

14个海州常山种源的染色体核型

曾现艳, 王华田, 王延平, 魏娟

(山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018)

摘要: 采用常规压片法, 以发芽期嫩芽为试材, 观察了14个海州常山 *Clerodendrum trochotomum* 种源的核型特征。结果表明: 海州常山染色体均为二倍体, 染色体核型可以分为5种类型: $2n = 2x = 36m + 16sm$, $2n = 2x = 40m + 12sm$, $2n = 2x = 44m + 8sm$, $2n = 2x = 46m + 6sm$, $2n = 2x = 48m + 4sm$, 没有发现随体。各种源染色体绝对长度为 $1.18 \sim 1.59 \mu\text{m}$, 平均值为 $1.45 \mu\text{m}$, 属小染色体。14个种源中, 除021号属于2A型外, 其余种源都属于2B型, 种源间核型具有很大的相似性。图2表3参22

关键词: 植物学; 海州常山; 种源; 染色体; 二倍体; 核型

中图分类号: S718.3; Q942.6 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2011)03-0372-08

Chromosome karyotype of *Clerodendrum trochotomum* from 14 provenances

ZENG Xian-yan, WANG Hua-tian, WANG Yan-ping, WEI Juan

(Forestry College, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China)

Abstract: Taking treated tender buds in germination stage as experimental materials, the karyotypes of *Clerodendrum trochotomum* Thumb. from 14 provenances were observed by the conventional sheeting method. The results indicated that all the chromosomes of the 14 provenances were diploids and attributed to small chromosomes, with an absolute average length of $1.45 \mu\text{m}$. There were 5 types of chromosome karyotypes classified from the morphological observation: $2n = 2x = 36m + 16sm$, $2n = 2x = 40m + 12sm$, $2n = 2x = 44m + 8sm$, $2n = 2x = 46m + 6sm$ and $2n = 2x = 48m + 4sm$, respectively, and there was no satellite found in all the karyotypes. The karyotypes of all the provenances showed a morphological similarity, with karyotype type of 2B, except the 021 provenances of 2A type. [Ch, 2 fig. 3 tab. 22 ref.]

Key words: botany; *Clerodendrum trochotomum*; provenance; chromosome; diploid; karyotype

海州常山 *Clerodendrum trochotomum* 为马鞭草科 Verbenaceae 大青属 *Clerodendrum* 落叶灌木或小乔木, 广泛分布于中国华北、华东、中南和西南各省, 日本、朝鲜、菲律宾也有分布, 是一个地理广布种。海州常山萌芽萌蘖能力强, 枝叶茂密, 花形别致, 花香浓郁, 花果期长, 具有极高的观赏价值, 可广泛应用于城市园林绿化; 海州常山适应性强, 具有抗旱、耐瘠薄、耐污染、耐盐碱、抗病虫害等特性^[1-3], 对多种逆境有较强的适应性, 是一种很有潜力的城市废弃地绿化、干旱瘠薄荒山及矿区废弃地植被恢复与重建、盐碱地绿化的适宜树种。海州常山叶片及茎皮中含有抗细胞增殖成分, 可以用于治疗肿瘤^[4], 其中叶片中含有的樟醇具有抗菌、抗病毒、镇静等作用, 香荆芥酚有杀菌作用^[5]; 此外, 还具有降压、解毒、利尿、驱蚊等功效, 药用价值较高。植物在长期进化和适应过程中形成丰富的遗传变异, 导致种源之间在形态特征和生物学特性等方面产生一定的变异性^[6-10]。海州常山分布区域广

收稿日期: 2010-05-09; 修回日期: 2010-12-30

基金项目: 山东省农业良种产业化工程资助项目(鲁科农字 2009-103 号)

作者简介: 曾现艳, 从事城市林业与风景林经营研究。E-mail: zengxianyanaaa@163.com。通信作者: 王华田, 教授, 博士生导师, 从事森林培育和森林生态学等研究。E-mail: wanght@sdau.edu.cn

泛，不同种源海州常山在植株形态、分枝特征、萌芽特性、叶片形态、花序及花果特征等方面有较大差异，对环境的适应性和逆境的抵抗能力也存在一定差异。以往对海州常山的研究工作很少，仅在抗逆生态生理^[1-3,11]、药用成分及药用价值、开花授粉特性^[12]、蜜源^[13]和药用价值^[14]等方面有少量研究。有关海州常山形态学、细胞学、分子生物学等方面的研究极少^[15]。海州常山地理种源变异性研究的不足，在很大程度上限制了对该树种生物学、生态学特性的深入了解及在生产实际中的应用。细胞学标记是研究遗传变异的有效手段之一，而染色体数目及核型分析是其中重要指标，对植物细胞遗传学研究有重要意义^[16-18]。本研究以自然分布的 14 个海州常山地理种源为试材，研究了不同种源海州常山的染色体形态、倍性、数目和核型特性，以期海州常山的种内变异规律研究和良种选育提供理论基础。

1 材料与方法

2008 年 4 月，于海州常山叶芽萌动期采集 14 个种源(表 1)的嫩芽，置于饱和对二氯苯溶液中预处理 1.5 ~ 2.0 h，用卡诺固定液固定 4 ~ 24 h 后于 1 mol·L⁻¹ 氯化氢中解离 5 min，再用改良卡宝品红染色，于尼康 E200 光学显微镜 10 × 40，10 × 100 倍数下观察染色体分裂中期状况，每份材料至少观察 30 个细胞，选择染色体分散较好的照相。每份种质以 5 个细胞的各项指标数均值作为核型特征值。核型分析采用 Levan 等^[19]两点四区系统法，核型分类依据 Stebbins^[10]的对称性标准，同时参照李懋学等^[20]的核型分析标准。

表 1 14 个海州常山种源的来源及地理坐标

Table 1 Sources on fourteen *Clerodendrum trochotomum* provenances

编号	种源地	地理坐标	编号	种源	地理坐标
001	陕西西安市	108°N, 34°E	010	江苏南京紫金山	118°N, 32°E
002	安徽舒城县	116°N, 31°E	011	江苏连云港市	119°N, 34°E
004	山西太谷县	112°N, 37°E	015	北京植物园	116°N, 39°E
006	河南新县	114°N, 31°E	016	河南栾川县	111°N, 33°E
007	河南西峡县	111°N, 33°E	020	山东泰安市	117°N, 36°E
008	甘肃天水市	105°N, 34°E	021	山东长清县	116°N, 36°E
009	河南洛宁县	111°N, 34°E	022	山东泰安市	117°N, 36°E

2 试验结果

2.1 染色体观察及核型分类

经观察发现：14 个海州常山种源染色体均为二倍体，染色体数为 $2n = 2x = 52$ ，核型公式如表 2 所示。按照 Stebbins^[10]的分类标准，14 个种源可以分为 5 类： $2n = 2x = 52 = 36m + 16sm$ ， $2n = 2x = 40m + 12sm$ ， $2n = 2x = 46m + 6sm$ ， $2n = 2x = 48m + 4sm$ ， $2n = 2x = 44m + 8sm$ 。除 021 号核型为 2A 型外，其余为 2B 型(表 2)。

2.2 核型分析

从表 3 中看出：14 个海州常山种源的染色体绝对长度为 1.18 ~ 1.59 μm，平均为 1.45 μm，变异系数为 8.74%。其中 006 号具最短染色体，长度为 1.18 μm；021 号具最长染色体，长度为 1.59 μm。根据 Lima-Dei-Farra 的“染色体场”(chromosome field)理论，真核生物的染色体按其大小可分为 4 个等级：第 1 级，微小染色体，长度小于 1.00 μm；第 2 级，小染色体，长度为 1.00 ~ 4.00 μm；第 3 级，中等大小染色体，长度为 4.00 ~ 10.00 μm；第 4 级，大染色体，长度为 10.00 ~ 30.00 μm。据此，确定海州常山染色体类型为小染色体。

2.3 核型特征及其邓肯氏检验

由表 3 可知：14 个种源的染色体相对长度变幅为 1.03% ~ 3.05%，其中 009 号种源的染色体相对长度最短(1.03%)，016 种源最长(3.05%)，但 008 号的相对长度变幅最大(1.94%)。各种源染色体最长/最

短比值 1.95 ~ 3.00, 其中 016 号种源最大, 021 号种源最小。

对 14 个海州常山种源的染色体核型特征值进行邓肯氏检验, 结果如表 3。14 个种源的核型不对称系数为 55.00% ~ 58.66%, 除 016 号以外, 002 和 009 号与其余种源之间差异显著; 016 与 002, 006, 008, 009 号种源之间差异不显著, 与其余种源之间差异显著; 022 与 002, 006, 007, 008, 009, 016 号种源之间差异显著。001, 008, 009, 016 与其余种源之间, 以及 021 与 011 和 015 号种源之间, 染色体最长/最短比值差异显著, 其余种源之间差异不显著。016, 021, 022 与 002, 006, 007, 008, 010, 011 号种源之间, 001, 004, 009, 020 与 002, 006, 008, 010 号种源之间, 以及 006 与除 002 号以外的其余种源之间, 绝对长度(平均值)差异显著, 其余种源之间差异不显著。002 与除 009 号以外的其余种源之间, 006, 009, 016 号与其余种源之间, 以及 008 与 001 和 002 号种源之间, 染色体的臂比差异显著, 其余种源之间差异不显著。

2.4 海州常山种质核型图

海州常山种质核型图和种质核型模式图见图 1~2。

3 讨论

本研究的 14 个海州常山种源均为 2 倍体, 染色体基数为 26, 染色体数目为 $2n = 52$, 染色体数目为同科菟属 *Caryopteris* 植物蒙古菟 *Caryopteris mongolica* 的 2 倍^[6]。在研究中未发现有随体存在。这一细胞学研究结果可为该种的起源、演化和遗传育种及开发利用等方面提供理论依据。不同种源间海州常山

表 2 14 个海州常山种源核型公式及核型分类

Table 2 Comparison of karyotypes in fourteen *Clerodendrum trochotomum* provenances

编号	核型公式	核型分类
001	$2n = 2x = 48 m + 4 sm$	2B
002	$2n = 2x = 36 m + 16 sm$	2B
004	$2n = 2x = 46 m + 6 sm$	2B
006	$2n = 2x = 40 m + 12 sm$	2B
007	$2n = 2x = 44 m + 8 sm$	2B
008	$2n = 2x = 40 m + 12 sm$	2B
009	$2n = 2x = 40 m + 12 sm$	2B
010	$2n = 2x = 44 m + 8 sm$	2B
011	$2n = 2x = 48 m + 4 sm$	2B
015	$2n = 2x = 48 m + 4 sm$	2B
016	$2n = 2x = 40 m + 12 sm$	2B
020	$2n = 2x = 46 m + 6 sm$	2B
021	$2n = 2x = 46 m + 6 sm$	2A
022	$2n = 2x = 46 m + 6 sm$	2B

表 3 14 个海州常山种源核型指标邓肯氏检验

Table 3 Duncan's test of karyotypes in fourteen *Clerodendrum trochotomum* provenances

编号	相对长度变幅/%	核型不对称系数/%	最长/最短	绝对长度/ μm	臂比
001	1.08 ~ 2.95	55.00 DE	3.00 A	1.56 AB	1.25 F
002	1.25 ~ 2.70	58.66 A	2.41 BC	1.26 DE	1.54 A
004	1.25 ~ 2.65	55.48 DCE	2.22 BC	1.42 AB	1.30 EF
006	1.25 ~ 2.93	56.02 BC	2.44 BC	1.18 E	1.40 BCD
007	1.29 ~ 2.93	56.15 DC	2.43 BC	1.43 BC	1.32 DEF
008	1.09 ~ 3.03	56.66 BC	3.11 A	1.35 DC	1.35 CDE
009	1.03 ~ 2.24	58.05 A	3.32 A	1.53 AB	1.48 AB
010	1.25 ~ 2.59	55.87 DCE	2.22 BC	1.35 DC	1.36 DEF
011	1.28 ~ 2.83	55.24 DE	2.50 B	1.43 BC	1.27 EF
015	1.19 ~ 2.80	55.59 DCE	2.47 B	1.49 ABC	1.28 EF
016	1.17 ~ 3.05	57.74 AB	3.11 A	1.58 A	1.44 BC
020	1.39 ~ 2.67	55.03 DE	2.01 BC	1.55 AB	1.27 EF
021	1.40 ~ 2.61	55.64 DCE	1.95 C	1.59 A	1.29 EF
022	1.33 ~ 2.76	54.67 E	2.32 BC	1.54 A	1.23 F

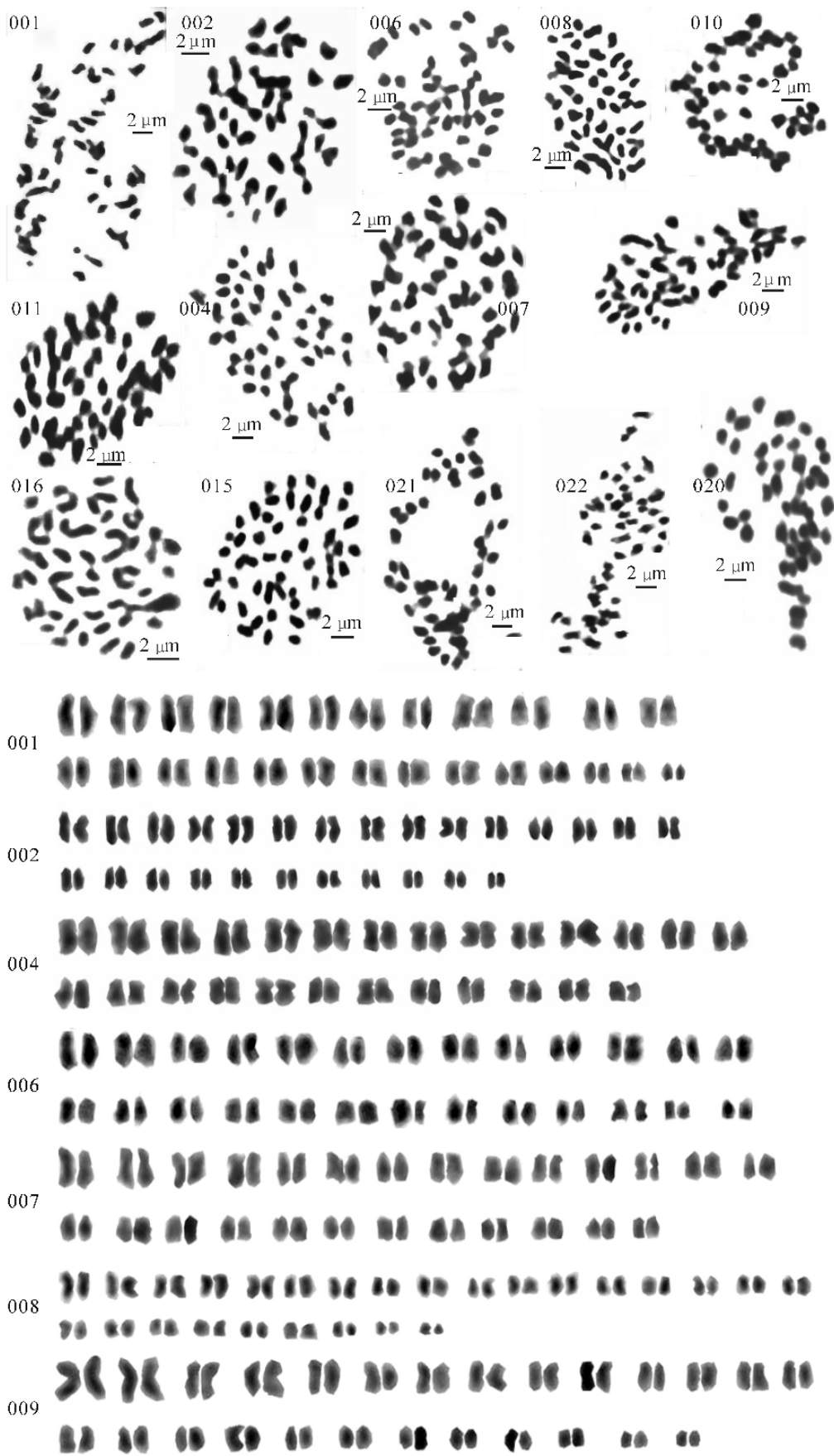


图 1 14 个海州常山种源种质核型图(1)

Figure 1 Karyotypes and karyograms of fourteen *Clerodendrum trochotomum* provenances(1)

续图 1



图 1 14 个海州常山种源种质核型图(2)

Figure 1 Karyotypes and karyograms of fourteen *Clerodendrum trochotomum* provenances(2)

的核型差异可能是造成海州常山植株形态、叶片形态、花序和抗逆性等差异的原因。目前,已发现 4 倍体海州常山种源,本文未作介绍。

本研究中 14 个海州常山种源染色体长度为 1.18 ~ 1.59 μm , 平均长度为 1.45 μm , 根据 Lima-De-Faria 的“染色体场”(chromosome field)理论属于小染色体,总体上染色体在遗传上呈现较高的保守性和稳定性,这也是自然选择的结果。根据 Stebbins 的分类标准,核型的不对称程度可分为 12 个等级,“1A”型为最对称型,“4C”型为最不对称型。本研究中除 021 号核型为 2 A 型外,其余全为 2 B 型,核型不对称系数比较集中,分布为 55.00% ~ 58.66%,较接近 50%,表现出一定的对称性。有花植物中核型进化的主要趋势是不对称的不断增加,即随着物种的进化,染色体变得愈来愈不对称^[21],故海州常山的染色体在系统演化上可能是比较原始的。

尽管海州常山是一个地理广布种,但根据对以往的研究和开发利用分析,该树种不存在大规模的人为引种或其他特殊途径的异常种质迁徙。由此可以确定,不同地理种源海州常山核型的变异性可能与长期对生长地区的气候适应有关。中国幅员辽阔,自然条件复杂多样,物种多样性及种内遗传多样性丰富。已有的研究^[8-9,22]表明:对一个物种进行地理种源变异性研究,不仅可以从中发现生长抗逆性较好的优良地理种源,还能进一步筛选出性状优良的个体,选育优良家系、无性系或品种。通过对海州常山核型特征的研究,将为海州常山种内遗传多样性研究和开展多目标良种选育及资源开发利用提供一定科学依据。

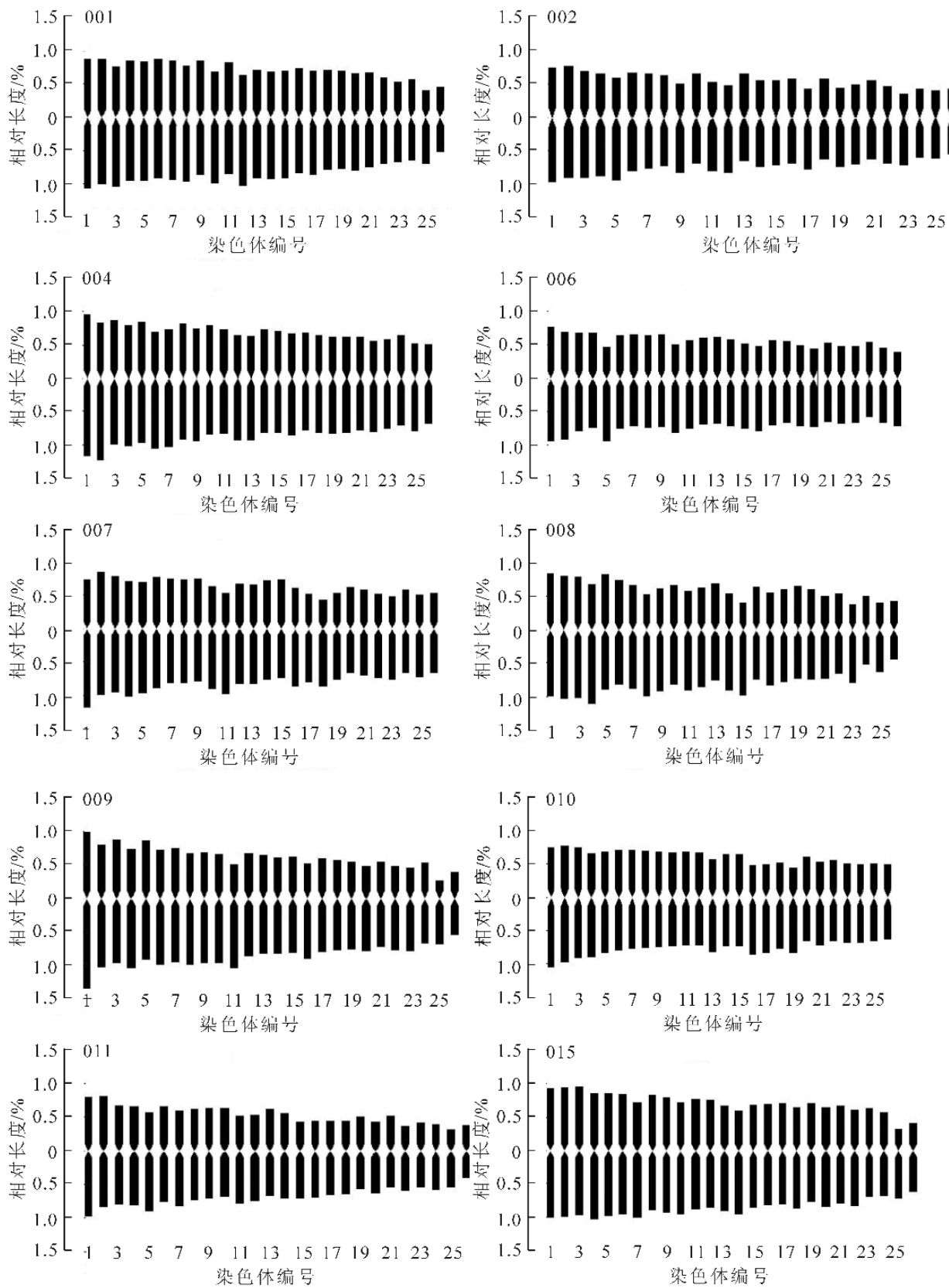


图 2 14 个海州常山种源种质核型模式图(1)

Figure 2 Idiogram of fourteen *Clerodendrum trochotomum*(1)

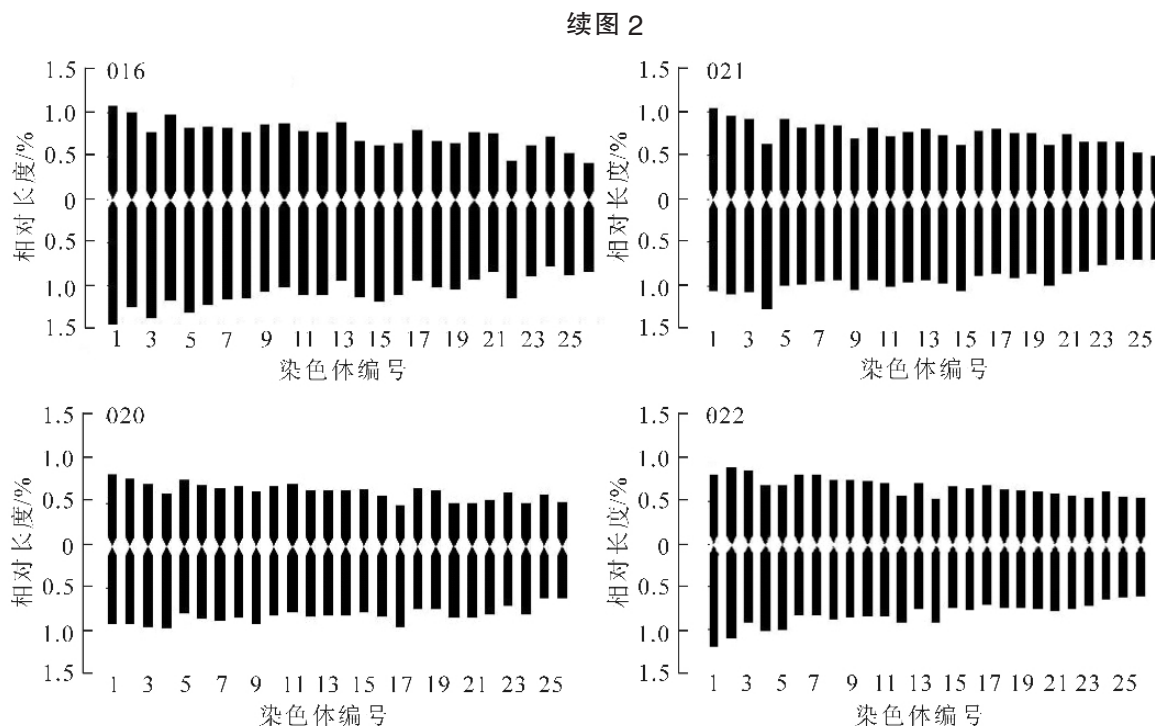


图 2 14 个海州常山种源种质核型模式图(2)

Figure 2 Idiogram of fourteen *Clerodendrum trichotomum*(2)

参考文献:

- [1] 魏娟, 谢福春, 王华田, 等. 水分胁迫对海州常山抗逆生理特性的影响[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2009, **40** (3): 371 - 376.
WEI Juan, XIE Fuchun, WANG Huatian, *et al.* Effect of water stress on growth and physiological characteristics of *Clerodendrum trichotomum* Thunb. [J]. *J Shandong Agric Univ Nat Sci*, 2009, **40** (3): 371 - 376.
- [2] 谢福春, 陈才业, 张文婷, 等. 土壤盐胁迫对海州常山形态与气体交换特性的影响[J]. 浙江林学院学报, 2009, **26** (2): 176 - 181.
XIE Fuchun, CHEN Caiye, ZHANG Wenting, *et al.* Soil NaCl stress and photosynthetic characteristics with *Clerodendrum trichotomum* [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2009, **26** (2): 176 - 181.
- [3] 谢福春, 张文婷. 土壤盐胁迫对海州常山生理生化特性的影响[J]. 江西农业大学学报, 2008, **30** (5): 839 - 844.
XIE Fuchun, ZHANG Wenting. Effect of soil NaCl stress on physiological and biochemical characteristics of *Clerodendrum trichotomum* Thunb. [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2008, **30** (5): 839 - 844.
- [4] 赵钟祥. 臭牡丹叶和海州常山叶及茎皮中的抗细胞增殖成分[J]. 国外医药: 植物药分册, 2002, **17** (6): 253 - 254.
ZHAO Zhongxiang. The ingredient of suppressing cell reproduction in the leaf of *Clerodendrum bungei* Steud, the leaf and bark of *Clerodendrum trichotomum* Thunb. [J]. *World Note Plant Med*, 2002, **17** (6): 253 - 254.
- [5] 闫世才, 田瑄. 海州常山叶挥发性化学成分研究[J]. 兰州大学学报, 2003, **39** (3): 105 - 106.
YAN Shicai, TIAN Xuan. A study on the chemical component of volatile oil from *Clerodendrum trichotomum* Thunb. [J]. *J Lanzhou Univ Nat Sci*, 2003, **39** (3): 105 - 106.
- [6] 郭春燕, 刘果厚, 贺晓. 珍稀植物蒙古莠染色体核型分析[J]. 东北林业大学学报, 2009, **37** (8): 26 - 27.
GUO Chunyan, LIU Guohou, HE Xiao. Karyotype analysis of *Caryopteris mongolica* [J]. *J Northeast For Univ*, 2009, **37** (8): 26 - 27.
- [7] 马颖敏, 邢世岩, 王玉山, 等. 中国侧柏地理种源核型分析与进化趋势[J]. 分子植物育种, 2009, **7** (6): 1186 - 1192.
MA Yingmin, XING Shiyan, WANG Yushan, *et al.* Karyotype analysis and evolutionary trend of geographical provenances of arborvitae in China [J]. *Mol Plant Breed*, 2009, **7** (6): 1186 - 1192.

- [8] 侯伯鑫, 林峰, 余格非, 等. 福建柏地理种源开花与结实变异规律的研究[J]. 植物遗传资源学报, 2005, **6** (2): 163 – 167.
HOU Boxin, LIN Feng, YU Gefei, *et al.* Study on law of flower and cone of *Fokienia hodginsii* provenance [J]. *J Plant Gen Resour*, 2005, **6** (2): 163 – 167.
- [9] 李建民. 马褂木地理遗传变异和优良种源选择[J]. 林业科学, 2001, **37** (4): 42 – 49.
LI Jianmin. Geographic genetic variation and provenance selection of *Liriodendron chinense* [J]. *Sci Silv Sin*, 2001, **37** (4): 42 – 49.
- [10] STEBBINS G L. *Chromosomal Evolution in Higher Plants* [M]. London: Edward Arnold Ltd, 1971: 87 – 123
- [11] 胡凤琴, 杨文杰, 徐贵明, 等. 不同光强与水分条件对海州常山幼苗形态与生长的影响[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2009, **33** (5): 27 – 31.
HU Fengqin, YANG Wenjie, XU Guiming, *et al.* Influence of light intensity and soil water content on morphological and growth traits of *Clerodendrum trichotomum* seedling [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2009, **33** (5): 27 – 31.
- [12] MIYAKE T, INOUE K. Character displacement in style length between pollinator-sharing *Clerodendrum trichotomum* and *C. izuinisulare* (Verbenaceae)[J]. *Plant Syst Evol*, 2003, **243**: 31 – 38
- [13] SUZUKI N, YAMASHITA K, NIIZUMA A, *et al.* Studies on ecology and behavior of Japanese black swallowtail butterflies (6) Nectar feeding of *Papilio helenus nicconicolens* Butler and *P. protenor demetrius* Cramer as main pollinators of glory bower, *Clerodendron trichotomum* Thunb. [J]. *Ecol Res*, 1987, **2** (1): 41 – 52.
- [14] KIM K H, KIM S, JUNG M Y, *et al.* Anti-inflammatory phenylpropanoid glycosides from *Clerodendron trichotomum* leaves [J]. *Arch Pharm Res*, 2009, **32** (1): 7 – 13
- [15] 陈瑞阳. 中国主要经济植物染色体图谱·第1册: 中国果树及其野生近缘植物染色体图谱[M]. 北京: 万国学术出版社, 1993: 341 – 342.
- [16] 宋艳梅, 李六文, 杨德奎. 二色棘豆的染色体数目和核型分析[J]. 山东师范大学学报: 自然科学版, 2002, **17** (1): 77 – 78.
SONG Yanmei, LI Liuwen, YANG Dekui. The chromosome number and karyotype studies of *Oxytropis bicolor* [J]. *J Shandong Nor Univ Nat Sci*, 2002, **17** (1): 77 – 78.
- [17] 张守攻, 齐力旺, 韩素英, 等. 杨属(*Populus*)黑杨组(Aigeiros)种间核型比较[J]. 园艺学报, 2005, **32** (1): 70 – 73.
ZHANG Shougong, QI Liwang, HAN Suying, *et al.* Karyotype comparison of Aigeiros species in *Populus* [J]. *Acta Hort Sin*, 2005, **32** (1): 70 – 73.
- [18] SALAS P, MANSUR L. Gene flow between parents with different *Ploidy* levels in a natural population of *Leucocoryne* [J]. *J Amer Soc Hort Sci*, 2004, **129** (6): 833 – 835.
- [19] LEVAN A, FREDGA K, SANDBERG A A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes [J]. *Hereditas*, 1964, **52**: 201 – 220.
- [20] 李懋学, 陈瑞阳. 关于植物核型分析的标准化问题[J]. 武汉植物学研究, 1985, **3** (4): 297 – 302.
LI Maoxue, CHEN Ruiyang. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants [J]. *J Wuhan Bot Res*, 1985, **3** (4): 297 – 302.
- [21] 朱徽. 植物染色体及染色体技术[M]. 北京: 科学出版社, 1982.
- [22] 杨传平, 刘桂丰. 长白落叶松树种群地理变异研究[J]. 应用生态学报, 2001, **12** (6): 801 – 805.
YANG Chuanping, LIU Guifeng. Geographic variation of *Larix olgensis* [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2001, **12** (6): 801 – 805.