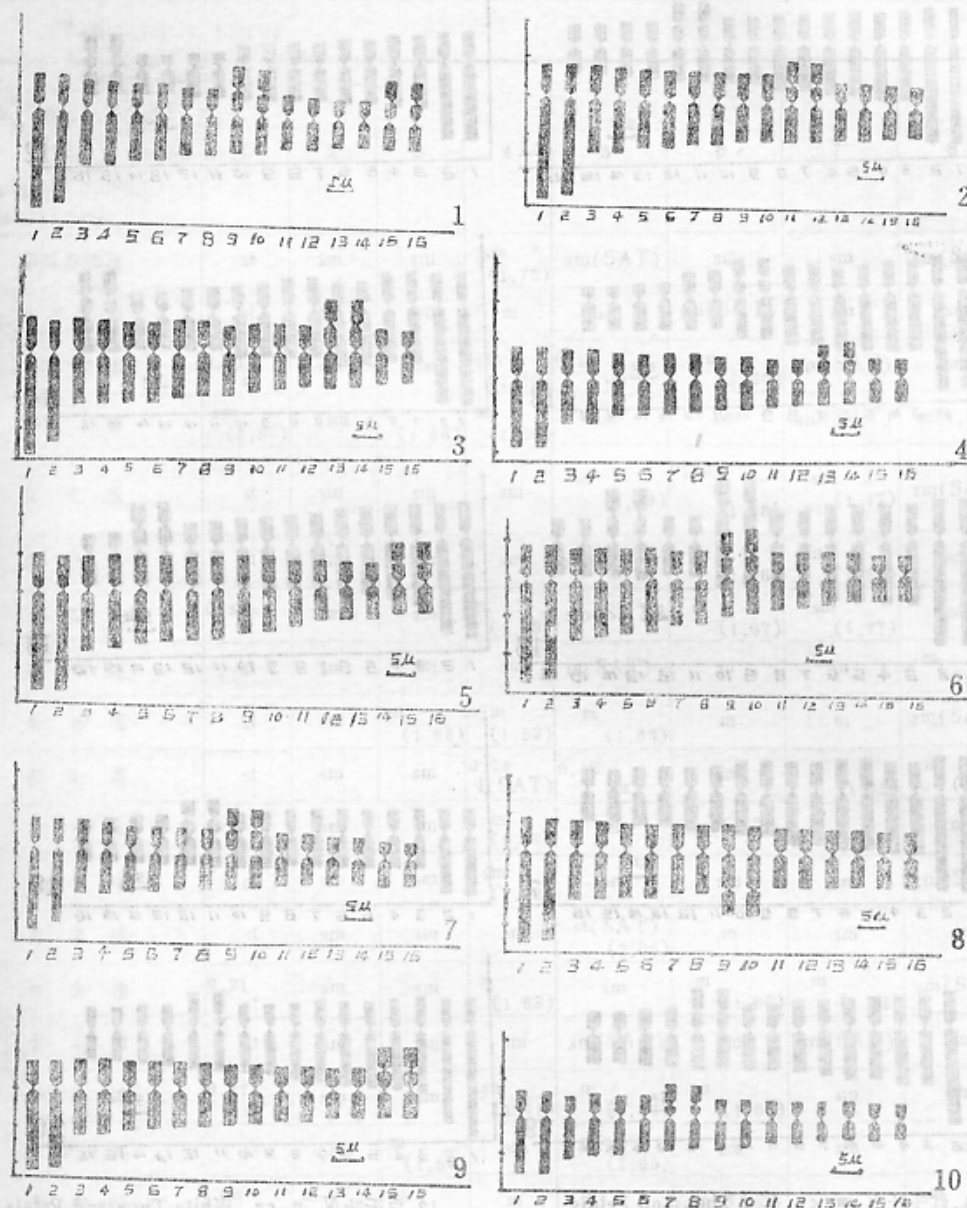
(5) ‘百叶莲’ *N. n.* cv. Baiyelian 子莲。花半重瓣, 大型, 呈红色。

核型: $k=2n=16=4m+8sm+2sm(SAT)+2st$ 。随体在第八对染色体上, 并在第

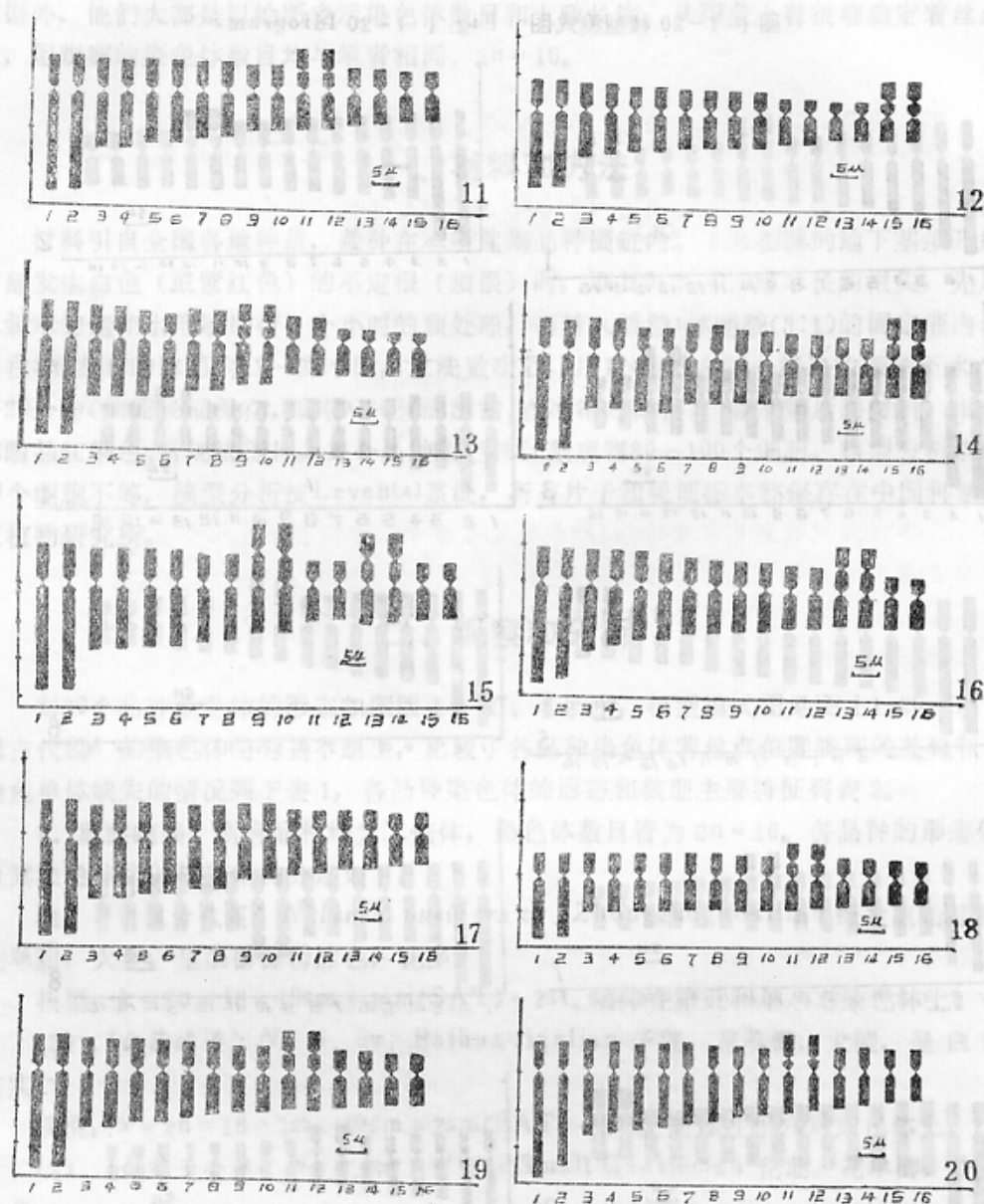
六对染色单体上缺失0.22微米一段。

图1 1-20 核型模式图

Fig. 1 1-20 Idiogram



- | | |
|---|--|
| 1. 中国古代莲 <i>Nelumbo nucifera</i> cv. Zhongguogudailia | 2. 白花建莲 <i>N. n.</i> cv. Baihua Jianlian |
| 3. 白君子小莲 <i>N. n.</i> cv. White Small Gentleman | 4. 湘莲 <i>N. n.</i> cv. Xianglian |
| 5. 百叶莲 <i>N. n.</i> cv. Baiyelian | 6. 白天鹅 <i>N. n.</i> cv. White Swan |
| 7. 红荷头 <i>N. n.</i> cv. Honghetou | 8. 庐山白莲 <i>N. n.</i> cv. Lushanbaihan |
| 9. 粉玉莲 <i>N. n.</i> cv. Fenyulian | 10. 舞妃莲 <i>N. n.</i> cv. Wufeilian |



11. 红千叶 *N. n.* cv. Red Thousand Petals

13. 寿星桃 *N. n.* cv. Shouxingtao

15. 青毛节 *N. n.* cv. Qingmaojie

17. 芝麻湖藕 *N. n.* cv. Zhimahuou

19. 六月报 *N. n.* cv. Liuyuebao

12. 白千叶 *N. n.* cv. White Thousand Petals

14. 红台莲 *N. n.* cv. Hongtailian

16. 大洒锦 *N. n.* cv. Dasajin

18. 湖南泡 *N. n.* cv. Hunanpao

20. 千瓣莲 *N. n.* cv. Qianbanlian

纵座标示染色体长度(微米); 横座标示染色体序号

Ordinate indicates relative length(μm); Abscissa indicates chromosome number

表 1 各品种染色体着丝点位置及染色单体缺失的比较

Table 1 The Comparison of Position of Centromere and Deficiency of Chromatid of Varieties in Lotus

染色体序号 Chromosome number 着丝点位置 Position of Centromere 品种名称 Name of variety	1	2	3	4	5	6	7	8
中国古代莲	st	sm	sm	sm [*] (1.72)	sm(SAT)	sm	sm	sm(SAT)
白花建莲	st	sm	sm	m	sm	sm(SAT)	sm	sm
白君子小莲	0.51 ^{**} st	sm	sm	sm (1.80)	0.15 sm	sm (1.80)	sm(SAT)	sm
湘 莲	sm (2.50)	sm	m (1.68)	m (1.59)	sm	sm	sm(SAT)	m(1.55)
百 叶 莲	st	sm	sm	sm	m (1.69)	0.22 m (1.68)	sm (1.77)	sm(SAT)
白 天 鹅	st	sm	sm	sm	sm(SAT)	m (1.66)	m (1.67)	sm
红 荷 头	0.31 st	sm	sm	m (1.69)	sm(SAT)	m (1.67)	sm (1.77)	sm
庐山白莲	st	sm	sm	sm	m(SAT)	m	m	m (1.65)
粉 玉 莲	st	sm	m (1.68)	m (1.69)	m (1.68)	m	m	sm(SAT)
舞 妃 莲	st	sm	sm	0.24 t(SAT)	0.18 sm	sm	m (1.65)	m (1.67)
红 千 叶	0.15 st	sm	sm	m (1.69)	m	sm(SAT)	m (1.68)	m
白 千 叶	st	sm	sm	sm (1.78)	sm	sm	sm	sm(SAT)
寿 星 桃	st	sm	sm	sm	st(SAT) (3.05)	m	sm	sm
红 台 莲	0.21 st	sm	sm	m (1.68)	sm	m (1.60)	m (1.65)	sm(SAT)
青 毛 节	st	sm	sm	sm	sm(SAT)	sm	sm(SAT)	m
大 洒 锦	0.17 st	sm	sm	sm (1.71)	m (1.64)	m (1.65)	sm	sm
芝麻湖藕	st	sm	m (1.69)	sm	m (1.65)	sm	sm	m
湖 南 泡	sm (2.88)	m (1.61)	m (1.68)	m	m (1.65)	sm(SAT)	m	m (1.66)
六 月 报	0.16 st	sm	sm	m (1.66)	m (1.64)	st(SAT) (3.07)	sm	sm (1.78)
千 瓣 莲	0.53 st	sm	sm	sm	sm	0.40 t(SAT)	sm (1.70)	m

* 表中所列出的某些数字表明处于分区临界边缘的 (不超过核型测定0.10的) 臂比指数。

** 此数字为染色单体缺失的长度。

表 2 二十个莲品种核型主要特征比较

Table 2 The Karyotypic Comparisou in 20 Varieties of Lotus

品 种 名 称 Name of variety	(2n)	染色体长度 变化范围(μ) The range of chromosome length(μ)	相对长度变 化范围(%) The range of relative len- gth(%)	最长/最短 Longest/Sh- ortest	不对称系数 (%) Asymmetry Coefficient (%)	核 型 公 式 Karyotype formulae
中国古代莲	16	1.08~5.00	7.26~25.24	4.63	70.43	10m+4sm(SAT)+2st
白花建莲	16	0.96~4.00	6.95~23.22	4.17	69.18	2m+10sm+2sm(SAT)+2st
白君子小莲	16	1.00~5.00	8.09~22.34	5.00	68.95	12sm+2sm(SAT)+2st
湘 莲	16	1.84~4.09	8.07~22.61	2.22	65.12	6m+8sm+2sm(SAT)
百 叶 莲	16	1.20~5.00	6.84~22.58	4.17	67.19	4m+8sm+2sm(SAT)+2st
白 天 鹅	16	1.13~4.00	6.79~24.70	3.54	69.42	4m+8sm+2sm(SAT)+2st
红 荷 头	16	1.13~4.31	7.38~27.73	4.27	62.85	4m+8sm+2sm(SAT)+2st
庐山白莲	16	1.24~4.50	8.86~23.45	3.63	66.21	6m+2m(SAT)+6sm+2st
粉 玉 莲	16	1.21~4.00	7.74~22.33	3.31	65.86	10m+2sm+2sm(SAT)+2st
舞 妃 莲	16	0.87~3.00	7.52~23.06	3.45	71.18	4m+8sm+2st+2t(SAT)
红 千 叶	16	1.12~5.00	7.43~23.72	3.79	67.42	8m+4sm+2sm(SAT)+2st
白 千 叶	16	0.76~4.13	6.73~24.66	5.90	69.25	12sm+2sm(SAT)+2st
寿 星 桃	16	1.15~5.00	6.49~24.22	4.35	71.14	2m+10sm+2st+2st(SAT)
红 台 莲	16	0.97~5.00	7.59~22.08	5.15	68.20	6m+6sm+2sm(SAT)+2st
青 毛 节	16	1.06~5.00	6.84~23.39	4.72	68.07	2m+8sm+4sm(SAT)+2st
大 洒 锦	16	1.12~5.00	7.26~23.31	4.46	66.95	4m+10sm+2st
芝 麻 湖 藕	16	1.03~5.00	7.12~22.17	4.85	67.85	6m+8sm+2st
湖 南 泡	16	0.96~3.00	8.68~20.66	3.13	63.94	10m+4sm+2sm(SAT)
六 月 报	16	1.29~5.00	7.90~23.80	3.88	68.25	4m+8sm+2st+2st(SAT)
千 瓣 莲	16	1.42~5.00	7.73~22.80	3.52	67.90	2m+10sm+2st+2t(SAT)

(6) ‘白天鹅’ *N. n. cv. White Swan* 花莲。花半重瓣，大型，白色。

核型：近似于‘百叶莲’的，所不同者在于第五对染色体上带有随体。

(7) ‘红荷头’ *N. n. cv. Honghetou* 花莲。花单瓣，大型，呈白爪红色。

核型：近似于‘百叶莲’和‘白天鹅’的。所不同的是‘红荷头’第五对染色体上带有随体，并且在第一对染色单体上缺失0.31微米一段。

(8) ‘庐山白莲’ *N. n. cv. Lushanbailian* 花莲。花半重瓣，呈白爪红色。

核型： $k=2n=16=6m+2m(SAT)+6sm+2st$ 。第五对染色体上的长臂上带有随体。

(9) ‘粉玉莲’ *N. n. cv. Fenyulian* 花莲。花半重瓣，大型，呈樱粉红色。

核型： $k=2n=16=10m+2sm+2sm(SAT)+2st$ 。第八对为带随体染色体。

(10) ‘舞妃莲’ *N. n. cv. Wufeilian* 系美洲黄莲和亚洲莲的杂交种。花单瓣，呈红黄色。

核型： $k=2n=16=4m+8sm+2st+2st(SAT)$ 。第四对染色体上带随体，并在第四和五对染色单体上分别缺失0.24微米和0.18微米一段。

(11) ‘红千叶’ *N. n. cv. Red Thousand Petals* 花莲。花重瓣, 大型, 呈洋红玫瑰色。

核型: 近似于‘庐山白莲’的, 不同点是它的第六对染色体带随体, 并在第一对染色单体上缺失0.15微米一段。

(12) ‘白千叶’ *N. n. cv. White Thousand Petals* 花莲。花重瓣, 大型, 白色。

核型: 近似于‘中国古代莲’和‘白君子小莲’的。不同的是, 它的第八对染色体带随体。

(13) ‘寿星桃’ *N. n. cv. Shouxingtao* 花莲。花重瓣, 中小型, 呈白爪红色。

核型: $k = 2n = 16 = 2m + 10sm + 2st + 2st(SAT)$ 。随体在第五对染色体上。

(14) ‘红台莲’ *N. n. cv. Hongtailian* 花莲。花重台, 大型, 红色; 雌蕊瓣化, 不结实。

核型: $k = 2n = 16 = 6m + 6sm + 2sm(SAT) + 2st$ 。第八对染色体上带有随体, 并在第一对染色单体上缺失0.21微米一段。

(15) ‘青毛节’ *N. n. cv. Qingmaojie* 藕莲。花单瓣, 白色。

核型: “近似于‘白花建莲’的, 不同的是它第五和七对染色体带有随体。”

(16) ‘大洒锦’ *N. n. cv. Dasajin* 花莲。花重瓣, 大型, 洒锦色; 雄蕊部分瓣化, 但能结实。

核型: 近似于‘百叶莲’, ‘白天鹅’和‘红荷头’的。不同的是此种无带随体染色体, 在第一对染色体上缺失0.17微米一段。

(17) ‘芝麻湖藕’ *N. n. cv. Zhimahuou* 藕莲。花单瓣, 呈淡蔷薇粉红色。

核型: 近似于‘红台莲’的。不同的是, 此种为无带随体染色体。

(18) ‘湖南泡’ *N. n. cv. Hunanpao* 藕莲。花单瓣, 大型, 白色。

核型: $k = 2n = 16 = 10m + 4sm + 2sm(SAT)$ 。第六对为带随体染色体。

(19) ‘六月报’ *N. n. cv. Liuyuebao* 藕莲。一般无花, 偶然也见花, 花单瓣白色。

核型: 近似于‘舞妃莲’的。不同点是此种在第六对染色体上带有随体, 并且在第一对染色单体上缺失0.16微米一段。

(20) ‘千瓣莲’, (‘并蒂莲’) *N. n. cv. Qianbanlian* 花莲。花千瓣, 大型, 呈红色; 雄蕊、雌蕊和花托全部瓣化。

核型: 近似于‘寿星桃’的。不同点是, 它的第六对染色体带随体, 并在第一和六对染色单体上分别缺失0.53微米和0.40微米, 致使同对染色体出现长短不等。

2. 各品种染色体组所发生的变异 ‘中国古代莲’系辽宁省普兰甸出土的古莲子后代的实生苗无性系。花单瓣, 大型, 呈蔷薇粉红色, 雌、雄蕊完全, 结实多。现代野生莲的表现型与其极为相似, ‘野生莲’经过长期人工及自然杂交出现了今天见到的红花, 白爪红白花等颜色; 花瓣也有单瓣, 半重瓣, 重瓣, 重台, 千瓣等变异。下面以‘中国古代莲’的染色体组为本底组型, 与其它几个品种进行比较, 来探讨这些品种之间的关系, 其差异表现详见表1、表2。

讨 论

1. 所做莲藕的20个品种的体细胞染色体基数为 $x=8$, $2n=16$ 。但在个别品种中, 如‘寿星桃’, ‘红荷头’等有些细胞内出现多倍体($4n=32$)和非整倍体现象, 这是由于药物处理产生加倍, 还是本身就是一个嵌合体, 难以确定。就同种材料, 不同植株, 重复3—4次, 以排除取材可能产生的差错, 结果都有此现象出现。

2. 根据染色体组的形态结构及核型比较分析, 可以看出各品种之间染色体的形态结构, 相对长度变化范围, 着丝点位置等方面组成的核型大致是近似的。如第一对染色体除‘湘莲’‘湖南泡’外, 都和‘中国古代莲’一样, 皆为近端部着丝点(st)。但‘湘莲’和‘湖南泡’的第一对染色体虽然不是近端部着丝点(st), 而它们的臂比指数差异很小, 分别是2.50和2.88, 都处于分区临界边沿, 这说明在第一对染色体上并没有表现出明显的差异。其它各对染色体基本上是由中部着丝点(m)和近中部着丝点(sm)组成。主要差异除因随体染色体的位置、数目外, 其余都因臂比指数处于分区临界边沿而产生的差异。‘庐山白莲’的随体在染色体上的长臂上, 但尚未观察到什么特殊现象。

大贺一郎报道日本产的莲藕品种均带有一对随体, 且除妙莲在第八对染色体上外, 其余均在第七对染色体上。而黄国振报道⁽¹⁾的四个品种都是在第七和第八对染色体上带有随体。在我们观察的二十个品种中, 除‘大洒锦’和‘芝麻糊藕’, 无带随体染色体外, 其余的十八个品种中除‘中国古代莲’和‘青毛节’带有两对随体, 其余只带有一对随体。据报道, 在同一种植物中, 随体数目和形态会有很大不同, 特别在杂种中表现更为突出, 这可能就是随体的多态现象。

所观察的大多数品种的染色体都具有缺失现象, 缺失最长可达0.53微米, 最短是0.15微米。染色单体缺失的长短, 以及所带随体数目不一, 位置不定等, 很可能会引起染色体产生包括易位在内的, 大的结构重组, 从而导致各品种之间的差异。如基本核型相同($k=2n=16=10m+4sm+2st$)的‘中国古代莲’, ‘白君子小莲’和‘白千叶’。前者是野生原始单瓣红花品种, 其染色体组内带有两对随体(No. 5, 8), ‘白君子小莲’是单瓣白花花莲, 它只带有一对染色体(No. 7), 并在第一和第五对染色单体上分别缺失0.51微米和0.15微米, 后者是重瓣白花花莲, 它也只带有一对随体(No. 8)。由此可见染色体组的结构变异, 对莲品种之间的变异有一定关系, 但规律不明显, 还需借助其它手段进一步探讨。

3. 白花品种的出现, 是由于原始莲藕品种内存在有白色基因, 还是由于长期受外界生境的作用逐渐变化而来, 尚待进一步深入研究。

参 考 文 献

[1] 黄国振等: 1983, 荷花的重瓣化与染色体组型变异的相关性。武汉植物学研究, Vol. 1: 11

[2] 永海 秋三, 1949: 蓮の核型について。遺伝学雑誌, Vol. 24-(1-2)

- (3) 原田市太郎, 1952, 二三双子葉水草の染色体研究, 遺伝学雑誌, Vol 27(3-4)
- (4) Leven, A.K. et al., 1964, Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes, Hereditas 52, 201-220
- (5) Ohga et al., 1962, Chromosome numbers and Karyotypes of *Nelumbo* and its two related genera, Kromosomo 51-52:1700-186
- (6) O. Langlet und E. Soderberg 1927, Über die chromosomenzahlen einiger Nymphaeaceen, Acta Horti Bergiani 9(4)85-104

ANALYSIS OF RESPECTIVE CHROMOSOME NUMBERS AND KARYOTYPES OF 20 VARIETIES OF GENUS NELUMBO

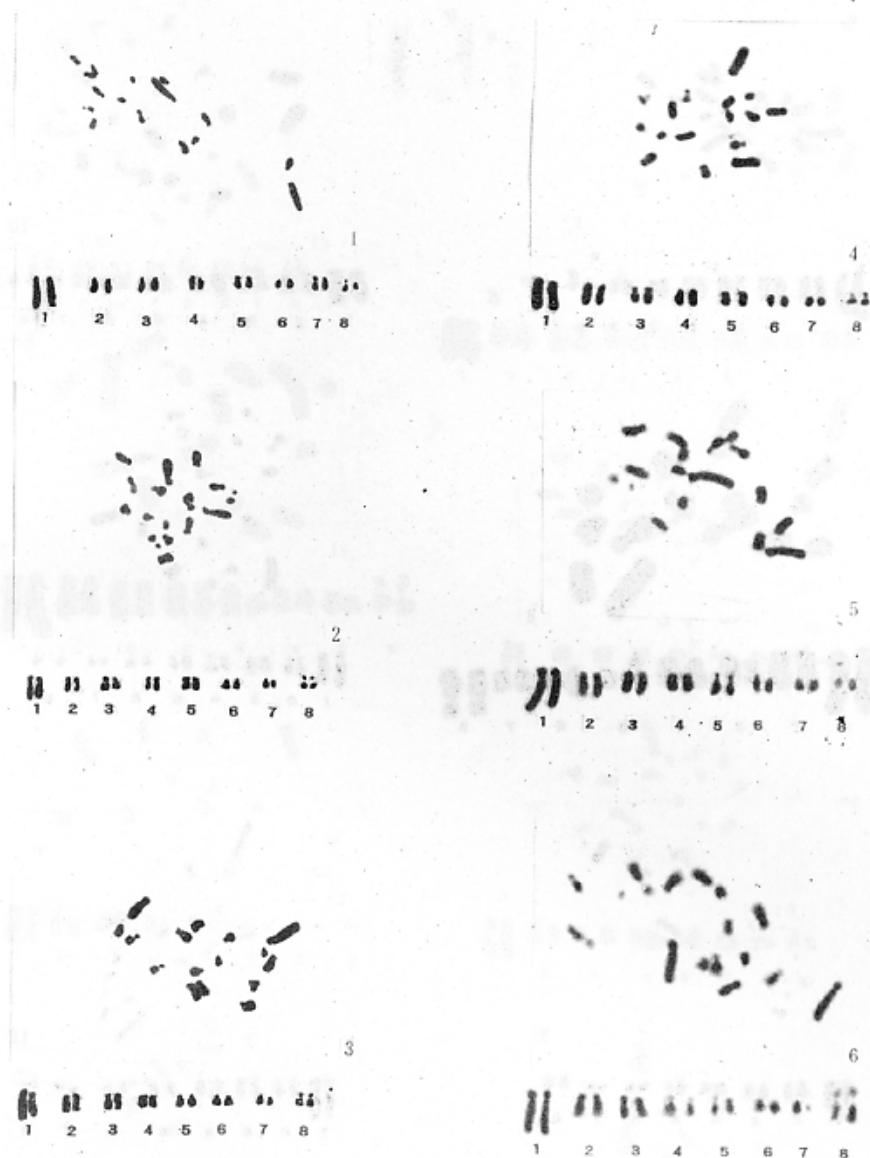
Wang Ningzhu Ma Fanglian and Li Xilan

(Wuhan Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract

This paper presents an analysis of the number and karyotype of the chromosome in each of 20 representative lotus varieties selected from the existing 128 wild and cultivated ones. It was found that all these varieties analysed were diploid, the respective basic numbers of their chromosomes were just the same, i. e. 8, $2n=16$ and, seen from the morphological structure, the range of relative length and the centromere of the karyotypes were also roughly the same. It was also observed that the numbers and the positions of the satellites were different and deficiency occurred in each pair of the chromosome, which might have caused the structural variations of chromosome (including changes of its position), resulting in appearance of variety diversity, such as different flower colours and different levels of petalody.

Key words: *Nelumbo*, Chromosome, Karyotypes



1. 中国古莲 *Nelumbo nucifera* cv. Zhongguogudailian

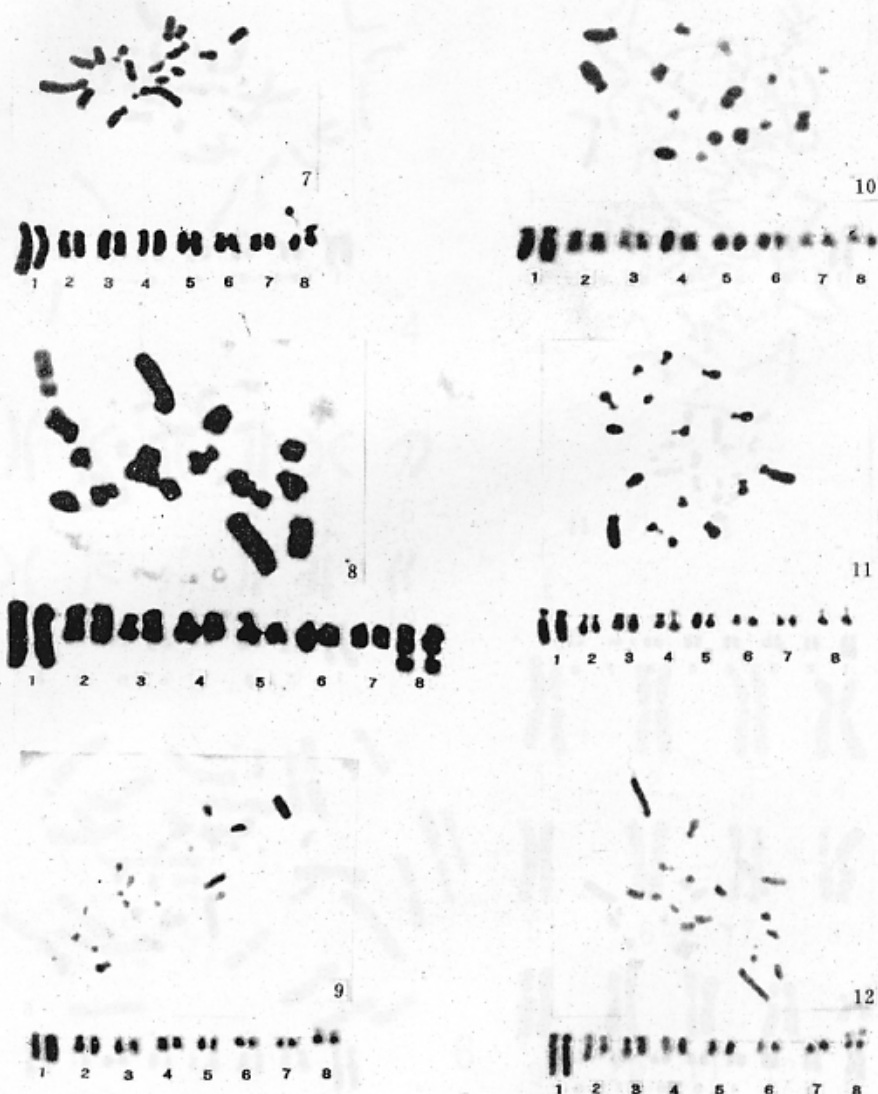
2. 白花建莲 *N. n.* cv. Baihua Jianlian

3. 白君子小莲 *N. n.* cv. White Small Gentleman

4. 湘莲 *N. n.* cv. Xianglian

5. 百叶莲 *N. n.* cv. Baiyelian

6. 白天鹅 *N. n.* cv. White Swan



7. 红荷头 *N. n. cv. Honghetou*

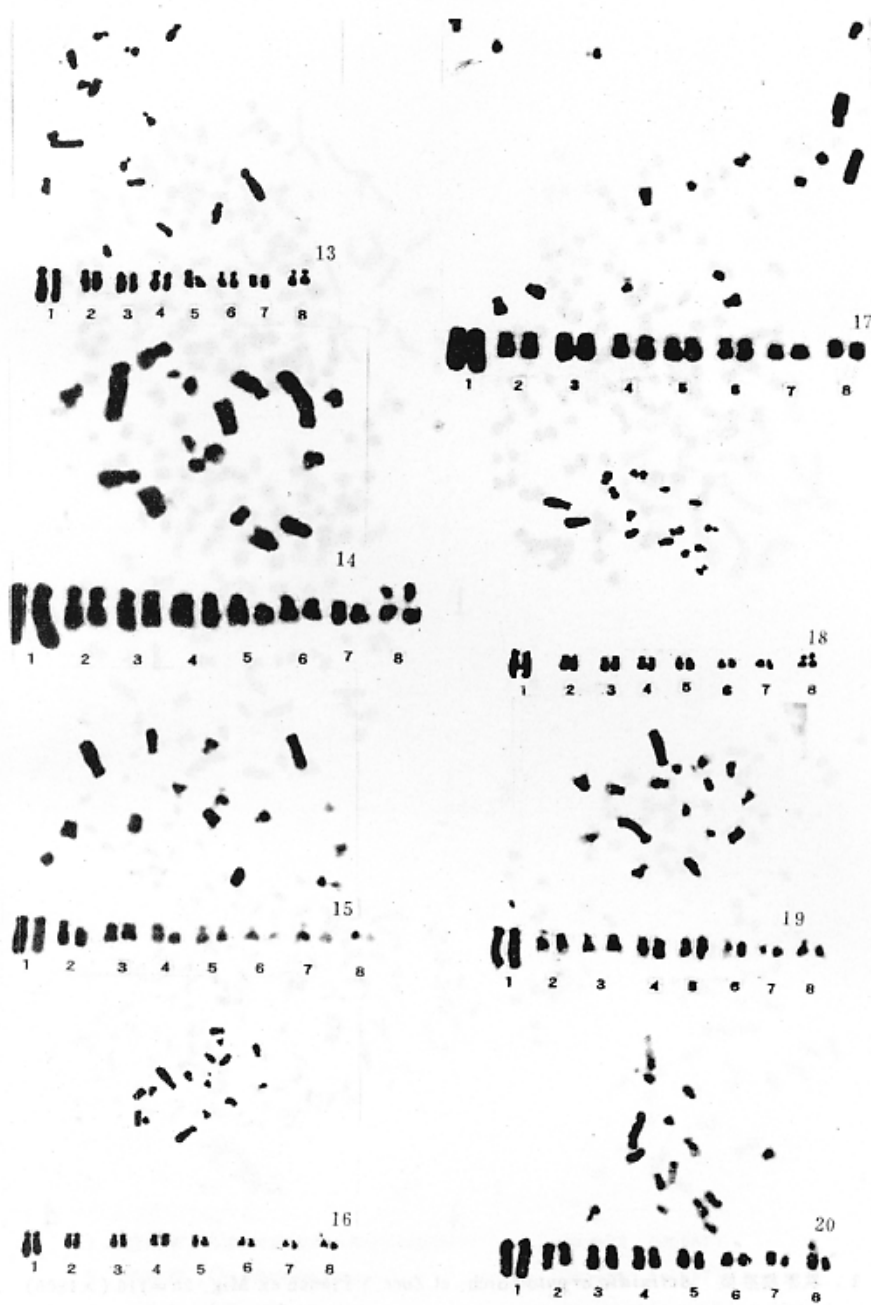
8. 庐山白莲 *N. n. cv. Lushanbailian*

9. 粉玉莲 *N. n. cv. Fenyulian*

10. 舞妃莲 *N. n. cv. Wuteilian*

11. 红千叶 *N. n. cv. Red Thousand Petals*

12. 白千叶 *N. n. cv. White Thousand Petals*



13. 寿星桃 *N. n. cv. Shouxingtao*
14. 红苔莲 *N. n. cv. Hongtailian*
15. 青毛节 *N. n. cv. Qingmaojie*
16. 大洒锦 *N. n. cv. Dasajin*
17. 芝麻湖藕 *N. n. cv. Zhimahuou*
18. 湖南泡 *N. n. cv. Hunanpao*
19. 六月报 *N. n. cv. Liuyuebao*
20. 千瓣莲 *N. n. cv. Qianbanlian*