

# 葱属植物棱叶薤的形态性状与核型特征

杨帆<sup>1</sup>, 林辰壹<sup>1,2</sup>, 席延坡<sup>1</sup>, 张顺<sup>1</sup>, 杨天灵<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>新疆农业大学林学与园艺学院, 乌鲁木齐 830052; <sup>2</sup>新疆农业大学设施农业研究所, 乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 对新疆不同地理位置分布的葱属植物棱叶薤的形态性状以及核型特征进行了研究, 结果表明: 鳞茎、株型、叶形等 43 个形态性状在 3 个棱叶薤居群之间不存在差异, 而株芽、叶色、叶长、单株叶片数、小花数目、花序高度、花葶长度等 19 个性状在 3 个棱叶薤居群之间存在显著或极显著差异。采集自乌鲁木齐红旗水库居群的棱叶薤的核型公式是  $2n = 2x = 16 = 12m + 4sm$ ; 塔城阿西尔乡巴尔鲁克山居群的棱叶薤的核型公式是  $2n = 3x = 24 = 18m + 3sm + 3st$ ; 裕民巴旦杏保护区居群的棱叶薤的核型公式是  $2n = 4x = 32 = 28m(4SAT) + 4sm$ 。棱叶薤居群内形态性状和倍性稳定, 居群间存在形态性状分化, 同时还存在二倍体、三倍体、四倍体的倍性分化。居群间染色体结构组成和相对长度组成也存在差异。核型类型均为 2A 型。

**关键词:** 棱叶薤; 形态性状; 核型; 性状分化; 倍性分化

## Morphological Characters and Karyotype of *Allium caeruleum* Pallas

YANG Fan<sup>1</sup>, LIN Chen-yi<sup>1,2</sup>, XI Yan-po<sup>1</sup>, ZHANG Shun<sup>1</sup>, YANG Tian-ling<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052;

<sup>2</sup>Institute of Controlled Environment Agriculture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052)

**Abstract:** Morphological characters and karyotype of three populations of *Allium caeruleum* Pallas distributed in Xinjiang, China, were studied. The results showed that there were morphological and karyotypic differentiations in different populations of *A. caeruleum* Pallas. There were no morphological differences in 43 characters of three populations such as bulb, plant type and leaf shape. There were significant differences or highly significant differences in 19 characters of three populations such as bulbil, leaf colour, leaf length, individual leaf number, flower number, umbel height and scape length. The karyotype formula was  $2n = 2x = 16 = 12m + 4sm$  for *A. caeruleum* Pallas (Urumqi population). The karyotype formula was  $2n = 3x = 24 = 18m + 3sm + 3st$  for *A. caeruleum* Pallas (Tacheng population). The karyotype formula was  $2n = 4x = 32 = 28m(4SAT) + 4sm$  for *A. caeruleum* Pallas (Yumin population). Morphological and karyotype differentiation were found in three populations of *A. caeruleum* Pallas, and the ploidy levels was diploid, triploid and tetraploid, respectively. However, morphological characters and ploidy levels were stable within populations. The composition and relative length of chromosome of three populations of *A. caeruleum* Pallas are different. The karyotypes of them are 2A types.

**Key words:** *Allium caeruleum* Pallas; morphological characters; karyotype; morphological differentiation; ploidy differentiation

目前世界葱属植物超过 800 种, 主要分布于北半球, 从里海到西伯利亚西南部、中亚至中国西北部的干旱地区都有分布<sup>[1]</sup>。中国葱属植物约有 138 种, 分布在东北、华北、西北和西南地区<sup>[2]</sup>。葱属植

收稿日期: 2014-10-13 修回日期: 2014-03-17 网络出版日期: 2014-10-13

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20141013.2029.016.html>

基金项目: 国家自然科学基金(31360483); 新疆维吾尔自治区自然科学基金(2011211A024)

第一作者研究方向为蔬菜种质资源。E-mail: 123365551@qq.com

通信作者: 林辰壹, 研究方向为新疆葱属植物种质资源评价。E-mail: linchenyi65@sina.com

物具有很高的经济价值,是重要的食药、观赏植物资源<sup>[3-4]</sup>,为了增加栽培种类、挖掘优异基因,各国植物育种工作者将目光投向了野生葱属植物种质资源<sup>[5]</sup>,欧洲专门成立了欧洲作物遗传资源网络合作计划:葱属植物工作组(European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks: Working Group on *Allium*)专门从事葱属植物种质资源评价工作<sup>[6]</sup>。我国的植物种质资源具备遗传多样性特征<sup>[7]</sup>,具有丰富的野生近缘植物资源并一直注重种质资源的保护工作<sup>[8-9]</sup>。新疆葱属植物约为69种<sup>[2]</sup>,蕴藏着丰富的野生近缘种种质资源<sup>[8]</sup>,为葱蒜类蔬菜种质创新与遗传改良奠定了坚实的物质基础。

棱叶薤(*Allium caeruleum* Pallas)属于石蒜科(Amaryllidaceae)葱属(*Allium*)多年生草本植物<sup>[5]</sup>,又称天蓝小根蒜、兰花山蒜<sup>[10]</sup>、蓝花葱<sup>[11]</sup>、棱叶韭<sup>[12]</sup>,国外分布于俄罗斯、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦,国内仅分布于新疆的伊犁、塔城、和静、库车、沙湾、玛纳斯和乌鲁木齐等海拔1100~2300 m阿尔泰山、天山的低山带,生长在干旱山坡的灌丛中,平原石质滩地也散生,是荒漠草原或灌丛草原植被的次要伴生种<sup>[2]</sup>。棱叶薤最早作为重要的观赏植物种质资源于19世纪初应用于英式皇家园林中,在欧美称其为Ornamental Onion、Blue Globe Onion,其天蓝色的、密集的、钟形的小花具备了布置岩园、花镜、花坛的优良特征<sup>[13-15]</sup>。由于国内缺乏对该种质资源的评价,新疆野生分布的棱叶薤只是作为野生蔬菜被当地农牧民采集食用,尚未人工引种栽培。

植物形态性状和核型分析是种质资源评价的基础工作<sup>[6]</sup>,它们从不同水平反映了物种的遗传特征,有助于揭示物种间的亲缘关系及其遗传进化过程<sup>[16]</sup>,葱属植物不同种类存在不同的形态性状<sup>[2]</sup>,以及不同的染色体基数、倍性和核型类型<sup>[17]</sup>,研究发现棱叶薤 $2n = 16, 24$ 和 $32$ <sup>[2, 18]</sup>,反映了新疆特殊地理环境条件下分布的棱叶薤蕴藏着丰富的遗传基因,具有遗传多样性特征。然而存在倍性分化的棱叶薤的形态性状之间是否存在差异的研究,国内外尚未见报道。本研究通过对采自不同地理分布区的3个棱叶薤居群的形态学和细胞学比较分析,以期掌握棱叶薤形态性状的变异特征和核型分化特点,为棱叶薤引种驯化、种质资源保护和合理开发利用提供形态学和细胞学佐证,为新疆葱属植物资源的遗传学研究提供指导,为葱蒜类蔬菜新品种新种类

挖掘、杂交育种提供亲本材料,以期丰富我国葱属栽培植物资源种类。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料均采自野外,引种至新疆农业大学葱属植物种质资源圃开展形态性状的观察,资源圃位于准格尔盆地南缘天山前山带冲积扇平原的乌鲁木齐市西郊,地理位置为 $43^{\circ}48'N, 87^{\circ}34'E$ ,海拔850 m,土壤为细砾质荒漠土。用于核型分析研究的材料取自野外成熟的种子或植株的幼嫩根系。材料采集地信息见表1。

表1 材料的来源

Table 1 Origins of the materials

居群编号 Populations No.	产地与生境 Locality and habitat	经纬度 Latitude and longitude	海拔 (m) Altitude
A	新疆,乌鲁木齐,红旗水库石质滩地	$43^{\circ}48'9.4"N$ $87^{\circ}35'52.8"E$	680
B	新疆,塔城,阿西尔乡巴尔鲁克山灌丛	$46^{\circ}51'30.96"N$ $83^{\circ}9'6.6"E$	1150
C	新疆,裕民,巴旦杏保护区灌丛	$46^{\circ}20'48.9"N$ $82^{\circ}48'53.7"E$	1473

### 1.2 方法

**1.2.1 形态性状的观测** 按照《Flora of China》<sup>[2]</sup>,并参考《Descriptors for *Allium* spp.》<sup>[19]</sup>和李锡香等<sup>[20]</sup>的性状描述标准,结合棱叶薤的生长特点,每个居群随机选取10株个体健壮、长势相对一致的植株,所选叶片的位置是基部计起第3片叶,在开花盛期进行形态性状的观测,对植株地上和地下各组成部分性状进行描述和大小测定,包括鳞茎、株高、株幅、叶鞘、叶片、花葶、总苞、花序、单花、雌雄蕊、果实、种子和株芽特征。各性状组成及测量方法如下,株高(cm):植株从土壤表面基部至叶长最高处的自然高度;株幅(cm):植株垂直投影的最大宽度<sup>[20]</sup>;叶长(cm):叶片基部到叶尖的长轴长度;叶宽(cm):垂直于主脉的最大宽度<sup>[21]</sup>;种子长度(mm):着生种脐的种子端至种子的相对端间的轴长;种子宽度(mm):垂直于长度轴的种子最大直线距离;种

子厚度 (mm): 垂直于宽度的第 3 平面的直线距离<sup>[22]</sup>; 种子百粒重 (g): 参考国际统一测量标准<sup>[23]</sup>, 随机选取 100 粒种子, 重复 3 次, 取平均值。数量性状用游标卡尺和直尺进行测量, 每个性状重复 10 次, Excel 2003 整理数据, SPSS16.0 方差分析, 统计结果均以最小值/平均值/最大值  $\pm$  标准差 (SD) 表示。

**1.2.2 核型特点分析** 采用植物染色体压片法。居群 B 是取植株幼嫩根系, 居群 A 和居群 C 的种子在 4℃ 条件下萌发。待发出的根生长到种子纵径 2~3 倍时立即置于饱和对二氯苯水溶液中预处理 6~8 h, 蒸馏水冲洗, 卡诺氏固定液固定 20~24 h, 1 mol/L HCl 60℃ 的水浴中解离 5~7 min, 改良卡宝品红染色大约 5~10 min, 常规压片, 用中性树胶封片, 制成永久装片<sup>[24-25]</sup>。各居群统计观察 50 个以上可准确计数的有丝分裂中期细胞, Motic BA400 光学显微镜下镜检, Nikon ECLIPSE 80i 显微镜下拍照, Photoshop CS3 软件进行染色体配对。

按照李懋学等<sup>[26]</sup>的植物核型分析方法, A. Levan 等<sup>[27]</sup>的核型分类系统与 G. L. Stebbins<sup>[28]</sup>的分类标准进行染色体类型和核型的分析, 核型不对称系数按 H. Arano<sup>[29]</sup>的方法计算。每个居群取 5 个细胞的核型平均值<sup>[26]</sup>, 统计计算细胞的染色体数目、染色体相对长度、着丝点指数、核型不对称系数、染色体长度比、染色体臂比值和相对长度系数<sup>[28,30-31]</sup>。核型指标参数具体计算方法如下: 相对长度 (长臂 + 短臂) = 染色体个体长度 / 染色体组内各染色体的总长度  $\times 100\%$ ; 着丝点指数 = 短臂 / 染色体全长  $\times 100\%$ ; 核型不对称系数 = 长臂总长 / 全组染色体总长  $\times 100\%$ ; 染色体长度比 = 最长染色体 / 最短染色体; 臂比 = 长臂 (L) / 短臂 (S); 相对长度系数 = 每条染色体的相对长度 / 染色体的平均相对长度。以染色体相对长度系数 (I. R. L) 组成划分染色体的长短, 即 I. R. L  $\geq 1.26$  为长染色体 (L); 1.01  $\leq$  I. R. L  $\leq 1.25$  为中长染色体 (M<sub>2</sub>); 0.76  $\leq$  I. R. L  $\leq 1.00$  为中短染色体 (M<sub>1</sub>); I. R. L < 0.76 为短染色体 (S)。其中染色体的随体长度计入染色体长度。

## 2 结果与分析

### 2.1 形态性状特征

通过对 3 个棱叶薤居群不同性状的观测,

其株型、鳞茎、叶形等性状表现一致。株型为半直立; 鳞茎是贮藏器官, 外皮暗灰色, 近球形, 大小约 2.5 cm, 基部具有近球形的鳞芽; 叶鞘为白色, 圆筒状; 叶条形, 干时扭曲, 比花葶短, 中空, 背面具有 1 光滑纵棱, 叶面无蜡粉, 叶缘开裂程度弱, 叶片挺直度为半下垂, 叶横切面为“V”型; 花葶 1 个, 光滑, 圆柱状, 成熟的花葶内部结构中空; 总苞饱满, 白色伴有紫红色条纹, 两侧对称开裂; 伞形花序球状; 具有开花能力, 花被片 6 枚; 子房近球状, 具有 3 个心室; 内外轮花丝狭三角形; 花药卵圆形; 雄蕊 6 枚; 雌蕊 1 枚; 果皮土黄色, 内有倒卵形具棱的种子, 种皮黑色无光泽。

通过对 3 个棱叶薤居群不同性状的观察, 株芽、叶色、花梗等性状存在差异, 其中居群 B 在花序上可以形成株芽, 叶色为深绿色, 未见形态完整的种子; 而居群 A 和居群 C 在花序上不形成株芽, 叶色均为黄绿色或绿色, 可见形态完整的种子。3 个棱叶薤居群的花梗、内外轮花被片、中脉、子房和花药的颜色存在差异 (表 2)。

3 个棱叶薤居群的株高、株幅、叶宽、胚珠数、花序宽度和内轮花被片长之间均无显著性差异。居群 A 和居群 C 的种子长度、种子厚度和种子百粒重之间均无显著性差异。居群 B 未见形态完整的种子, 但是居群 B 的株高和株幅最大, 而居群 A 的叶宽、花序宽度、内轮花被片长、种子长度和种子厚度最大, 居群 C 的种子百粒重最大 (表 2)。

3 个棱叶薤居群的叶长、单株叶片数、花序高度、小花数目、花葶长度、花梗长度、内轮花被片宽、外轮花被片长和外轮花被片宽之间的差异有统计学意义, 而居群 A 和居群 C 的种子宽度之间的差异有统计学意义, 居群 B 未见形态完整的种子。结果表明居群 A 的叶长、单株叶片数、花序高度、小花数目、花梗长度、外轮花被片长、外轮花被片宽共 7 个性状均优于其他 2 个居群, 其中居群 A 的叶长是居群 C 的 1.58 倍, 居群 A 的单株叶片数是居群 B 的 3 倍, 居群 A 的小花数目是居群 B 的 3.25 倍, 而居群 B 的花葶长度、内轮花被片宽优于其他 2 个居群, 而居群 C 的种子宽度优于居群 A, 居群 C 比居群 A 高 1.08 倍。结果表明, 不同居群的棱叶薤植株形态性状存在一定的变异式样和变异幅度。

表 2 不同棱叶薹居群性状比较

Table 2 The character comparison of different populations of *A. caeruleum* Pallas

性状 Characters	居群 A Population A	居群 B Population B	居群 C Population C
株高(cm) Plant height	11.00/18.30/31.00 ± 5.50Aa	12.00/18.40/22.00 ± 2.91Aa	10.00/17.25/24.00 ± 4.52Aa
株幅(cm) Plant width	11.00/18.60/31.00 ± 5.87Aa	2.00/22.50/42.00 ± 15.02Aa	13.00/17.50/13.00 ± 3.73Aa
叶长(cm) Leaf length	18.00/25.55/47.00 ± 8.87Aa	11.00/19.80/42.00 ± 8.94Aab	9.00/16.20/26.00 ± 5.41Ab
叶宽(cm) Leaf width	0.32/0.52/0.80 ± 0.15Aa	0.10/0.41/0.80 ± 0.24Aa	0.10/0.36/0.50 ± 0.14Aa
叶色 Foliage colour	黄绿色或绿色	深绿色	黄绿色或绿色
单株叶片数(片) Individual leaf number	2/6/9 ± 2.27Aa	1/2/4 ± 1.16Bc	3/4/6 ± 0.92Aab
花序高度(cm) Umbel height	33.73/42.56/49.07 ± 5.27Aa	24.18/35.54/46.45 ± 6.68Ab	34.11/39.16/44.81 ± 4.25Aab
花序宽度(cm) Umbel width	34.60/45.77/54.78 ± 6.25Aa	31.38/40.90/54.43 ± 6.75Aa	34.20/40.48/46.47 ± 4.56Aa
小花数目(朵) Flower number	4/13/42 ± 11Aa	1/4/9 ± 2.37Ab	2/11/39 ± 10.45Aab
花葶长度(cm) Scape length	28.70/43.85/49.60 ± 7.03Bb	50.00/62.80/75.10 ± 7.20Aa	43.50/48.31/54.80 ± 4.37Bb
花梗长度(mm) Pedicel length	15.07/16.65/17.83 ± 1.36Aa	11.38/14.02/15.79 ± 1.48Aab	8.65/13.24/16.33 ± 2.63Bb
花梗颜色 Pedicel colour	淡蓝色	深蓝色	蓝色
内轮花被片长(mm) Inner tepals length	2.86/3.74/4.72 ± 0.91Aa	2.86/3.46/4.01 ± 0.39Aa	2.36/3.62/4.25 ± 0.59Aa
内轮花被片宽(mm) Inner tepals width	1.09/1.38/1.62 ± 0.16ABa	1.28/1.58/2.20 ± 0.27Aa	0.89/1.18/1.44 ± 0.17Bb
内轮花被片颜色 Inner tepals colour	淡蓝色	蓝色	淡蓝色
外轮花被片长(mm) Outer tepals length	3.73/4.40/5.20 ± 0.43Aa	3.20/3.76/4.38 ± 0.41Bb	2.92/3.78/4.59 ± 0.42Bb
外轮花被片宽(mm) Outer tepals width	1.51/1.79/2.28 ± 0.26Aa	1.00/1.43/1.68 ± 0.24Bb	0.90/1.21/1.49 ± 0.20Bc
外轮花被片颜色 Outer tepals colour	蓝色	蓝色	淡蓝色
中脉颜色 Mid rib colour	蓝色	深蓝色	蓝色
子房颜色 Ovary colour	淡蓝色	深蓝色	深蓝色
花药颜色 Anther colour	淡蓝色	淡紫色或蓝绿色	淡黄色或淡蓝色
胚珠数(个) Ovule number	6Aa	7Aa	6Aa
种子长度(mm) Seed length	1.75/2.18/2.42 ± 0.25Aa	未见发育完全的种子	1.85/2.13/2.27 ± 0.15Aa
种子宽度(mm) Seed width	1.16/1.31/1.44 ± 0.09Ab	未见发育完全的种子	1.30/1.41/1.58 ± 0.09Aa
种子厚度(mm) Seed thickness	0.79/0.96/1.18 ± 0.13Aa	未见发育完全的种子	0.73/0.91/1.17 ± 0.14Aa
种子百粒重(g) 100-seed weight	0.048 6Aa	未见发育完全的种子	0.052 3Aa

不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 不同大写字母表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )

Different capital and small letters represent significant difference at  $P < 0.01$  and  $P < 0.05$  level, respectively

## 2.2 核型分析

### 2.2.1 棱叶薹居群 A 的核型分析

来自居群 A 的棱叶薹的有丝分裂中期细胞的 50 张片子中, 有 100% 的细胞染色体数目为  $2n = 2x = 16$ , 该居群为二倍体, 其中有 12 条臂比在 1.01 ~ 1.70 的中部着丝点染色体(m), 其余 4 条臂比值在 1.71 ~ 3.00 之间, 为近中部着丝点染色体(sm), 未发现随体染色体(SAT), 其核型公式为  $2n = 2x = 16 = 12m + 4sm$ 。染色体相对长度组成公式为  $2n = 16 = 2L + 5M_2 + 7M_1 + 2S$ , 染色体的相对长度变幅在 4.35% ~ 8.67% 之间。核型不对称系数为 60.97%, 最长染色体(相对长度, 下同)是最短染色体的 1.99 倍, 臂比大于 2:1 的染色体占全部染色体的 12.50%, 臂比幅度为 1.10 ~ 2.99, 核型分类属于“2A”(表 3、图 1)。

### 2.2.2 棱叶薹居群 B 的核型分析

来自居群 B 的棱叶薹的有丝分裂中期细胞的 50 张片子中, 有 100% 的细胞染色体数目为  $2n = 3x = 24$ , 该居群为三倍体, 其中有 18 条臂比值在 1.01 ~ 1.70, 为中部着丝点染色体(m), 有 3 条为臂比值在 1.71 ~ 3.00 的近中部着丝点染色体(sm), 其余 3 条为臂比值在 3.01 ~ 7.00 之间的近端部着丝点染色体(st), 未发现随体染色体(SAT), 其核型公式为  $2n = 3x = 24 = 18m + 3sm + 3st$ 。染色体相对长度组成公式为  $2n = 24 = 2L + 9M_2 + 8M_1 + 5S$ , 染色体的相对长度变幅在 2.76% ~ 5.27% 之间。核型不对称系数为 61.68%, 最长染色体是最短染色体的 1.91 倍, 臂比大于 2:1 的染色体占全部染色体的 16.67%, 臂比幅度为 1.09 ~ 5.07, 核型分类属于“2A”(表 3、图 1)。

**2.2.3 棱叶蕤居群 C 的核型分析** 来自居群 C 的棱叶蕤的有丝分裂中期细胞的 50 张片子中,有 100% 的细胞染色体数目为  $2n = 4x = 32$ , 该居群为四倍体,其中有 28 条为臂比在 1.01 ~ 1.70 的中部着丝点染色体(m),其余 4 条臂比值在 1.71 ~ 3.00 之间,为近中部着丝点染色体(sm),随体(SAT)出现在 4 条中部着丝点的短臂上,其核型公式为  $2n =$

$4x = 32 = 28m(4SAT) + 4sm$ 。染色体相对长度组成公式为  $2n = 32 = 2L + 14M_2 + 16M_1$ ,染色体的相对长度变幅在 2.38% ~ 4.02% 之间。核型不对称系数为 60.08%,最长染色体是最短染色体的 1.69 倍,臂比大于 2:1 的染色体占全部染色体的 12.50%,臂比幅度为 1.04 ~ 2.96,核型分类属于“2A”(表 3、图 1)。

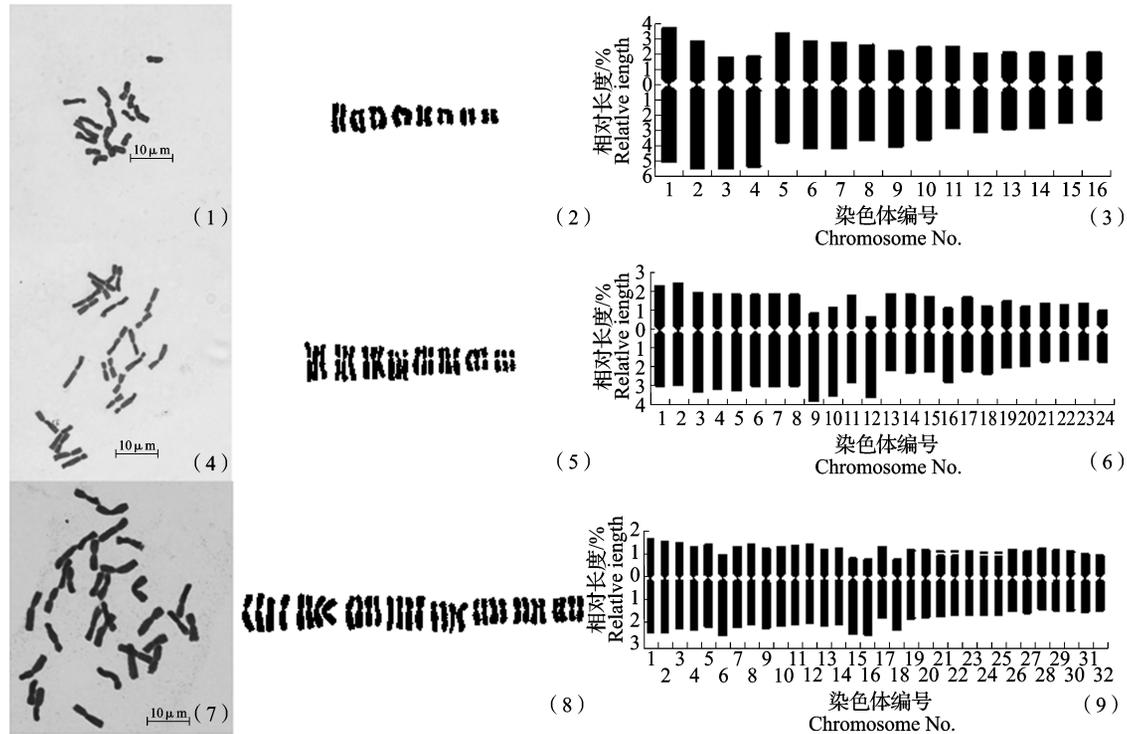
表 3 不同棱叶蕤居群的染色体核型特征

Table 3 The karyotype characters of different populations of *A. caeruleum* Pallas

居群编号 Populations No.	染色体编号 Chromosome No.	相对长度(%) Relative length	臂比 Arm ratio	相对长度 系数 Index of relative length	类型 Type	染色体编号 Chromosome No.	相对长度(%) Relative length	臂比 Arm ratio	相对长度 系数 Index of relative length	类型 Type
A	1	5.01 + 3.66 = 8.67	1.37	1.39	m	9	4.02 + 2.22 = 6.24	1.81	1.00	sm
	2	5.45 + 2.85 = 8.30	1.91	1.33	sm	10	3.56 + 2.42 = 5.98	1.47	0.96	m
	3	5.47 + 1.83 = 7.30	2.99	1.17	sm	11	2.85 + 2.52 = 5.37	1.13	0.86	m
	4	5.35 + 1.86 = 7.21	2.88	1.15	sm	12	3.10 + 2.02 = 5.12	1.53	0.82	m
	5	3.78 + 3.34 = 7.12	1.13	1.14	m	13	2.91 + 2.07 = 4.98	1.41	0.80	m
	6	4.13 + 2.81 = 6.94	1.47	1.11	m	14	2.82 + 2.07 = 4.89	1.36	0.78	m
	7	4.14 + 2.79 = 6.93	1.48	1.11	m	15	2.48 + 1.87 = 4.35	1.33	0.70	m
	8	3.63 + 2.63 = 6.26	1.38	1.00	m	16	2.28 + 2.07 = 4.35	1.10	0.70	m
B	1	2.94 + 2.33 = 5.27	1.26	1.26	m	13	2.15 + 1.91 = 4.06	1.13	0.97	m
	2	2.84 + 2.42 = 5.26	1.17	1.26	m	14	2.22 + 1.82 = 4.04	1.22	0.97	m
	3	3.21 + 2.00 = 5.21	1.61	1.25	m	15	2.18 + 1.76 = 3.94	1.24	0.94	m
	4	3.10 + 1.92 = 5.02	1.61	1.20	m	16	2.74 + 1.19 = 3.93	2.30	0.94	sm
	5	3.15 + 1.84 = 4.99	1.71	1.20	sm	17	2.16 + 1.75 = 3.91	1.23	0.94	m
	6	3.02 + 1.89 = 4.91	1.60	1.18	m	18	2.31 + 1.32 = 3.63	1.75	0.87	sm
	7	2.99 + 1.91 = 4.90	1.57	1.18	m	19	1.95 + 1.52 = 3.47	1.28	0.83	m
	8	2.94 + 1.86 = 4.80	1.58	1.15	m	20	1.87 + 1.20 = 3.07	1.56	0.74	m
	9	3.75 + 0.89 = 4.64	4.21	1.11	st	21	1.63 + 1.38 = 3.01	1.18	0.72	m
	10	3.45 + 1.13 = 4.58	3.05	1.10	st	22	1.59 + 1.33 = 2.92	1.20	0.70	m
	11	2.76 + 1.81 = 4.57	1.52	1.10	m	23	1.52 + 1.40 = 2.92	1.09	0.70	m
	12	3.50 + 0.69 = 4.19	5.07	1.00	st	24	1.71 + 1.05 = 2.76	1.63	0.66	m
C	1	2.33 + 1.69 = 4.02	1.38	1.30	m	17	1.70 + 1.36 = 3.06	1.25	0.99	m
	2	2.30 + 1.58 = 3.88	1.46	1.26	m	18	2.22 + 0.83 = 3.05	2.67	0.99	sm
	3	2.11 + 1.52 = 3.63	1.39	1.17	m	19	1.72 + 1.20 = 2.92	1.43	0.94	m
	4	2.21 + 1.36 = 3.57	1.63	1.16	m	20	1.66 + 1.24 = 2.90	1.34	0.94	m
	5	2.07 + 1.43 = 3.50	1.45	1.13	m	21	1.64 + 1.15 = 2.79	1.43	0.90	m*
	6	2.44 + 1.02 = 3.46	2.39	1.12	sm	22	1.59 + 1.14 = 2.73	1.39	0.88	m*
	7	2.10 + 1.34 = 3.44	1.57	1.11	m	23	1.54 + 1.17 = 2.71	1.32	0.88	m
	8	1.96 + 1.48 = 3.44	1.32	1.11	m	24	1.59 + 1.09 = 2.68	1.46	0.87	m*
	9	2.13 + 1.28 = 3.41	1.66	1.10	m	25	1.55 + 1.12 = 2.67	1.38	0.86	m*
	10	2.03 + 1.36 = 3.39	1.49	1.10	m	26	1.49 + 1.16 = 2.65	1.28	0.86	m
	11	1.97 + 1.37 = 3.34	1.44	1.08	m	27	1.40 + 1.23 = 2.63	1.14	0.85	m
	12	1.89 + 1.44 = 3.33	1.31	1.08	m	28	1.33 + 1.28 = 2.61	1.04	0.84	m
	13	2.05 + 1.24 = 3.29	1.65	1.06	m	29	1.38 + 1.22 = 2.60	1.13	0.84	m
	14	1.96 + 1.31 = 3.27	1.50	1.06	m	30	1.41 + 1.15 = 2.56	1.23	0.83	m
	15	2.39 + 0.86 = 3.25	2.78	1.05	sm	31	1.45 + 1.05 = 2.50	1.38	0.81	m
	16	2.40 + 0.81 = 3.21	2.96	1.04	sm	32	1.39 + 0.99 = 2.38	1.40	0.77	m

\* 为随体染色体

\* Satellited chromosomes



(1) 居群 A 中期染色体图; (2) 居群 A 的核型图; (3) 居群 A 的核型模式图; (4) 居群 B 中期染色体图; (5) 居群 B 的核型图; (6) 居群 B 的核型模式图; (7) 居群 C 中期染色体图; (8) 居群 C 的核型图; (9) 居群 C 的核型模式图  
(1) Metaphase chromosome of population A, (2) Karyotype of population A, (3) Idiogram of population A, (4) Metaphase chromosome of population B, (5) Karyotype of population B, (6) Idiogram of population B, (7) Metaphase chromosome of population C, (8) Karyotype of population C, (9) Idiogram of population C

图 1 来自 3 个棱叶薹居群的染色体及核型

Fig. 1 The chromosome and karyotype of three populations of *A. caeruleum* Pallas

**2.2.4 居群间棱叶薹的核型特征比较** 3 个棱叶薹居群的染色体数目不同,分别为二倍体  $2n = 2x = 16$ 、三倍体  $2n = 3x = 24$  和四倍体  $2n = 4x = 32$ ,棱叶薹存在不同居群的倍性分化。

3 个棱叶薹居群在染色体组成上都有中部着丝点染色体(m)和近中部着丝点染色体(sm),而居群 B 还存在近端部着丝点染色体(st),只有居群 C 具有随体(SAT)。3 个棱叶薹居群均具有长染色体(L)、中长染色体( $M_2$ )和中短染色体( $M_1$ ),而居群 A 和居群 B 还具有短染色体(S)。最长染色体(相对长度)与最短染色体(相对长度)的比值在 1.69 ~ 1.99 之间,均小于 2,臂比大于 2:1 的染色体占全部染色体的比值在 12.50% ~ 16.67% 之间,可以得出 3 个棱叶薹居群的核型类型均为 2A 型,并且核型不对称系数在 60.08% ~ 61.68% 之间,可见 3 个棱叶薹居群的核型类型和对称性上表现一致。

### 3 讨论

本研究首次将核型分析与形态性状相结合,阐明了不同居群的棱叶薹核型特征,且不同倍性的棱

叶薹形态性状存在差异。通过对 3 个棱叶薹居群的形态性状以及核型特征的比较分析可以发现,棱叶薹居群间存在形态性状分化和核型分化,株芽、叶色、花梗颜色、内轮花被片颜色、外轮花被片颜色、中脉颜色、子房颜色、花药颜色、种子形态、叶长、单株叶片数、小花数目、花序高度、花葶长度、内轮花被片宽、外轮花被片长、外轮花被片宽、花梗长度和种子宽度共计 19 个性状存在显著或极显著差异。尤其是三倍体的棱叶薹(塔城阿西尔乡巴尔鲁克山居群)植株高大、叶色深绿且花葶长,正常环境条件下有开花能力但不能结实结子,依赖鳞茎基部形成的鳞芽和花序上形成的珠芽进行无性繁殖;而二倍体棱叶薹(乌鲁木齐红旗水库居群)和四倍体棱叶薹(裕民巴旦杏保护区居群)植株相对矮小、叶色为黄绿色或绿色,正常环境条件下有开花能力且能结实结子,仅鳞茎基部可以形成鳞芽而花序上不形成珠芽,植株可以进行有性和无性繁殖。这些特性阐明了不同的棱叶薹居群在遗传进化过程中出现形态性状和染色体倍性分化,且遗传进化过程中采用了不同的生殖策略。

葱属植物染色体基数有  $x = 7, 8, 9, 10$  和  $11$ <sup>[17]</sup>, 还存在同种不同居群间或居群内核型的倍性分化<sup>[32]</sup>, 本研究结果表明, 3 个棱叶薤居群的染色体基数均为  $x = 8$ 。《Flora of China》<sup>[2]</sup> 记载棱叶薤的染色体基数为  $x = 8$ , 何兴金等<sup>[18]</sup> 报道棱叶薤的染色体基数为  $x = 8$ , 不同居群间存在二倍体、三倍体和四倍体, 本研究结果再次证实了不同居群的棱叶薤染色体基数的一致性, 同样也存在倍性分化  $2n = 2x = 16, 2n = 3x = 24, 2n = 4x = 32$  的多倍体系列, 而居群内没有观察到倍性分化特征。大多数葱属植物的核型为 2A 型, 还有 1A、2B、2C 和 3A 型<sup>[17, 33-34]</sup>。本研究 3 个棱叶薤居群尽管存在染色体倍性不同、染色体相对长度组成不同的特征, 然而它们的核型类型是一致的, 为 2A 型, 这与何兴金等<sup>[18]</sup> 报道是一致的。

与何兴金等<sup>[18]</sup> 报道的采自塔城居群的二倍体棱叶薤的体细胞染色体组成不同的是, 本研究采自乌鲁木齐红旗水库居群的二倍体棱叶薤不仅没有随体染色体, 而且中部着丝粒染色体 (m) 和近中部着丝粒染色体 (sm) 的数目也不相同, 而且不同于他们采自乌鲁木齐居群的二倍体棱叶薤的体细胞染色体组成, 没有近端部着丝粒染色体 (st) 和随体染色体。与何兴金等<sup>[18]</sup> 报道的采自裕民居群的三倍体的棱叶薤的体细胞染色体组成不同的是, 本研究采自塔城阿西尔乡巴尔鲁克山居群的三倍体棱叶薤没有随体染色体, 也不同于他们采自塔城阿西尔乡阿尔布鲁山居群三倍体的棱叶薤的体细胞染色体组成, 没有近端部着丝粒染色体 (st) 和随体染色体。与何兴金等<sup>[18]</sup> 报道的采自塔城阿西尔乡阿尔布鲁山居群的四倍体棱叶薤的体细胞染色体组成不同的是, 本试验采自裕民巴旦杏保护区居群的四倍体棱叶薤虽然没有近端部着丝粒染色体 (st), 但都具有 4 条随体染色体, 且随体染色体的位置存在差异, 前者在近端部着丝粒染色体 (st) 的短臂上, 后者在中部着丝粒染色体 (m) 的短臂上。棱叶薤呈现出的染色体组成上的多样性特征与研究材料的地理分布区和海拔不同有关, 有研究认为随体染色体的差异是其生存适应的结果<sup>[18]</sup>。

本研究中 3 个倍性不同的棱叶薤居群的核型不对称系数在 60.08% ~ 61.68% 之间, 何兴金等<sup>[18]</sup> 研究结果在 57.20% ~ 60.64% 之间, 根据 G. L. Stebbins<sup>[28]</sup> 的理论, 其进化程度是一致的。与前人研究结果不同的是, 通过染色体相对长度系数组成分析发现, 本研究材料的四倍体棱叶薤居群缺少短染色

体, 这一性状在不同倍性中表现出的差异以及是否是该居群的特有特征, 还有待于增加居群数量进一步研究证实。

葱属植物出现的形态多样性和核型分化现象与葱属植物的环境因子、生物因素、生态地理分布、土壤的要求和生殖策略有关<sup>[32]</sup>, 棱叶薤的二倍体居群 (乌鲁木齐红旗水库居群) 分布在海拔 680 m 的地区, 而三倍体居群 (塔城阿西尔乡巴尔鲁克山居群) 和四倍体居群 (裕民巴旦杏保护区居群) 则分布在海拔 1150 ~ 1473 m 的山区, 可见二倍体居群分布在海拔较低的区域, 而多倍体居群分布在海拔较高的地区。根据 G. L. Stebbins<sup>[28]</sup> 的理论, 棱叶薤属于进化程度较低的种类, 然而葱属分子系统发育研究结果<sup>[1, 35]</sup> 并结合棱叶薤细胞染色体倍性分化、形态性状分化、生殖策略改变和地理分布特征来看, 棱叶薤存在丰富的遗传多样性特征, 说明棱叶薤是一个正处于相对较高分化程度的植物种类。

目前棱叶薤已作为食用植物资源成为新疆山区旅游景区的珍稀野菜, 通过本研究的形态性状分析可知, 二倍体的棱叶薤的小花数目、花序高度、叶长和单株叶片数等性状表现优异, 还可作为观赏植物资源, 用于岩园、盆栽和庭院种植, 以及作为鲜切花和干花; 而四倍体的棱叶薤是食用和观赏兼用型植物资源, 三倍体的仅适合作为以花葶和叶为食用部位的食用植物资源。棱叶薤抗旱、抗寒、耐瘠薄、生命力旺盛、抗逆性强, 其倍性分化特点和形态性状的差异将为葱属植物研究提供优异基因, 是一种极具开发利用价值的新疆葱属植物资源。

#### 参考文献

- [1] Friesen N, Fritsch R M, Blattner F R. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences [J]. *Aliso*, 2006, 22: 372-395
- [2] Xu J M, Rudolf V K. Flora of China: Vol24 [M]. Beijing: Science Press, 2000; 165-202
- [3] Brewster J L. Onions and other vegetable alliums [M]. Oxon: CAB International, 1994; 1-6
- [4] Dhillon B S, Tyagi R K, Saxena S, et al. Plant genetic resources: horticultural crops [M]. New Delhi: Narosa Publishing House, 2005; 1-25
- [5] Choi H J, Giussani L M, Jang C G, et al. Systematics of disjunct northeastern Asian and northern North American *Allium* (Amaryllidaceae) [J]. *Botany*, 2012, 90: 491-508
- [6] Kole C. Wild crop relatives: genomic and breeding resources [M]. Berlin: Springer - Verlag, 2011; 1-11
- [7] 郑殿升, 杨庆文, 刘旭. 中国作物种质资源多样性 [J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 497-500, 506
- [8] 郑殿升, 杨庆文. 中国作物野生近缘植物资源 [J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1): 1-11
- [9] 杨庆文, 秦文斌, 张万霞, 等. 中国农业野生植物原生境保护实践与未来研究方向 [J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(1): 1-7

- [10] 傅立国,陈潭清,郎楷永,等. 中国高等植物:第十三卷[M]. 山东:青岛出版社,2002:169-170
- [11] 崔乃然. 新疆植物检索表[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1982:368-392
- [12] 崔乃然,崔大方. 新疆植物志:第六卷[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1996:519-554
- [13] Krzymińska A, Gawłowska M, Wolko B, et al. Genetic diversity of ornamental *Allium* species and cultivars assessed with isozymes [J]. J Appl Genet, 2008, 49(3): 213-220
- [14] Brickell C. RHS A-Z Encyclopedia of garden plants[M]. Third edition. London: DK Publishing, 2003
- [15] Shinoda M, Murata N. Effects of low temperature treatment and bulb weight on the growth and flowering of *Allium caeruleum* [J]. Hort Res( Japan), 2004, 3(1): 75-78
- [16] 刘华敏,智丽,赵丽华,等. 四种野生百合核型分析[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(4): 469-473
- [17] 魏先芹,李琴琴,何兴金,等. 13种21居群葱属植物的细胞分类学研究[J]. 植物科学学报, 2011, 29(1): 18-30
- [18] 何兴金,许介眉. 中国葱属单生组4种植物的核型研究[J]. 植物分类学报, 2001, 39(5): 423-432
- [19] International Plant Genetic Resources Institute. Descriptors for *Allium* spp. [M]. Florence: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001: 1-42
- [20] 李锡香,朱德蔚. 大蒜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 9-26
- [21] 李东胜,史作民,冯秋红,等. 中国东部南北样带暖温带区栎属树种叶片形态性状对气候条件的响应[J]. 植物生态学报, 2013, 37(9): 793-802
- [22] 刘长江,林祁,贺建秀. 中国植物种子形态学研究方法和术语[J]. 西北植物学报, 2004, 24(1): 178-188
- [23] 颜启传. 种子学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 64-115
- [24] 张宇澄,周颂东,任海燕,等. 中国西南葱属10种20居群的核型研究[J]. 武汉植物学研究, 2009, 27(4): 351-360
- [25] 陈涛,祁建民,陶爱芬,等. 黄麻两个栽培种及其野生类型与三个近缘种的核型分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 619-624
- [26] 李懋学,陈瑞阳. 关于植物核型分析的标准化问题[J]. 武汉植物研究所, 1985, 3(4): 297-302
- [27] Levan A, Fredga K, Sandberg A A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes [J]. Hereditas, 1964, 52(2): 201-220
- [28] Stebbins G L. Chromosome evolution in higher plants[M]. London: Edward Arnold Ltd, 1971: 87-123
- [29] Arano H. Cytological studies in subfamily Carduoideae of Japan IX [J]. Bot Mag, 1963, 76(5): 32-39
- [30] 杨汉波,饶龙兵,郭洪英,等. 5种椴木属植物的核型分析[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(6): 1203-1207
- [31] 张雪婷,师尚礼,张小甫. 陇东野生紫花苜蓿的核型分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(1): 150-153, 157
- [32] Brullo S, Guglielmo A, Pavone P, et al. Cytotaxonomic considerations on *Allium stamineum* Boiss. group (Alliaceae) [J]. Boccionea, 2007, 21: 325-343
- [33] 周春景,周颂东,黄德青,等. 中国葱属根茎组植物15种25居群的核型研究[J]. 植物分类与资源学报, 2012, 34(2): 120-136
- [34] 燕玲,孟焕文,张宇. 内蒙古葱属(*Allium* L.) 5种常见根茎组植物的核型研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2001, 22(2): 37-40
- [35] 李琴琴,周颂东,何兴金,等. 葱属亚属 *Amerallium* (石蒜科) 的系统发生与性状进化[J]. 植物分类与资源学报, 2012, 34(2): 107-119

## 《植物遗传资源学报》影响力统计分析

### 农艺学——学科期刊影响因子表(统计年:2013年)

刊名	核心总被引频次			核心影响因子			综合评价总分		学科扩散 指标	学科影响 指标
	数值	排名	离均差率	数值	排名	离均差率	数值	排名		
作物学报	5738	1	3.60	1.460	1	1.28	99.2	1	14.26	1.00
中国水稻科学	1782	3	0.42	1.218	2	0.91	72.4	2	9.58	0.89
棉花学报	1097	10	-0.13	1.124	3	0.76	55.5	5	7.95	0.79
<b>植物遗传资源学报</b>	<b>1240</b>	<b>8</b>	<b>-0.01</b>	<b>1.060</b>	<b>4</b>	<b>0.66</b>	<b>43.4</b>	<b>8</b>	<b>8.32</b>	<b>0.89</b>
中国油料作物学报	1248	7	-0.01	0.859	5	0.34	55.8	3	9.05	0.74
玉米科学	1978	2	0.57	0.813	6	0.27	51.0	6	8.58	0.84
麦类作物学报	1666	4	0.33	0.740	7	0.16	46.4	7	8.37	0.79
分子植物育种	1052	11	-0.16	0.668	8	0.05	55.7	4	9.42	1.00
作物杂志	942	12	-0.25	0.633	9	-0.01	38.7	9	8.26	0.89
中国棉花	554	15	-0.56	0.447	10	-0.30	11.7	18	4.42	0.53
热带作物学报	1301	6	0.04	0.444	11	-0.31	38.3	10	11.00	0.68
中国稻米	519	16	-0.59	0.440	12	-0.31	15.2	16	4.89	0.63
大豆科学	1151	9	-0.08	0.400	13	-0.37	30.9	14	9.58	0.68
作物研究	568	14	-0.55	0.361	14	-0.44	35.1	11	6.89	0.89
中国麻业科学	349	17	-0.72	0.346	15	-0.46	12.0	17	3.68	0.47
种子	1612	5	0.28	0.328	16	-0.49	33.5	12	10.16	1.00
杂交水稻	728	13	-0.42	0.327	17	-0.49	20.5	15	4.42	0.79
RICE SCIENCE	123	19	-0.90	0.304	18	-0.52	31.1	13	2.89	0.47
甘蔗糖业	188	18	-0.85	0.174	19	-0.73	10.9	19	3.11	0.26

来源于《2014年版中国科技期刊引证报告(核心版)》